**INTELIGENCIA DE MERCADOS**

**COMPONENTE: ESTUDIOS DE MERCADO SECTORIALES, EN LÍNEA CON LA POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO ECONÓMICO DE MEDELLÍN**

# ESTUDIO DE MERCADO:

# INDUSTRIA 4.0 - SALUD

**MEDELLÍN – ANTIOQUIA**

**2021**



creame Incubadora de Empresas
Alcaldía de Medellín

**ALCALDÍA DE MEDELLÍN**

Daniel Quintero Calle
Alcalde de Medellín

Alejandro Arias García
Secretario de Desarrollo Económico

Mauricio Valencia Escobar
Subsecretario de Creación y Fortalecimiento Empresarial

Sandra Inés Monsalve Muñoz
Líder de Programa Unidad de Ciencia Tecnología e Innovación

Wilder Isaac Mier Corpas
Supervisor

Dairo Gómez
Apoyo Técnico

**CREAME INCUBADORA DE EMPRESAS**

Juan Manuel Higuita Palacio
Director Ejecutivo

Lucero Andrea Marín Montoya
Gerente Plataforma Empresarial

Elisa Ma. Bustamante Sánchez
Líder Aceleración Especializada

Estefany Taborda Herrera
Coordinadora Aceleración Empresarial

Yecenia García Cardozo
Rubén Darío Gutiérrez
Autores

**TABLA DE CONTENIDO**


1. Panorama general del sector salud ..... 6
   1.1. Contexto estratégico del Sector ..... 6
2. Industria 4.0 y Salud ..... 8
   2.1. ¿Qué es la industria 4.0? ..... 9
      2.1.1. Surgimiento de la Industria 4.0 ..... 10
      2.1.2. El papel de la industria 4.0 en el futuro ..... 10
   2.2. ¿Qué es la salud 4.0? ..... 11
      2.2.1. De la eHealth al HealthCare 4.0 ..... 13
      2.2.2. Las tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) en la HealthCare 4.0 ..... 14
      2.2.3. El Internet de las cosas en la HealthCare 4.0 ..... 14
      2.2.4. Computación en la nube ..... 15
      2.2.5. Big data en la HealthCare 4.0 ..... 16
   2.3. Mejoras y aplicaciones en la salud con las innovaciones de la Industria 4.0 ..... 16
3. Aplicaciones de la industria 4.0 al sector salud ..... 18
   3.1. Health technology, healthtech o ehealth, una tendencia que se consolida ..... 19
   3.2. La eHealth y el hospital inteligente ..... 20
   3.3. Avances que están revolucionando la medicina ..... 21
      3.3.1. Historia Clínica Única ..... 21
      3.3.2. La Interoperabilidad ..... 22
      3.3.3. La atención médica online ..... 22
      3.3.4. El Big Data ..... 22
   3.4. La HealthTech y la pandemia de COVID-19 ..... 22
   3.5. El Covid-19 ha Impulsado la Implementación de la Telemedicina en Colombia ..... 24
   3.6. Dispositivos médicos innovadores: 3 nuevas tendencias ..... 24
   3.7. El mercado mundial de manufacturas de dispositivos médicos ..... 27
      3.7.1. Avances internacionales en el mercado de dispositivos médicos ..... 28
      3.7.2. Algunos datos del mercado de dispositivos médicos ..... 29
   3.8. El mercado actual de la tecnología médica en América Latina ..... 30
   3.9. Tecnología de punta en el Sector Salud de Colombia ..... 30
   3.10. Balanza comercial sector de dispositivos médicos en Colombia ..... 31

3.11. Casos de innovación y desarrollo en tecnología médica en Colombia ..... 33
3.12. Retos frente a la cuarta revolución industrial y las tendencias en salud ..... 34
4. Tendencias y perspectivas de la salud 4.0..... 35
4.1. Salud 4.0, tendencia en Latinoamérica (Healthnology News, 2019) ..... 35
4.2. La salud digital, pieza clave para la atención en salud en el futuro ..... 36
4.2.1. La presencia de la salud digital..... 36
4.2.2. Un nuevo paradigma de comunicación entre personal sanitario y pacientes 36
4.2.3. La APPs de salud, una herramienta con margen de mejora ..... 36
4.2.4. La inteligencia artificial y el big data en la salud digital ..... 37
4.2.5. La salud digital en el futuro inmediato..... 37
4.3. Nuevas tendencias y desarrollos de la industria 4.0 para el sector de la salud .. 37
5. Principales escenarios académicos y de innovación para la industria 4.0..... 39
5.1. Nacionales..... 39
5.2. Internacionales ..... 40
6. Conclusiones y recomendaciones ..... 42
7. Referencias bibliográficas..... 44

**IMÁGENES**

Ilustración 1. Revoluciones industriales y las bases para su desarrollo. ..... 10
Ilustración 2. Una propuesta para entender la salud 4.0. Fuente (Estrela, y otros, 2018). 13
Ilustración 3. Principales razones de adopción de la computación en la nube en la HealthCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020) ..... 16
Ilustración 4. Algunos escenarios de aplicación de la HealthCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020) ..... 17
Ilustración 5 Países líderes en el sector de fabricación de dispositivos médicos. Crecimiento del volumen de negocios (en USD millones) y sus tasas de crecimiento en la facturación (%), 2017-2025..... 27
Ilustración 6. Futuro de la industria del cuidado de la salud y gasto del consumidor en productos de salud, América Latina, 2017-2025. Eje X: Crecimiento promedio del gasto del consumidor en bienes de salud y servicios médicos; Eje Y: crecimiento promedio del volumen de facturación por parte de hospitales y servicios médicos; la dimensión de la burbuja está dado por el tamaño del mercado en cada país durante el año 2017. Fuente: (Euromonitor International, 2018) ..... 28
Ilustración 7 Balanza comercial de dispositivos médicos en Colombia. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020)..... 32



creame Incubadora de Empresas
Alcaldía de Medellín

## TABLAS

Tabla 1.Paradigmas del Internet de las cosas (IoT) dentro de la HealtCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)..... 15
Tabla 2 Aplicaciones y líneas de acción de la industria 4.0 en la salud. Fuente: (Grupo Spri TALDEA, 2019)..... 19
Tabla 3 Partidas más importantes del total de las exportaciones (2015/Ene- Mar 2020) Cifras en Mil US$. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020) ..... 32
Tabla 4 Principales dispositivos médicos importados (2015/Ene- Mar 2020) Cifras en Mil US$. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020).... 33
Tabla 5. Nueve aplicaciones y tecnologías de la industria 4.0 en el sector de la salud durante la ultima década. Fuente: (Montesino Soraca, Álvarez Mejia, & Romero-Conrado, 2020) 39



creame Incubadora de Empresas
Alcaldía de Medellín

# 1. Panorama general del sector salud

## 1.1. Contexto estratégico del Sector

Como lo expresa la constitución de la organización mundial de la salud OMS “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (Definición sector salud, s.f.), y de acuerdo con esta definición, el sector salud establece sus estrategias y prioridades globales.

De acuerdo con el informe 2017 global health care sector Outlook (Deloitte, 2017), para el 2020 el promedio del crecimiento del sector será de 4,56%, donde las economías en transición tendrán el mayor porcentaje (7,5%), seguido de Asia y Australia (5%) y Norte América (4,3%), siendo América Latina el de menor crecimiento (2,4%).

El porcentaje de gasto respecto al producto interno bruto aumentará ligeramente de un 10,4% en 2015 a un 10,5% en 2020 alcanzando los USD 8,7 trillones. El 50% de los gastos serán dedicados a enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades respiratorias. Igualmente se realizarán gastos enfocados a enfermedades infectocontagiosas (por ejemplo, VIH-Sida, Zika), diabetes y enfermedades neurodegenerativas.

Según (Kolakowski, 2020) a nivel mundial la industria de cuidado de la salud tiene como principales actores a:

- CVS Health Corp. La empresa matriz de una cadena líder de farmacias, CVS Health Corp., también se encuentra entre las mayores empresas de gestión de beneficios farmacéuticos. Además, a través de la adquisición de Aetna en 2018, CVS se ha convertido en un actor importante en los seguros médicos.
- UnitedHealth Group Inc. UnitedHealth Group es una compañía de seguros de salud que también brinda análisis de datos y servicios de consultoría a proveedores de atención médica, así como servicios de atención farmacéutica. Sus principales divisiones incluyen UnitedHealthcare, OptumHealth, OptumInsight y OptumRx.
- McKesson Corp. McKesson Corp. es un distribuidor de productos farmacéuticos y otros productos médicos en EE. UU., Canadá y Europa. Bansi Nagji, vicepresidente ejecutivo y director de estrategia y desarrollo comercial, dejó este cargo a partir del 31 de marzo de 2020. Permanecerá en la compañía como asesor para facilitar la transición. McKesson espera nombrar un sucesor en los próximos meses.
- AmerisourceBergen Corp. AmerisourceBergen Corp. es un distribuidor de medicamentos y suministros médicos. La compañía está en proceso de salir de su negocio de compuestos PharMEDium como resultado de “desafíos operativos, regulatorios y comerciales en curso”.
- Cigna Corp. Cigna Corp. ofrece productos de seguros médicos, de vida y de accidentes, así como servicios de atención administrada.
- Cardinal Health Inc. Cardinal Health es un fabricante de productos médicos, quirúrgicos y de laboratorio, así como un distribuidor de medicamentos y suministros de atención médica. A partir del 12 de mayo de 2020, Jason Hollar asumirá el cargo

de director financiero en Cardinal Health. Recientemente fue director financiero (CFO) de la empresa de servicios y productos automotrices Tenneco Inc. (TEN).

- Walgreens Boots Alliance Inc. Walgreens Boots Alliance opera farmacias en los EE.UU. con los nombres de Walgreens y Duane Reade, así como farmacias Boots en el Reino Unido y varios otros países. En los Estados Unidos durante los últimos años, Walgreens ha adquirido una gran cantidad de ubicaciones de tiendas del competidor Rite Aid Corp. (RAD). La compañía también es distribuidora de medicamentos y productos médicos, así como la matriz de tiendas en línea como Drugstore.com, VisionDirect.com y Beauty.com.
- Anthem Inc. Anthem es una compañía de seguros de salud que ofrece planes individuales, patrocinados por el empleador, Medicare y Medicaid. En 2020, Anthem completó la adquisición de Beacon Health Options, "la organización independiente de salud del comportamiento más grande del país que atiende a más de 36 millones de personas en los 50 estados".
- Johnson & Johnson. Johnson & Johnson fabrica productos farmacéuticos recetados, productos sanitarios de venta libre y dispositivos médicos. Los vendajes adhesivos de la marca BAND-AID se encuentran entre sus productos de consumo más conocidos. Si bien señala que están trabajando con varias organizaciones para desarrollar "soluciones de vía rápida" para el coronavirus COVID-19, Johnson & Johnson advierte a los inversores que descarten los "informes anecdóticos y sin fundamento" de que el tratamiento del VIH con darunavir (DRV) puede ser eficaz contra COVID-19. La compañía está evaluando varios compuestos antivirales, incluido el darunavir, como posibles tratamientos de COVID-19, pero es demasiado pronto para decir cuál, si alguno, puede resultar efectivo.
- Centene Corp. Centene Corp. es una empresa de atención médica administrada, que se enfoca en administrar programas patrocinados por el gobierno. En enero de 2020, Centene adquirió WellCare Health Plans Inc., aumentando así su participación de mercado en los planes de medicamentos recetados de Medicaid, Medicare Advantage y Medicare.

De acuerdo con la Organización Panamericana de Salud OPS, en su informe de indicadores básicos - Situación de la salud en las Américas 2019 (Organización Panamericana de la Salud, 2019), se establecen como situaciones prioritarias y estratégicas para impacto en la salud de la región, de acuerdo con seis metas de indicadores de calidad, las siguientes: i) esperanza de vida saludable al nacer, ii) tasa de mortalidad infantil, iii) razón de mortalidad materna, iv) tasa de mortalidad por causas evitables mediante la atención de salud, v) tasa de mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles y vi) tasa de mortalidad por VIH/sida.

En Colombia, el sector salud es uno de los de mayor proyección de crecimiento, en el informe Healthcare Resource Guide (Lugari, 2016), Colombia presenta un crecimiento anual compuesto constante de 12% (2013-2018) para el mercado de dispositivos médicos, siendo el cuarto mercado en Latinoamérica con un valor de USD 1.200 millones para el 2014.

De acuerdo con el informe de MercoSalud Colombia, del 2016 (Merco), las empresas Fundación Valle del Lili (IPS), Sanitas (EPS), Bayer (Laboratorio Farmacéutico) y Jhonson & Jhonson (Fabricante de dispositivos médicos) fueron las que ocuparon el primer puesto de mejor reputación en Colombia en su respectivo subsector.

Dentro de las 100 empresas más grandes del país, 16 son del sector salud (Revista Semana, 2020), en su mayoría EPS; resaltan: Nueva EPS (puesto 14), Keralty - Organización Sanitas (puesto 20), Grupo Coomeva (puesto 29), EPS Sura (puesto 30), Medimás EPS (puesto 32) y EPS Sanitas (puesto 50).

Desde gobiernos anteriores, el objetivo ha sido la ampliación y el mejoramiento del sector salud. Según el informe de análisis sectorial de Findeter, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, dentro de la estrategia transversal de movilidad social, se introdujo el Sistema de Protección Social como un "instrumento para fomentar la igualdad de oportunidades a través de las herramientas para el manejo de los riesgos a los que se ve expuesta la población", estableciendo como objetivos: i) aumentar el acceso a la salud y mejorar la calidad de los servicios de salud prestados al ciudadano, ii) disminuir brechas y mejorar las condiciones de salud, iii) la recuperación de la legitimidad y la confianza en el sistema de salud colombiano, y iv) garantizar la sostenibilidad financiera de un sistema de salud eficiente. (Findeter, 2015)

## 2. Industria 4.0 y Salud

La industria 4.0 y sus principales tecnologías para el manejo de la información y la comunicación están cambiando por completo tanto el mundo de los servicios como el de la producción. Esto es especialmente cierto para el sector de la salud, donde las tecnologías de Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y Big Data están revolucionando la eHealth y todo su ecosistema, moviéndolo hacia Healthcare 4.0; el crecimiento de la población mundial y las crecientes expectativas de tratamientos eficaces y una mejor calidad de vida en general están ejerciendo una presión cada vez mayor sobre la atención médica. Mediante la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0 mencionadas anteriormente (y su integración) aplicadas al dominio de la salud está cambiando la forma de proporcionar servicios y productos tradicionales.

Por lo anterior, los servicios de salud siguen siendo uno de los retos sociales y económicos más importantes a nivel mundial, que exige soluciones nuevas y más avanzadas de la ciencia y la tecnología (Chiuchisan, Costin, & Geman, 2014). Como respuesta a esto, desde principios de la década de 1990, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han impactado positivamente en el acceso, la eficiencia, la calidad de prácticamente cualquier proceso relacionado con la atención sanitaria (Aceto, Persico, & Pescapé, 2018)

## 2.1. ¿Qué es la industria 4.0?

El concepto recientemente propuesto de Industria 4.0 representa la cuarta revolución industrial y se define como un nuevo nivel de organización y control sobre la cadena de valor del ciclo de vida del producto, con énfasis en los requisitos del cliente que se vuelven más individualizados (Vaidya, 2018); se puede decir que la Industria 4.0 agrega inteligencia al procesamiento de datos. El término “Industria 4.0” surgió en Alemania en 2011 a través de la integración entre asociaciones de representantes empresariales, políticos e investigadores académicos que buscaban promover la idea como un enfoque para fortalecer la competitividad de la industria manufacturera alemana y eliminar las fronteras entre los mundos digitales, físicos y biológicos (Wegener, 2018).

Desde el punto de vista estrictamente técnico, esta llamada cuarta revolución industrial se basa principalmente en el concepto de Sistemas Ciberfísicos o CPS (integración de computación, comunicación y control) y se apoya fuertemente en tres grupos de tecnologías que pueden definirse como sus pilares:

- El paradigma de Internet de las cosas (IoT), caracterizado por la presencia generalizada de una variedad de objetos cooperantes direccionables de forma única, como teléfonos móviles, sensores y actuadores
- La computación en la nube y en la niebla (*Cloud and Fog Computing*), que proporciona recursos informáticos, de almacenamiento y de comunicación virtualmente ilimitados como servicios públicos, es decir, bajo demanda y pago por uso
- El análisis de Big Data para extraer valor de cantidades desafiantes de datos. (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)

La Industria 4.0 no se reduce exclusivamente a los anteriores puntos, pues es mucho más que eso. La Industria 4.0 es consistente con la llamada Cuarta Revolución Industrial, enfatizando y acentuando la idea de una creciente y adecuada digitalización y coordinación cooperativa en todas las unidades productivas de la economía. Esta cuarta etapa que aún sigue su desarrollo, correspondería a una nueva manera de organizar los medios de producción. El objetivo que así pretendería alcanzarse es la puesta en marcha de un gran número de “fábricas inteligentes” (*“smart factories”*) capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, abriendo así la vía a una nueva revolución industrial o Revolución industrial 4.0

Los principios de diseño de la Industria 4.0 son los siguientes: (Hermann, Pentek, & Otto, 2016)

- Interoperabilidad.
- Virtualización.
- Descentralización.
- Capacidad en tiempo real.
- Orientación al servicio.
- Modularidad.

### 2.1.1. Surgimiento de la Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0 expresa la idea de que el mundo se encuentra en los albores de lo que podría llamarse Cuarta Revolución Industrial. Después del desarrollo de la máquina de vapor y de la mecanización en segunda mitad del siglo XVIII (primera revolución industrial), después del desarrollo de la electricidad con fines domésticos e industriales a finales del siglo XIX (segunda revolución industrial) y después de la introducción de la computación y la automatización a mediados del siglo XX (tercera revolución industrial), la nueva etapa de la transformación industrial, a la cual se denomina cuarta revolución, muy posiblemente estará sustentada en la llamada fábrica inteligente, caracterizada por la interconexión de máquinas y de sistemas en el propio lugar de producción (sistemas ciber físicos) y caracterizada por un fluido intercambio de información con el exterior (con el nivel de oferta y demanda de los mercados, clientes, competidores y/o con otros lugares de producción inteligentes. El concepto de Industria 4.0, fue acotado por primera vez en la Feria de Hannover (salón de la tecnología industrial) en el año 2011, pero sólo hasta el año 2013 en una versión posterior de esta misma Feria, se detalló su concepto e implicaciones.

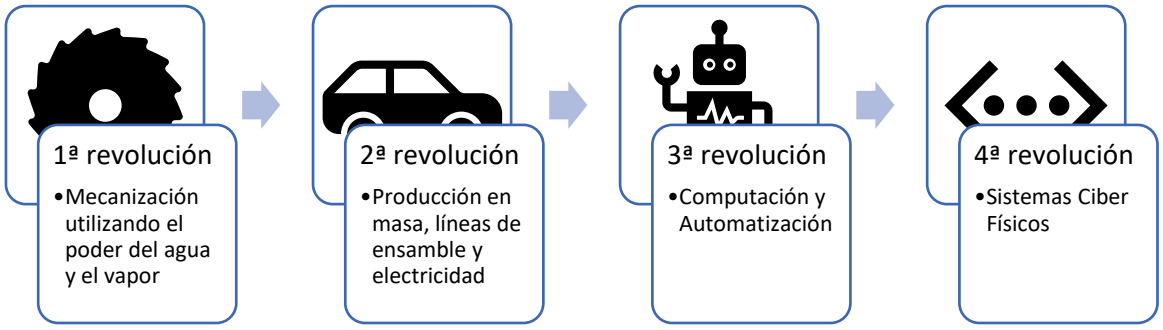


*Ilustración 1. Revoluciones industriales y las bases para su desarrollo.*

### 2.1.2. El papel de la industria 4.0 en el futuro

Durante la crisis originada por la pandemia, los planes de producción han cambiado con una frecuencia mucho mayor como resultado de las demandas cambiantes y la disponibilidad de materias primas, personal clave y activos. La fabricación tiene un volumen y una frecuencia de "transacción" mucho más altos que la cadena de suministro. La fabricación es en tiempo real, no “casi en tiempo real”. La fase de recuperación no sabemos qué tan pronto llegará; cuando los fabricantes comiencen a pasar a la fase de recuperación, seguirán haciendo las mismas preguntas que hicieron durante la crisis. Eventualmente, alcanzaremos la nueva normalidad y los fabricantes estarán interesados en asegurarse de que esto no vuelva a suceder.

A partir del cambio y la crisis generada por la pandemia de la COVID-19, la industria 4.0 tiene un papel diferente a partir de hoy. Su papel debería ser:

- Ayudar a asegurar que sobrevivan más empresas
- Acortar la fase de recuperación y ayudar a que las empresas vuelvan a sus operaciones normales lo antes posible.
- Proporcionar las plataformas para desarrollar negocios nuevos y más resistentes a mediano y largo plazo.

La Industria 4.0 puede lograr esto porque muchas de las capacidades que ofrece podrían haber reducido en gran medida el impacto de esta crisis en todas las personas. Lo anterior se puede lograr a través de acciones como:

- Visibilidad en tiempo real de la disponibilidad de materias primas, productos terminados, WIP, personas y activos.
- Uso de inteligencia artificial y aprendizaje automático para reevaluar y volver a planificar constantemente las actividades.
- Automatización robótica de procesos (RPA) para apoyar actividades intensivas en mano de obra sin valor agregado
- El uso de la tecnología móvil y la realidad aumentada / virtual para permitir a los trabajadores realizar tareas para las que no fueron entrenados más fácilmente. Esto podría haber ayudado con la escasez de habilidades debido al autoaislamiento o la reutilización de la fabricación.
- Las mismas tecnologías junto con los gemelos digitales y el soporte remoto de los fabricantes de equipo original (OEM) mejorarían la disponibilidad de los activos.
- Las mismas tecnologías también podrían haber permitido un trabajo más remoto y virtual para ayudar con el problema de la cuarentena y el distanciamiento social.
- Impresión en 3D de piezas de repuesto detenidas en la cadena de suministro.
- El uso de AGV, vehículos eléctricos autónomos y drones para reducir nuevamente la dependencia de las personas y ayudar aún más con el distanciamiento social.

Muchas de estas tecnologías y soluciones fueron vistas como algo “agradable”, pero solo fueron adoptadas cuando la situación nos llevó inexorablemente a ello; se debe pensar cómo podemos usar estas tecnologías ahora y en el futuro. Paralelo a esto, se debe considerar que la clave para una transformación digital exitosa no es la tecnología sino la colaboración. Es necesario transformar los procesos tradicionales tanto dentro de las organizaciones como en el ecosistema de proveedores externos. Este es un momento de incertidumbre, de acceso a nuevas tecnologías que pueden ayudar a los empleados, empresas, comunidades y gobiernos a seguir avanzando. (Sordo, 2020)

## 2.2. ¿Qué es la salud 4.0?

El concepto de Salud 4.0 (o Health 4.0 en inglés) es una implementación táctica y un modelo de gestión para el cuidado de la salud inspirado en la Industria 4.0. La salud 4.0 debe permitir la virtualización gradual para respaldar la personalización de la atención médica casi en tiempo real para los pacientes, los trabajadores y los cuidadores formales e informales. Esta personalización de la atención médica requiere el uso sustancial de

Sistemas Ciberfísicos (CPS o Cyber Physical Systems), computación en la nube, Internet de las cosas (IoT) especializado y extendido, también conocido como Internet de todo (IoE, Internet of Everything), incluidos dispositivos, servicios, personas y redes de comunicación 5G emergentes. Con la ayuda del paradigma CPS, el software adecuado para sistemas distribuidos y herramientas, algoritmos y objetos de big data se virtualizará empleando una matriz espacio-temporal. La virtualización permite la inspección de pequeñas ventanas espacio-temporales del mundo en tiempo real y, por tanto, permitiendo diagnósticos personalizados y precisos. (Estrela, y otros, 2018).

Los términos Salud 4.0 o eSalud (eHealth) suelen utilizarse indistintamente en diferentes ámbitos académicos, pero siempre para referirse al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la atención médica. La eHealth cubre un amplio espectro de posibilidades, por lo que los expertos e instituciones de la industria de la salud han tratado de definir así: (Universidad Internacional de Valencia, 2019)

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la eSalud como: “el uso rentable y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación en apoyo de los campos relacionados con la salud y la salud, incluida la atención médica, la vigilancia de la salud y la educación para la salud, el conocimiento y la investigación”.
- La Comisión Europea define eHealth como: “el uso de las modernas tecnologías de la información y la comunicación para satisfacer las necesidades de los ciudadanos, pacientes, profesionales de la salud, proveedores de atención médica, así como los responsables políticos”.
- El Journal of Medical Internet Research define eHealth como: “un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y las empresas, que se refiere a los servicios de salud e información entregada o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no solo un desarrollo técnico, sino también un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y un compromiso para el pensamiento global en red, para mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial mediante la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación”.

Cualquiera de las tres anteriores definiciones abarca una amplia variedad de subdominios de salud digital, tales como:

- Registros electrónicos de salud (EHR)
- Registros médicos electrónicos (EMR)
- Telesalud y telemedicina.
- Sistemas informáticos de salud
- Datos de TI de salud del consumidor
- Asistencia sanitaria virtual
- Salud móvil (mHealth)
- Sistemas de big data utilizados en salud digital.

A medida que evolucionan las tecnologías que ayudaron a la aparición del concepto, también la eSalud va siguiendo este mismo camino, por lo que la caracterización específica del término ha sufrido cambios y especificaciones progresivas, las más recientes respecto

al paradigma conocido como Industria 4.0. En su significado más amplio, el concepto de Industria 4.0 puede verse como un compromiso explícito del gobierno para fomentar un conjunto de tecnologías y el marco cultural y legal necesario para aprovechar todo su potencial. (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)

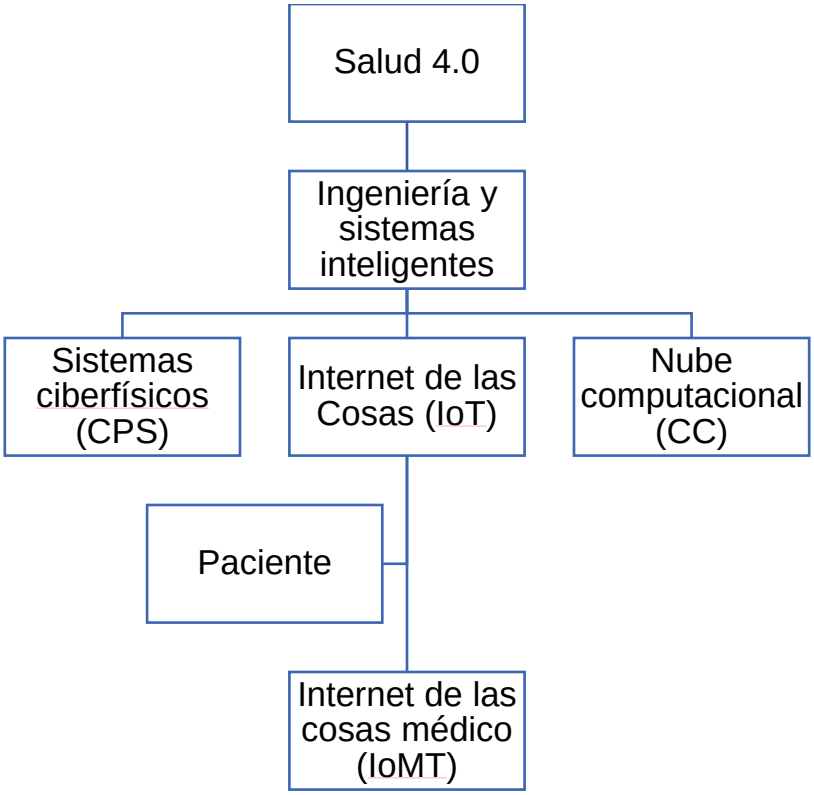


*Ilustración 2. Una propuesta para entender la salud 4.0. Fuente (Estrela, y otros, 2018)*

### *2.2.1. De la eHealth al HealthCare 4.0*

La evidencia de la rápida y apremiante evolución tecnológica, junto con los crecientes esfuerzos gubernamentales en todo el mundo, lleva a la conclusión de que el sector de la salud ya está enfrentando el impacto de la Industria 4.0, llevando la eHealth hacia Healthcare 4.0. Aunque el término Smart Health se adopta a menudo con una aceptación diferente para referirse generalmente a la adopción de soluciones de salud basadas en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), vale la pena señalar que el paradigma de la Healthcare 4.0 tiene sus propias peculiaridades. La Healthcare 4.0 se caracteriza por la adopción decidida de tres paradigmas principales: 1) Internet de las cosas, 2) Big Data y 3) Cloud Computing que, juntos, están revolucionando la eHealth y todo su ecosistema, como lo está haciendo la Industria 4.0 en el sector de producción y manufactura (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020).

### 2.2.2. Las tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) en la HealthCare 4.0

El mundo de hoy está siendo transformado por la disponibilidad de conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento. La presencia ubicua sin precedentes de tecnologías inalámbricas y móviles también en los países en desarrollo, la disponibilidad de sensores inalámbricos miniaturizados de bajo costo, así como los servicios rentables proporcionados por nuevas infraestructuras de hardware (por ejemplo, centros de datos a gran escala que aprovechan las tecnologías de virtualización) posibilitó nuevos servicios de salud, o nuevos niveles de calidad y rentabilidad en los establecidos. Un signo del cambio radical en la medicina posibilitado por estas nuevas tecnologías se puede encontrar en el concepto de Medicina P4 o 4 P's para la medicina, es decir, predictiva, preventiva, personalizada y participativa. Este enfoque, basado en una comprensión integral de la propia biología de cada paciente en lugar de agrupar a los pacientes en grupos de tratamiento, se está aplicando para reducir significativamente los presupuestos de salud globales, reduciendo la hospitalización y minimizando el uso innecesario o inadecuado de medicamentos y procedimientos. Todas estas innovaciones provienen del amplio conjunto de TIC, pero donde resaltan el internet de las cosas, la computación en la nube y el big data. (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)

### 2.2.3. El Internet de las cosas en la HealthCare 4.0

El internet de las cosas (IoT) significa el avance de la conectividad en cualquier momento y en cualquier lugar para cualquier persona, hacia la conectividad para cualquier cosa, inicialmente con un enfoque en la identificación digital y las comunicaciones de máquina a máquina (M2M). Por ejemplo, el IoT permite escenarios en los que los dispositivos inteligentes interactúan con otros objetos inteligentes con el fin de obtener nuevos conocimientos y conciencia sobre los usuarios y el entorno para respaldar las decisiones. Inspirándose en el paradigma principal de IoT, se han derivado una serie de variaciones en el campo de la salud, cada una con sus particularidades como puede verse en la siguiente tabla:

| Término | Acrónimo | Definición | Año de aparición |
|---|---|---|---|
| **Wearable Internet of Things** | WIoT | Pretende implementar la telesalud para lograr un ecosistema de intervenciones automatizadas. Aprovechando los sensores para llevar en el cuerpo, WIoT permite monitorear datos útiles para mejorar la calidad de vida diaria de las personas (por ejemplo, enfocándose en factores como comportamientos, bienestar, hábitos, etc.) y conecta a los pacientes con las infraestructuras médicas | 2014 |
| **Internet of Health Things** | IoHT | Se basa en la combinación de aplicaciones móviles, wearables y otros dispositivos conectados, y aprovecha los dispositivos | 2016 |

| Término | Acrónimo | Definición | Año de aparición |
|---|---|---|---|
| | | médicos con sensores de calidad profesional, siempre activos y sensibles al contexto | |
| **Internet of Medical Things** | IoMT | Se refiere a aplicaciones que consisten en dispositivos implantables y portátiles conectados a un teléfono inteligente personal o un reloj inteligente que está conectado a Internet y actúa como centro personal. | 2017 |
| **Internet of Nano Things** | IoNT | Se refiere a la aplicación de IoT en nanomedicina, para implementar un monitoreo, diagnóstico y tratamiento más personalizados para implementar monitoreo proactivo, salud preventiva, manejo de enfermedades crónicas y atención de seguimiento | 2015 |
| **Internet of m-health Things** | m-IoT | Prevé un modelo de conectividad entre redes de área personal de baja potencia y redes 4G en evolución, haciendo hincapié en las características específicas existentes intrínsecas a la movilidad global de las entidades participantes. | 2011 |

*Tabla 1.Paradigmas del Internet de las cosas (IoT) dentro de la HealtCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)*

### *2.2.4. Computación en la nube*

La computación en la nube (o simplemente “la nube”) es un paradigma que permite utilidad computacional, es decir, el arrendamiento de recursos informáticos (potencia de cálculo, almacenamiento y los recursos de red relacionados) en tiempo real, con una interacción mínima con el proveedor. De esta manera, la nube simplifica la operación, ya que no requiere un dimensionamiento y pronóstico cuidadosos de los recursos necesarios, lo que permite la facturación de pago por uso a corto plazo, sin compromiso inicial por parte del usuario. Además, los clientes de la nube aprovechan recursos aparentemente infinitos bajo demanda y pueden aprovechar o entregar todo como servicio. Cabe destacar que la nube es necesaria para satisfacer una serie de necesidades derivadas de IoT, en la medida en que, según algunas visiones, se pretende que la nube sea una de las capas superiores del internet de las cosas (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020). Además de esto, la nube brinda beneficios como facilidad para compartir datos, facilidad para recopilar e integrar datos y, en algunos casos, mejorar el rendimiento, la disponibilidad, la fiabilidad y la seguridad. A continuación, algunas de las razones para la adopción de la tecnología de la computación en la nube por parte de la HealthCare 4.0:

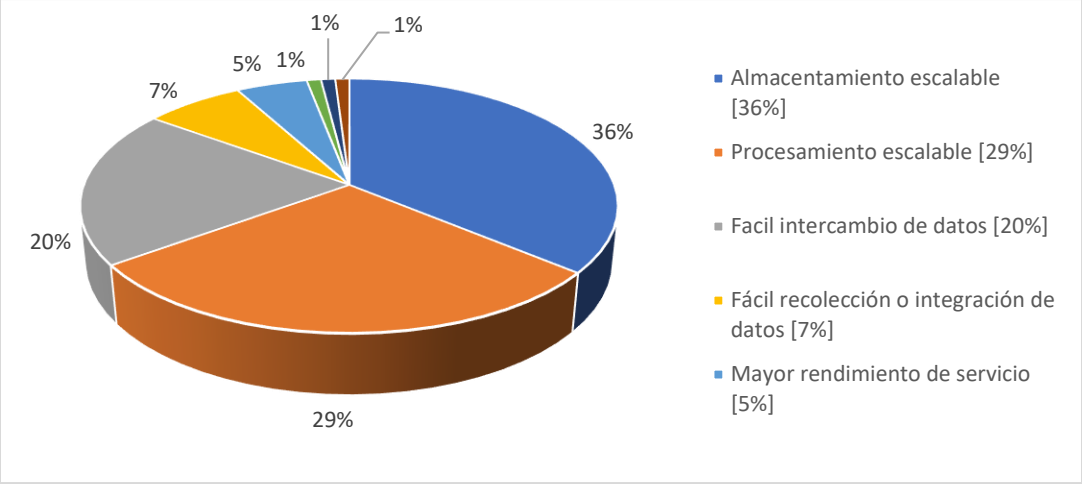


*Ilustración 3. Principales razones de adopción de la computación en la nube en la HealthCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)*

### 2.2.5. Big data en la HealthCare 4.0

Una definición concisa y comúnmente acordada sobre el concepto de big data está basada en las cinco V, donde logran reunirse las propiedades asociadas con Big Data:

- Volumen. Aumento de la escala de datos.
- Velocidad. La recopilación y el análisis están sujetos a límites de tiempo)
- Variedad. Los datos se componen de varios tipos, es decir, datos estructurados, no estructurados y semiestructurados)
- Veracidad. Los datos tienen diversos grados de confiabilidad, según procedencia, manejo y procesamiento)
- Valor. Toda la arquitectura tiene como objetivo —económico— la extracción de valor.

## 2.3. Mejoras y aplicaciones en la salud con las innovaciones de la Industria 4.0

Las innovaciones tecnológicas han llevado al sector de la salud a un nivel sin precedentes. En el mercado de consumo masivo se venden distintos dispositivos médicos, muchos de ellos portátiles, para proporcionar un estilo de vida más saludable a la sociedad. Algunas de las tecnologías comercializadas se relacionan con la computación en la nube y el Internet de las cosas (IoT). Se trata de plataformas que brindan alternativas al apoyo médico a través de la solución de diversos problemas en aplicaciones de salud, con hospitales inteligentes, control de medicamentos y servicios médicos a distancia [6, 8]. Además, con los sistemas ciberfísicos, pueden interconectarse con una combinación de software,

sensores, tecnologías de procesamiento y comunicación que, en conjunto, juegan un papel importante en la toma de decisiones al proporcionar información precisa y trascendental. (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)

Gracias al internet de las cosas (IoT), el uso de la nube, así como del Big Data, los investigadores y profesionales pueden diseñar soluciones novedosas que pueden renovar de manera eficiente y efectiva las prácticas de atención médica consolidadas o incluso proporcionar resultados innovadores para abordar y mitigar problemas de atención médica duraderos En la siguiente ilustración pueden observarse algunas aplicaciones a partir de estas tecnologías al mundo de la salud.

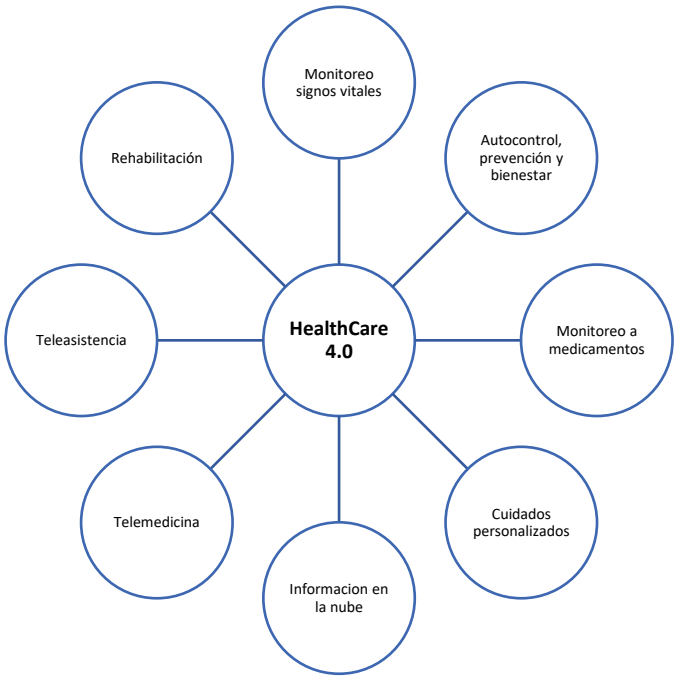


*Ilustración 4. Algunos escenarios de aplicación de la HealthCare 4.0. Elaboración propia. Fuente (Aceto, Persico, & Pescapé, 2020)*

En salud, los principios de Industria 4.0 incorporan la digitalización de datos clínicos, médicos y de laboratorio, implementando la automatización de varios procesos manuales utilizados en entornos hospitalarios y de salud general. Sin embargo, los servicios en el sector de la salud siempre presentan desafíos, ya que se pueden desarrollar diferentes enfermedades a lo largo de los años. Así, para mejorar la eficiencia y la velocidad de los médicos, explorar los datos de los pacientes en los hospitales, permitir la optimización de los recursos y minimizar el deterioro de la salud del paciente, tecnologías de comunicación en tiempo real, Big Data, hombre-máquina la cooperación, la teledetección, la supervisión y el control de procesos, los equipos autónomos y la interconectividad se están volviendo muy activos y responsables de los impactos positivos en la gestión de la salud y la seguridad. Sin embargo, comprender cómo realizar la digitalización de datos, la interconectividad entre máquinas y comandos, bases de datos más eficientes y, en

particular, una mayor autonomía de los pacientes en relación con su propia salud es una tarea compleja. (da Silveira, Neto, Machado, da Silva, & Amaral, 2019)

## 3. Aplicaciones de la industria 4.0 al sector salud

Actualmente, las iniciativas de innovación en la industria de la salud van más allá de atender enfermedades con mejores opciones de tratamiento. La tendencia está encaminada a ofrecer nuevas alternativas de gestión eficiente y productiva en instituciones hospitalarias.

Es un momento en que el Internet de las Cosas y la necesidad de soluciones que optimicen tiempo, espacio y recursos han revolucionado la dinámica de atención y comunicación entre médico y paciente. El abanico de opciones en esta área es tan amplio que, de la mano con la industria 4.0, servicios como telecirugía, teleasistencia médica y telediagnóstico son tendencia en Latinoamérica y, sin duda, el foco de atención de varios actores clave para fortalecer sus objetivos de negocio en 2020. (El Hospital, 2019)

En salud, la inteligencia artificial y la realidad aumentada están conduciendo la toma de decisiones gracias a sus múltiples aplicaciones y precisión en la práctica médica. El reto está en saber cómo proveerán mejores resultados en la optimización de recursos y su costo-beneficio al implementarlas. Es aquí donde las empresas de equipos y dispositivos médicos tienen un amplio escenario de actuación, teniendo en el centro el bienestar y la seguridad de los pacientes.

Se pronostican grandes cambios en pro de mejorar los sistemas de salud en América Latina con expertos en esta área que trabajen por un mismo fin: la calidad en gestión hospitalaria pública y privada. (Aranda Software, 2020)

| Líneas de acción de la industria 4.0 en la salud | |
|---|---|
| **Avances médicos en biotecnología** | Ingeniería genética<br>Medicina regenerativa<br>Células madre<br>Inmunoterapia<br>Medicina de precisión |
| **Mejorar la salud humana para mejorar el bienestar** | Nanotecnología<br>Cosas medicas e internet de las cosas |
| **Análisis e informática para mejorar el diagnóstico, los pagos y el intercambio de información** | Inteligencia artificial<br>Big Data<br>Blockchain<br>Realidad virtual y aumentada |
| **Maquinas modernas y asistencia sanitaria** | Impresión 3D<br>Robótica<br>Drones |
| **Política y gobernanza: adaptación de la sociedad a los cambios rápidos en el ecosistema de salud y atención médica** | Acceso y asequibilidad<br>Fuerza de trabajo<br>Regulaciones<br>Ética, equidad y consideraciones sociales<br>Normas estándares y conductas responsables<br>Propiedad, privacidad e intercambio de datos |

| | |
|---|---|
| | Bioseguridad<br>Ciberseguridad |

*Tabla 2 Aplicaciones y líneas de acción de la industria 4.0 en la salud. Fuente: (Grupo Spri TALDEA, 2019)*

## 3.1. Health technology, healthtech o ehealth, una tendencia que se consolida

Las nuevas tecnologías han llegado para revolucionarlo todo, y el campo de la salud no es la excepción, Health Technology o healthtech es una de las tendencias de las nuevas startups dirigidas al campo de la salud que pretende resolver los grandes desafíos en materia de salud que actualmente azotan a la humanidad.

La HealthTech es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como: "la aplicación de conocimientos y habilidades organizadas en forma de dispositivos, medicina, vacunas, procedimientos y sistemas desarrollados para resolver un problema de salud y mejorar la calidad de vida", esta nueva corriente de tecnología aplicada a la salud está tomando forma de apps móviles, dispositivos "wereables" (aquellos dispositivos que pueden llevar los pacientes utilizados generalmente en la monitorización), big data, el internet de las cosas, entre otros. Todo dirigido a mejorar la calidad de vida de la humanidad en todas sus etapas: prevención, detección temprana, mejores tratamientos y mejora de los procesos hospitalarios. (Vázquez Islas, 2017)

Cuando hablamos de robots, Machine Learning, Internet of Things (IoT), gemelo digital y simulación 3D, sensores, etc., tendemos a hacerlo pensando en entornos industriales. Sin embargo, todas las tecnologías e incluso la propia filosofía de la Industria 4.0 pueden ser aplicadas a sectores no industriales. Un ejemplo claro y, a la vez, una tendencia en alza es su aplicación al campo de la medicina en general y, particularmente, a la gestión hospitalaria, lo que conocemos por eHealth.

Si hay un sector en el que la innovación es una constante a lo largo del tiempo es el de la medicina y el cuidado de la salud. Físicos, químicos, matemáticos, astrónomos y médicos fueron los primeros científicos en ser reconocidos como tales desde hace siglos. La investigación constante y, por tanto, la aplicación de continuas innovaciones, forman parte del ADN de la medicina. Dicho esto, es obvio que el sector del cuidado de la salud no podía quedarse al margen de la revolución tecnológica en la que vivimos. Más allá, se trata de un sector pionero: muchas innovaciones que hoy se han trasladado al sector industrial (como el uso de rayos X y escáneres, la reconstrucción de imágenes en 3D, la aplicación de nuevos materiales y buena parte de la ingeniería química) proceden o tuvieron sus primeras aplicaciones en el campo médico. (Norlean, 2019)

La generalización de las comunicaciones digitales en banda ancha y el desarrollo continuo de la tecnología de sensores nos han traído el concepto de eHealth, que no es más que el desarrollo de aplicaciones de uso médico tanto en el tratamiento de pacientes como, sobre todo, en su monitorización a distancia y en la gestión (extremadamente compleja) de los hospitales.

## 3.2. La eHealth y el hospital inteligente

Gracias a la medicina nuestra esperanza de vida, ha aumentado en las últimas décadas. Esto, que es una buena noticia para todos, también supone un desafío para el sistema de salud. El hecho de que vivamos más ha supuesto un incremento de la demanda de servicios de salud debido a la mayor presencia de patologías asociadas al envejecimiento.

Un hospital es, probablemente, el entorno más complejo que podamos imaginar. Ninguna industria tiene el grado de exigencia y, al mismo tiempo, el grado de complejidad que tiene un hospital. Tengamos en cuenta que un hospital de gran tamaño puede tener alrededor de 800 o 1.000 camas y cuenta con una plantilla de trabajadores que supera ampliamente las 3.000 personas, entre personal médico y de servicios auxiliares. Los hospitales reúnen todos y cada uno de los factores que suponen un desafío para un ingeniero industrial o profesionales afines. (Norlean, 2019)

Muchas de las aplicaciones de la Industria 4.0 ya están en uso en los hospitales. Citaremos algunas de las más importantes:

- Sensorización e Internet of Things: Los pacientes ingresados están monitorizados con sistemas electrónicos: sensores cardíacos, medidores de saturación de oxígeno en sangre, bombas de infusión intravenosa inteligentes (smartpumps), sensores de presión arterial.
- Automatización: Áreas como el laboratorio central de análisis de un hospital disponen de tecnología en la que la gran mayoría de procesos se realizan de forma automática.
- Robotización: Los robots quirúrgicos en los que el cirujano que los controla está sentado frente a una consola de control ya están presentes en muchos quirófanos y sus aplicaciones crecen día a día. Del mismo modo, muchos hospitales cuentan ya con almacenes robotizados en sus áreas de farmacia.
- Conectividad: Los grandes hospitales disponen de un sistema denominado PDMS (Patient Data Management System) que no es más que una red de recogida y procesamiento de datos, lo que permite desde la recepción de alarmas a distancia a la identificación correcta (usualmente mediante códigos de barras o QR) de la medicación prescrita electrónicamente, la gestión de las historias clínicas, restricciones en la dieta y, en definitiva, de todos los datos generados por el paciente antes, durante y después de su estancia en el hospital.
- Big Data: La cantidad de datos que se acumulan en las historias clínicas de millones de pacientes del sistema sanitario son, sin duda, una fuente de información muy valiosa, tanto para la prevención como para la mejora del tratamiento de las enfermedades. El cruce y la explotación de datos a gran escala ya están dando resultados en campos como la tipificación de tumores cancerosos para optimizar el tratamiento y mejorar las expectativas de curación del paciente. Y esto es sólo el principio.

- Machine Learning e Inteligencia Artificial: Tanto el campo del diagnóstico por imagen (radiología digital, TAC, imagen por resonancia magnética, PET, etc) como en aquellos tratamientos que requieren de uso intensivo de tecnología (como la radioterapia) los equipos más avanzados ya incorporan algoritmos que les permiten aprender de la experiencia, algo que resulta de vital importancia para el reconocimiento de las imágenes obtenidas y su diagnóstico rápido. Lo mismo sucede con las máquinas automáticas del laboratorio de análisis.

## 3.3. Avances que están revolucionando la medicina

La tecnología, que ha llevado al mundo a una constante transformación, es una herramienta con gran potencial de ayuda para los países en vías de desarrollo. Aunque esto es visible en todas las industrias, una de las más beneficiadas ha sido la industria médica, en especial en la atención a pacientes.

En Colombia, la eficiencia y la calidad de la atención son algunos de los principales problemas del sistema de salud. Un informe de Supersalud de 2017 concluye que la deficiencia en la efectividad de la atención es el principal motivo de descontento entre los usuarios. Además, persisten falencias en cuanto a cobertura. Según el Ministerio de Salud, los lugares con mayor número de afiliados al sistema son Bogotá con cerca de 7,5 millones de afiliados, y Antioquia con 6,1 millones, superando el 90% de cobertura de la población, en contraste con departamentos como Amazonas, Guainía y Vaupés, donde la cobertura sólo alcanza el 1% en sus principales centros poblados. El eHeatlh, a través del desarrollo de aplicativos tecnológicos, contribuye a contrarrestar estos problemas de vieja data.

A continuación, presentamos cuatro avances que ya se han implementado en Europa y Estados Unidos y que podrían tener un impacto significativo sobre el sistema de salud colombiano: (Carvajal Tecnología y Servicios, 2019)

### *3.3.1. Historia Clínica Única*

Ahora puede estar disponible de manera electrónica en cualquier rincón del mundo y a cualquier hora con solo un clic. Esto quiere decir que los médicos, sin barreras geográficas, podrán estar en capacidad de atender consultas a cualquier paciente eliminando esperas innecesarias y contando con el recuento de sus antecedentes médicos a la mano. En Colombia, a principios de este año, se presentó un proyecto de ley (310 de 2019) que busca crear la Historia Clínica Electrónica Única. A través de esta herramienta, los usuarios podrán acudir a consultas o reclamar medicamentos sin necesidad de llevar consigo copias físicas de la historia clínica, lo cual ayuda a la fluidez del sistema de salud y al bienestar de los pacientes.

### 3.3.2. La Interoperabilidad

Se convierte entonces en el reto a corto plazo para todos los proveedores colombianos de software en salud para que estén preparados para responder a los retos y estándares internacionales. La interoperabilidad es la manera mediante la cual se logra que los diferentes sistemas de información de los actores del sistema de salud ya sean prestadores, aseguradores o el mismo paciente, pueden visualizar, modificar y alimentar la historia clínica única.

### 3.3.3. La atención médica online

Antes de la pandemia de 2020, esta era una de las tendencias que ya tenía un ritmo ascendente en países desarrollados. Según un informe de BMC Public Health, el 71% de los usuarios de Internet en Europa y Estados Unidos recurre constantemente a servicios de diagnóstico médico online. Esta transformación en la forma como se presta atención médica puede ayudar a mitigar la sobrepoblación en las salas de urgencias en Colombia. Según estudios de la Universidad Javeriana, un alto porcentaje de los pacientes que llegan a urgencias, presentan condiciones que no requieren una atención médica inmediata. En el país ya se pueden ver iniciativas, las cuales buscan prestar atención médica a usuarios las 24 horas del día. Este tipo de iniciativas, permiten atender de manera virtual, pacientes que requieren atención prioritaria, pero no necesariamente presencial, liberando así las salas de urgencia para pacientes prioritarios que requieren la atención presencial.

### 3.3.4. El Big Data

Definido como la capacidad de almacenar y analizar grandes volúmenes de datos es uno de los mayores beneficios que ha traído la E-Heatlh, con el fin de facilitar la investigación médica sobre nuevas patologías o enfermedades. Estas herramientas, además de incrementar el porcentaje de diagnósticos oportunos, también puede traer una reducción en el gasto de atención en salud. Según un informe publicado por McKinsey en 2018, la aplicación de todos los proyectos de Big Data en salud podría llevar a una reducción en el gasto de $450 mil millones de dólares sólo en Estados Unidos.

## 3.4. La HealthTech y la pandemia de COVID-19

Todo el planeta empieza a desacelerar su ritmo de consumo y en simultánea la necesidad de productos de Health Tech o eHealth, crece de manera viral y global. Soluciones digitales en la salud, como lo son las consultas con especialistas a través de telemedicina o sistemas colaborativos de monitoreo de síntomas para poder medir y controlar el contagio se están adoptando en tiempo récord, un empujón que el sector necesitaba. En esta nueva

normalidad estamos enfrentando el reto de la digitalización a todo nivel. Las empresas que nunca habían trabajado remoto se vieron obligadas a hacerlo y muchos sectores que no existen en el mundo digital están considerando el cambio de rumbo como su único camino. Así mismo, la digitalización de nuestra atención médica se somete a una prueba dura y reveladora; en última instancia, estamos viviendo las fortalezas y debilidades de las infraestructuras del sistema de salud actual y del sector eHealth.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que se proteja lo mejor posible al personal de la salud. Se promueve un "distanciamiento médico" que en especialidades como dermatología, diabetes y cardiología se puede respetar o seguir gracias a la telemedicina. Dichas especialidades pueden ofrecer sus servicios con alto nivel de calidad, siendo esta una de las fortalezas de las Startups de eHealth. Antes del Covid-19 las consultas respiratorias a través de sitio 1DOC3[1], eran del 15 %, hoy día son más del 50 % de las consultas. Para Javier Cardona su CEO, una de las grandes conclusiones de este momento es que la teleconsulta va a seguir creciendo, incluso cuando ya el distanciamiento haya pasado. "Un paciente tiene un problema y va seguir recurriendo a servicios digitales para su solución, pues esta coyuntura está forzando al sistema a adoptar estas alternativas para mayor seguridad y conveniencia", afirmó Cardona. (García Fakih, 2020)

Estos servicios en su mayoría privados ya los han empezado a adoptar desde 2014 algunas entidades prestadoras de salud, sin embargo, la capacidad del sistema actual para brindar telemedicina en Colombia aún es incipiente. Una oportunidad para el sistema tradicional de salud es que adopten estos servicios para que dejen de ser únicamente valores agregados de algunos seguros médicos, y se conviertan en una alternativa que complementen los servicios públicos de salud.

Uno de los retos de la HealthTech está relacionado con los adultos mayores, en términos de apropiación de nuevas tecnologías y por ser una de las poblaciones de mayor vulnerabilidad y necesidad de acceso a servicios de salud. La apropiación de soluciones digitales se ha acelerado en todos los niveles por causa del coronavirus y el sector salud es uno de los más relevantes. El telemonitoreo de síntomas está siendo determinante en esta pandemia y abre la puerta a oportunidades colaborativas no exploradas y en muchos países no reguladas aún sobre el uso y manejo de la información que proveen los pacientes directamente.

[1] 1DOC3 es un sitio web colombiano que le permite a sus usuarios formular preguntas relacionadas al campo de la salud anónimamente, las cuales son respondidas por profesionales en el área de la Medicina. La plataforma de 1doc3 empezó a funcionar desde el 15 de junio de 2014. Aproximadamente al mes de estar en línea poseía unos 2500 usuarios registrados y más de 10.000 preguntas, principalmente en temas de sexualidad, pediatría y dermatología. Los usuarios pueden hacer consultas médicas registrando el correo al cual recibirá las respuestas, así como crear una contraseña e indicar el sexo y la edad, datos que son básicos para guiar a los especialistas que atienden cada caso. En este sitio web participan unos 1.000 médicos de Colombia, México, Perú, Venezuela y Ecuador. Los profesionales deben registrarse en la página de 1doc3 y esperar a que a que el sitio avale ante las autoridades competentes su identidad antes de que puedan responder a las consultas.

## 3.5. El Covid-19 ha Impulsado la Implementación de la Telemedicina en Colombia

Hasta inicios de 2020, la implementación de la telemedicina en el país había avanzado con lentitud, pero la coyuntura del Covid-19 hizo que su uso se acelerara, puesto que permite descongestionar los puestos de salud y ahorrar tiempo en los traslados.

De acuerdo con lo reportado en el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud -REPS, con corte al 30 de septiembre de 2020, en Colombia 2.371 sedes de prestadores inscritos con un total de 9.179 servicios habilitados en la modalidad de telemedicina, ubicados en 400 municipios del país. El 62,13% de las sedes de prestadores inscritos están ubicadas entre Antioquia, Bogotá, Valle del Cauca, Atlántico y Cundinamarca, quienes aportan el 6,29% de los servicios habilitados en la modalidad de telemedicina.

De acuerdo con el Ministerio de Salud, entre el 1 de enero y el 30 de septiembre del 2020, hubo un incremento de 117% en las sedes de prestadores de servicios de salud con modalidad de telemedicina y un 192% en los servicios ofrecidos en esta modalidad.

En orden de demanda, los cinco servicios más habilitados en telemedicina son: medicina interna, psicología, nutrición y dietética, dermatología y diagnóstico cardiovascular, respectivamente. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020)

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral (ACEMI), de febrero a mayo de 2020, las EPS del régimen contributivo adscritas al gremio realizaron más de 2,8 millones de teleconsultas. En febrero, antes de la llegada del nuevo coronavirus al país, de las medidas de aislamiento, de la cuarentena general y del estado de emergencia, las aseguradoras de este gremio hicieron 19.341 atenciones por telemedicina, teleconsulta o teleorientación, en mayo esa cifra pasó a 1’447.248, un aumento del 7.482%. (Unidad de Salud, El Tiempo, 2020)

## 3.6. Dispositivos médicos innovadores: 3 nuevas tendencias

Los dispositivos médicos han sufrido una evolución técnica importante en los últimos años, aunque muchas veces su función es similar a la de dispositivos de hace 20 años, ya que los métodos y modos de medición son los mismos, si existen mejoras en representaciones gráficas u otras funcionalidades específicas. Esto demuestra la facilidad con la que puede avanzar la tecnología de medición y monitorización de pacientes y lo costoso que es hacerlo con la tecnología que afecta al paciente directamente.

A continuación, se detallan tres nuevas tendencias en dispositivos médicos innovadores:

- La combinación de dispositivo y medicamento (DDCs):

Los DDCs permiten el suministro de medicamentos con efectos secundarios graves en menores dosis. La tecnología promete mejorar la vida de millones de pacientes. Según un estudio de mercado reciente, el mercado de los DDCs está creciendo un 8% anual y podría

llegar en 2024 al 30% de los 600 mil millones de dólares invertidos en la compra de dispositivos médicos a nivel mundial.

El parche transdérmico (de nicotina) es un ejemplo que se ha visto durante décadas, pero durante mucho tiempo ha sido el único. Los DDCs incluyen también los dispositivos conectados, como puede ser un inhalador inteligente que se conecta a una app móvil para registrar la tasa y dosis de uso. Los sensores implantables que miden la glucosa en sangre con bombas de insulina servocontroladas ya son algo normal en el control de la diabetes, por ejemplo. En 2019, la colaboración entre Bigfoot Biomedical y Eli Lilly anunció que mejorarán las dosis de insulina mediante la integración de inteligencia artificial en la bomba. Este desarrollo se encuentra todavía en la fase de prueba de concepto.

- Sanidad preventiva y predictiva:

Ayudar a las personas mayores a ser independientes y autosuficientes en el hogar durante más tiempo mejora su calidad de vida y libera financiación sanitaria.

De acuerdo con un estudio publicado en España, sobre “el uso proactivo, reactivo y personalizado de la tecnología para dar apoyo a las personas mayores en sus hogares” en colaboración con el fabricante de equipos Tunstall, demostró que esa tecnología, incluyendo los sensores fijos en el hogar y los wearables combinados con dispositivos de alerta, reducían las llamadas de emergencia un 54% y los desplazamientos de ambulancia un 36%.

El empleo tanto de datos biométricos como de estilo de vida, procesados por inteligencia artificial y combinados con big data de una sección poblacional más amplia ayudará a la predicción o detección temprana de la aparición de problemas de salud antes de que se conviertan en problemas agudos o irreversibles.

El gran problema es, por supuesto, la seguridad y la privacidad de los datos. Algunos marcadores de las enfermedades aparecen en nuestro ADN, por ejemplo, algo que nadie está dispuesto a confiar a una base de datos pública destinada a investigaciones. La gente debe tener el control de sus propios datos, al mismo tiempo que permiten la recolección anónima de datos para apoyar la investigación comunitaria.

Por último, la prevención y la predicción se pueden combinar con fitness. El objetivo principal de los dispositivos de fitness ya no es mejorar el aspecto o la competitividad deportiva. Estos equipos pueden recolectar datos de una simple caminata de 20 minutos al día, información que permite a los sensores biométricos evaluar parámetros de salud clave y detectar patrones. Los dispositivos como los Fitbits ya evolucionan en esta dirección, aunque todavía a un nivel primitivo.

- Autocuidado y autogestión

Los dispositivos médicos innovadores son importantes por tres razones:

1. La OMS registra actualmente una falta de 7 millones de profesionales sanitarios, lo que se estima que llegará a 18 millones en 2050. Las tecnologías de autocuidado pueden sustituir parcialmente esta falta.
2. La involucración y motivación de los pacientes, desde el autocuidado, puede resultar en muchos casos en mejores terapias.
3. La dignidad y orgullo de la autosuficiencia

El número de aplicaciones disponibles relacionadas con la gestión de enfermedades alcanza ya los miles, desde simples recordatorios para las pastillas hasta la integración de mSalud (Salud Móvil) con sensores biométricos.

En lo que a equipos se refiere, existen diferentes dispositivos en el mercado con muchas funcionalidades y beneficios, a continuación, se mencionan algunos ejemplos:

- Quanta Dialysis Technologies hizo posible la diálisis renal casera, con esta tecnología, el 80% de los pacientes son capaces de autoadministrarse la diálisis en casa, donde pueden extenderse hasta 8 horas, o hacerla durante la noche mientras duermen, reduciendo así los incómodos efectos secundarios que se dan con diálisis administradas en 3 horas en la clínica, además, elimina la necesidad de que el paciente vaya a la clínica a entrar en contacto con otras infecciones.
- También están surgiendo nuevas soluciones de autocuidado en el olvidado mercado de la audición. Los IQbuds2 MAX de Nuheara son auriculares Bluetooth y tienen una función de audífono, permite incorporar ensayos de audición y la fórmula médica NAL-NL2 para ajustar el perfil de amplificación con la pérdida de audición individual. De forma similar, Apple ha anunciado hace unas semanas que van a mejorar su Airpod Pro con una función de audífono.
- Radiografías a color: esta nueva tecnología se utiliza para obtener imágenes más detalladas y precisas que las radiografías tradicionales en blanco y negro y así, contribuir de una mejor manera a un mejor diagnóstico médico.
- Vendajes eléctricos: son vendajes que generan un campo eléctrico alrededor de las heridas en la piel y reducen su tiempo de curación. Es un sistema revolucionario que actúa mediante un nanogenerador portátil creado con la superposición de láminas de polietrafluoroetileno, lámina de cobre y teraftalato de polietileno. (Hernández, 2019)
- Auricular llamado MJN-Seras, utilizado para las personas que sufren de ataques epilépticos, el cual, por medio del canal auditivo, monitoriza la actividad del cerebro, y avisa al usuario de las posibilidades de sufrir una crisis mediante un juego de colores; verde si la actividad es normal, amarillo señala riesgo medio de crisis para tomar las primeras precauciones y, el color rojo, te avisa cuando la convulsión es inminente. (Agenda Pro, 2020)

Cuando se unen el autocuidado y la autogestión a los dispositivos de consumo, como los ejemplos anteriores, se elimina la etiqueta de paciente para convertir al usuario en un consumidor de salud. (Ennomotive, 2020)

## 3.7. El mercado mundial de manufacturas de dispositivos médicos

En el sector de fabricación de dispositivos médicos, la consultora internacional Euromonitor pronosticó el mayor crecimiento durante 2017-2025 en términos de valor absoluto para China, Irlanda, Estados Unidos, Alemania, Japón, Israel, México, Suiza, Singapur e Italia. Según esta misma consultora, Estados Unidos, Alemania y China, los mayores productores de equipos médicos en 2017, mantendrán sus posiciones de liderazgo durante el período hasta 2025. En este mismo periodo, la evolución positiva de la industria en países como Irlanda, Israel y Singapur los colocará entre los países con mayor producción. (Euromonitor International, 2018)

A continuación, pueden observarse los países líderes en el sector de fabricación de dispositivos médicos con su crecimiento del volumen de negocios (en USD millones) y sus tasas de crecimiento en la facturación (%), durante el periodo 2017-2025. La fuerte demanda, el entorno legislativo y técnico positivo junto con un sólido gasto en I + D y las inversiones en innovación y conocimientos técnicos serán los principales impulsores de un crecimiento excepcional.

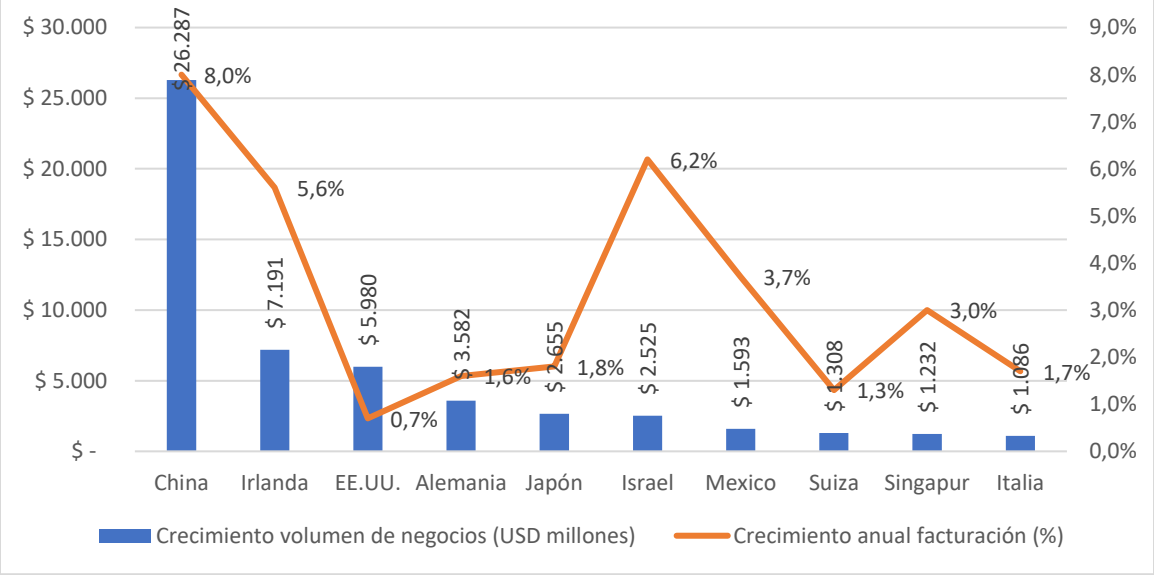


*Ilustración 5 Países líderes en el sector de fabricación de dispositivos médicos. Crecimiento del volumen de negocios (en USD millones) y sus tasas de crecimiento en la facturación (%), 2017-2025*

A continuación, puede observarse cuál es la expectativa sobre la industria del cuidado de la salud y el gasto del consumidor en productos para la salud en América Latina para el periodo 2017 a 2025. Pueden identificarse países como Perú o Chile en los cuales se dará un incremento del 4% aproximadamente en gastos en bienes y servicios médicos por parte del consumidor y Argentina donde este mismo incremento estará cercano al 3%, pero donde el volumen de facturación por parte de hospitales y servicios médicos crecerá cerca

de un 7% en promedio entre los años 2017 a 2025. El mercado de mayor tamaño en la región es Brasil, México y Argentina le siguen con un tamaño del mercado similar entre sí.

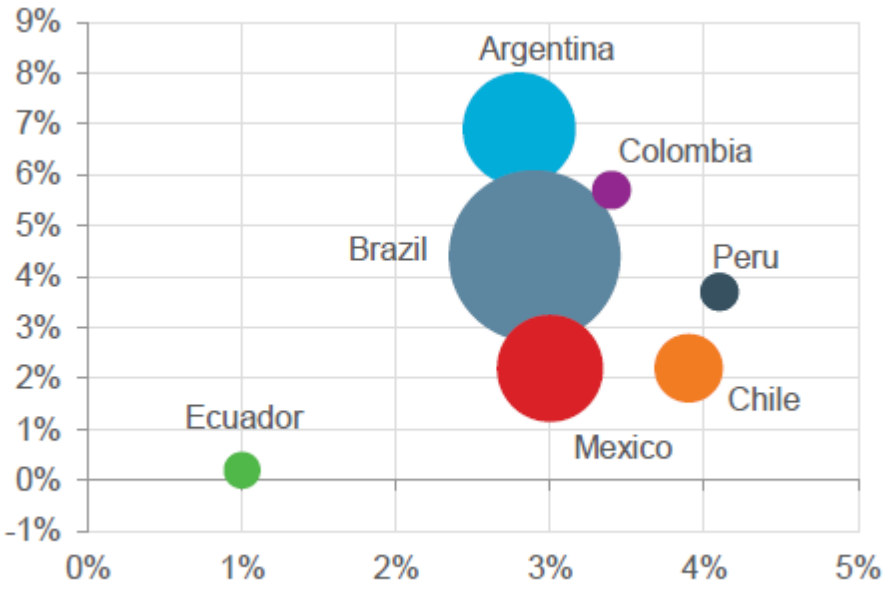


*Ilustración 6. Futuro de la industria del cuidado de la salud y gasto del consumidor en productos de salud, América Latina, 2017-2025. Eje X: Crecimiento promedio del gasto del consumidor en bienes de salud y servicios médicos; Eje Y: crecimiento promedio del volumen de facturación por parte de hospitales y servicios médicos; la dimensión de la burbuja está dado por el tamaño del mercado en cada país durante el año 2017. Fuente: (Euromonitor International, 2018)*

### *3.7.1. Avances internacionales en el mercado de dispositivos médicos*

- Galway, Irlanda, es el hogar de uno de los grupos de tecnología médica más importantes de Europa. El clúster pudo atraer una inversión extranjera directa considerable, gracias a las políticas gubernamentales de apoyo. Galway alberga a actores globales como Medtronic y Boston Scientific.
- Los sensores inteligentes se encuentran entre los productos clave que se están desarrollando en Japón para ayudar a cuidar a los ancianos, ayudando a minimizar los costos de atención y eliminando la necesidad de trabajadores de cuidados. Por ejemplo, Z–Works es una puesta en marcha de sensores inteligentes que ofrece soluciones para el cuidado del hogar. Recientemente, la compañía ganó un contrato por valor de USD 3,6 millones para implementar sistemas de monitoreo remoto en 115 residencias de ancianos en Japón.
- Check-Cap es una empresa de diagnóstico médico en etapa clínica con sede en Israel. La compañía está desarrollando una cámara-píldora destinada a detectar el cáncer colorrectal en personas mediante el uso de imágenes de rayos X para mapear el colon. En 2017, la compañía probó la píldora con sus primeros 100 pacientes. Desde principios de 2018, Check-Cap comenzó una prueba piloto en los EE. UU.

- El clúster de dispositivos médicos de Baja California (México) es uno de los clústeres de dispositivos médicos más grandes de América del Norte. El clúster ha estado en auge en los últimos años y es el clúster más grande con alrededor de 620.000 empleados. El clúster seguirá creciendo rápidamente, a medida que nuevas empresas (como Össur y Fisher & Paykel Healthcare) continúen estableciendo su presencia en la región.

- Sequana Medical es una empresa de dispositivos médicos en etapa comercial que se especializa en el manejo de la sobrecarga de líquidos en pacientes. El producto principal de la compañía es un sistema de bomba programable e implantable para eliminar el exceso de líquido en la vejiga en pacientes con enfermedades hepáticas, cáncer e insuficiencia cardíaca. Sequana Medical ya pudo recaudar USD 9,3 millones de fondos en 2015.

- La localidad italiana de Mirandola es reconocida en el extranjero como “el Silicon Valley biomédico italiano”. Muchas empresas multinacionales han optado por ubicar sus centros de investigación y producción en Italia, lo que también contribuye a incrementar el crecimiento de la industria. Según Assobiomedica, Italia tenía 250 empresas biomédicas innovadoras que se centran en la producción de diagnóstico molecular y de laboratorio, la producción de dispositivos quirúrgicos, la monitorización, la rehabilitación y el diagnóstico electromédico.

### *3.7.2. Algunos datos del mercado de dispositivos médicos*

- Se estima que el sistema de salud gastará USD 98.000 millones en equipos médicos y quirúrgicos en los EE. UU. en 2025.
- Se prevé un crecimiento del 24% para el gasto de los consumidores estadounidenses directamente en productos y servicios de atención médica durante el período 2017-2025.
- Alemania tiene el 13% de todas las patentes concedidas en Europa y es el exportador Nº en el continente.
- Durante 2017, se gastaron USD 23.000 millones en dispositivos médicos en el sector de la salud de Japón.
- El 55% de la población mundial de 65 años o más residirá en Asia Pacífico para 2025
- Entre 2011 y 2016 se presentó un crecimiento del 55% en las exportaciones de dispositivos de electrodiagnóstico, ultravioleta e infrarrojos.

## 3.8. El mercado actual de la tecnología médica en América Latina

De acuerdo con Reddi, la asimilación del uso de tecnologías médicas y el crecimiento exponencial de la población, así como el aumento y desarrollo de distintas enfermedades, ha llevado a las instituciones médicas a ampliar sus inventarios de equipos. Además, resalta que entre los equipos médicos más comercializados están los siguientes:

- Las máquinas para capnografía, utilizadas para controlar la respiración durante procedimientos médicos.

- Las máquinas de resonancia magnética y los equipos de ultrasonido, que ya cuentan con un uso generalizado en el campo de la medicina.
- Las máquinas de hemodiálisis, cuyo sistema bombea la sangre de los pacientes a través de un dializador.

Según la Consultora en Salud Global Health Intelligence (GHI), la proyección en cuanto a innovación y desarrollo tecnológico en América Latina es favorable pues los hospitales latinoamericanos están cada vez más comprometidos con la inversión en tecnología médica. (Reddi, s.f.)

## 3.9. Tecnología de punta en el Sector Salud de Colombia

En Colombia, hay varias instituciones que han realizado inversiones importantes en los últimos años para la adecuación de tecnología de última generación en servicios diagnósticos, cirugía y radiografías en alta definición, con el objetivo de ofrecer servicios con mayor valor para los pacientes, logrando diagnósticos más precisos, tratamientos más específicos y tiempos de recuperación más cortos.

A continuación, se detallan algunas de las innovaciones en tecnología médica:

- Cirugía robótica: programas de cirugía asistida por robot a través del Sistema Quirúrgico Da Vinci, tecnología que existe en el mundo hace muy poco, y su utilización se ha posicionado como la forma más frecuente para operar en países desarrollados gracias a los beneficios que representa el uso de esta tecnología en el resultado clínico del paciente.
  Esta tecnología permite superar las limitaciones propias de la cirugía convencional y laparoscópica, al potenciar en términos de visión, precisión y control las habilidades del cirujano. El robot Da Vinci, por ejemplo, permite perfeccionar los movimientos del cirujano, ya que cuenta con una visión superior en 3D, pinzas articuladas con movimientos en 7 sentidos, corrección del temblor y del rango de movimiento, entre otros.

- Equipos de diagnóstico específico: el país está a la vanguardia en este tipo de equipos, algunas instituciones están usando resonadores con el doble de potencia

en relación a los resonadores existentes más comunes. Además, cuenta con equipos TAC General Electric Revolution Evo, que son más precisos en los diagnósticos, de alta fidelidad y menor radiación, lo que es ideal para realizar exámenes en niños y mujeres debido a la reducción significativa de la radiación, además, su tecnología permite reducir en las imágenes la aparición de prótesis o elementos metálicos ayudando a mejorar notablemente la calidad y el diagnóstico del paciente. (Semana, 2018)

Además, mediante la Rueda de Negocios Virtual "Negociando con Seguridad" que se realizó en mayo del 2020 se dieron a conocer nuevas tecnologías 4.0 y 5.0 para automatizar, simplificar y mejorar la calidad de atención y mitigar el contagio al personal médico de los diferentes hospitales del país. A través del Showroom virtual que dispuso la feria se pudieron identificar las últimas tecnologías diseñadas para el sector salud:

- Videovigilancia IP: esta solución tecnológica que tiene como fin realizar una vigilancia remota, pero eficaz, de los pacientes de alto riesgo a través de cámaras integradas, con generación de alarmas al personal médico de turno sobre el estado de salud del paciente, así como su aspecto, respiración, movimientos u otros comportamientos que indiquen un riesgo para su salud con absoluto respeto a su privacidad.
- Robots para desinfección: equipos robóticos encargados de ejecutar protocolos de desinfección (Covid-19) en diferentes espacios de manera autónoma, a través de tecnología uv o ultravioleta, para la desinfección de agua, aire y superficies. Así mismo, además, robots diseñados para realizar asistencia al personal de servicio para disminuir el contacto persona a persona.
- Puertas Automáticas: con sistemas automatizados de reconocimiento a distancia, diseñadas para las exigencias del sector de la salud para quirófanos, salas de radiología y salas blancas, entre otras. Estas puertas no solo reducen el contacto físico con los monitores de acceso sino también permiten un sellado semi-hermético garantizando la máxima higiene al interior de los ambientes hospitalarios.

## 3.10. Balanza comercial sector de dispositivos médicos en Colombia

En Colombia, la balanza comercial de dispositivos médicos ha sido variable, durante el periodo enero a marzo 2019 - enero a marzo 2020, se registró un déficit del -13,1% en las exportaciones, un crecimiento del 2,1% en importaciones y un incremento del 3,3% en la balanza comercial.

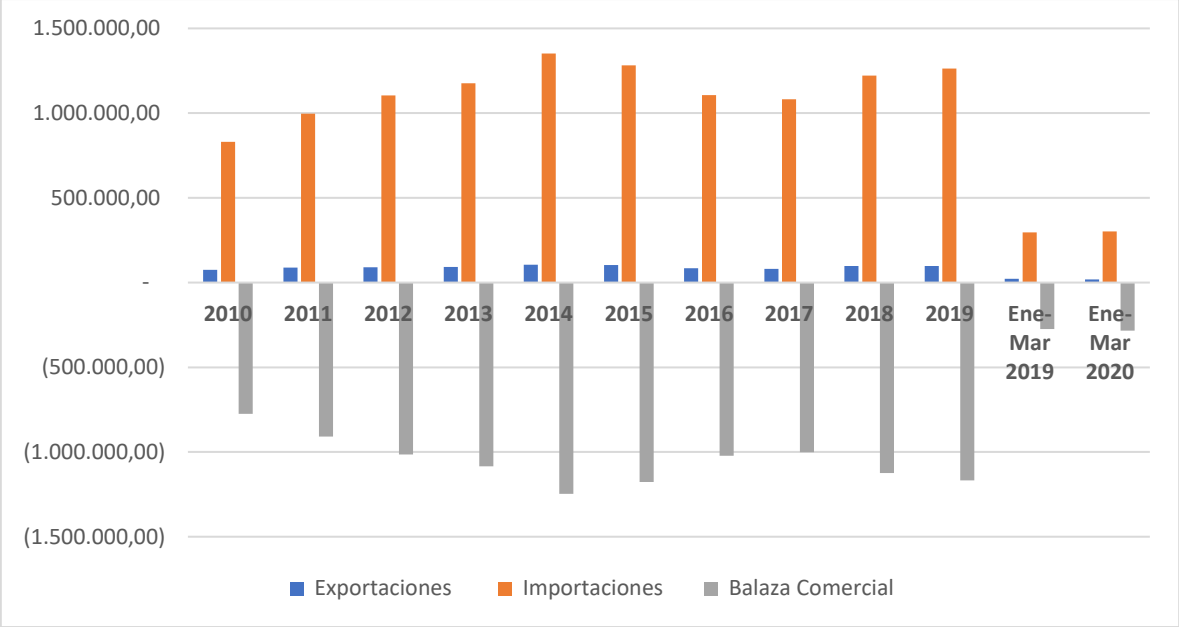


*Ilustración 7 Balanza comercial de dispositivos médicos en Colombia. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020)*

El crecimiento de las exportaciones respecto al mismo periodo del año 2019 fue de 13,1%. La Partida con mayor crecimiento respecto al mismo periodo fue la 3402909900 con 17,0% y la que más decreció fue la 9018390000 con -45,8% como se observa en la siguiente ilustración:

| Partidas | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Ene- Mar 2019 | Ene- Mar 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Las demás posiciones | 26,9% | 34,0% | 37,0% | 39,6% | 44,5% | 45,6% | 41,1% |
| 9018312000 Jeringas de plástico, incluso con agujas. | 2,6% | 1,6% | 8,0% | 3,8% | 3,9% | 4,5% | 3,3% |
| 3006101000 catguts estériles y ligaduras estériles similares, para suturas quirúrgicas (incluidos los hilos reabsorbibles estériles para cirugía u odontología) | 5,9% | 7,1% | 18,0% | 2,2% | 0,8% | 0,4% | 0,6% |
| 9021210000 Dientes artificiales. | 6,8% | 8,5% | 4,0% | 7,2% | 7,3% | 6,4% | 8,7% |
| 3402119000 los demás agentes de superficie orgánicos, aniónicos, incluso acondicionados para la venta al por menor. | 26,0% | 9,7% | 15,0% | 14,5% | 9,1% | 13,7% | 13,0% |
| 9018909000 los demás instrumentos y aparatos de medicina y cirugía, odontología, o veterinaria. No incluidos antes. | 16,0% | 18,5% | 4,0% | 18,4% | 17,8% | 16,1% | 18,6% |
| 3005101000 esparadrapos y venditas, con una capa adhesiva, impregnados o recubiertos de sustancias farmacéuticas o acondicionados para la venta al por menor con fines médicos, quirúrgicos, odontológicos o veterinarios. | 15,9% | 20,5% | 14,0% | 14,3% | 16,6% | 13,4% | 14,7% |

*Tabla 3 Partidas más importantes del total de las exportaciones (2015/Ene- Mar 2020) Cifras en Mil US$. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020)*

El crecimiento de las importaciones respecto al mismo periodo del 2019 fue de 3%. La partida con mayor crecimiento fue 9021399000 Demás artículos y aparatos de prótesis. con 30,4% y la que más decreció fue 9018390000 Cateteres, cánulas e instrumentos similares con -17,3% como se observa en la siguiente ilustración:

| Dispositivos | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Ene- Mar 2019 | Ene- Mar 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Las demás posiciones** | 55% | 57% | 53% | 56% | 58% | 57% | 58% |
| **9021900000 - Demás artículos y aparatos que lleve la propia persona o se le implanten para compensar un defecto o una incapacidad.** | 8% | 6% | 7% | 5% | 5% | 4% | 4% |

| Dispositivos | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Ene- Mar 2019 | Ene- Mar 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9021102000 - Para fracturas | 9% | 9% | 9% | 10% | 9% | 10% | 9% |
| 9021399000 - Demás artículos y aparatos de prótesis. | 11% | 11% | 11% | 10% | 8% | 7% | 9% |
| 9018390000 - Catéteres, cánulas e instrumentos similares. | 18% | 17% | 19% | 19% | 21% | 22% | 20% |

*Tabla 4 Principales dispositivos médicos importados (2015/Ene- Mar 2020) Cifras en Mil US$. Fuente: (ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud, 2020)*

## 3.11. Casos de innovación y desarrollo en tecnología médica en Colombia

De acuerdo con Reddi, Agencia de Desarrollo Tecnológico, la importancia de invertir en tecnología médica y proyectos innovadores gira en torno a la necesidad de potenciar las empresas tecnológicas, reducir los costos de acceso a procedimientos médicos y mejorar la eficiencia del sistema de salud.

En enero de 2020 se dieron a conocer los resultados de los ganadores de una convocatoria realizada por la revista tecnológica del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), entre los cuales fueron premiados 4 proyectos colombianos, que aunque no son reconocidos en el campo de tecnología médica para ser usada en hospitales, si pueden generar un impacto positivo en el sector salud. Estos fueron los cuatro proyectos colombianos ganadores:

- NanoPro, un dispositivo que permite eliminar bacterias, virus y hongos del agua sin afectar su color, sabor y olor, y que no necesita energía para funcionar. El proyecto partió de la necesidad de desarrollar un dispositivo para purificar el agua de comunidades rurales, que no tienen acceso a agua potable ni recursos económicos para filtros especializados.
- Desarrollo de sondas para monitorear la calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, color aparente, turbidez y concentración de metales pesados). El objetivo de esta iniciativa es conocer la calidad del agua en zonas remotas del país para así empoderar a los habitantes y prevenir la contaminación por metales pesados.
- Encapsular en gotas un medicamento para tratar la retinopatía diabética, el cual antes se aplicaba por medio de una inyección en el ojo. La retinopatía diabética es un efecto de la diabetes que causa ceguera, y su tratamiento por inyección provoca molestias y rechazo por parte del paciente.
- Dispositivo que deshumidifica el aire y condensa el agua para que los habitantes de regiones alejadas de las ciudades tengan acceso a agua potable. El dispositivo funciona a base de energía solar, baterías térmicas cuando no brilla el sol y energía eólica. (Reddi, s.f.)

## 3.12. Retos frente a la cuarta revolución industrial y las tendencias en salud

De acuerdo a la Universidad de Antioquia (Universidad de Antioquia, 2019), los principales retos que tiene el sector salud frente a la industria 4.0 son:

- Mejorar la eficiencia y contribuir al bienestar de la población, es evidente que algunas de estas tecnologías llegarán a presionar las finanzas de los sistemas de salud, por sus altos costos. Por ello, emergen retos regulatorios, éticos y fiscales, que obligarán al sector salud a perfeccionar las formas de relacionamiento entre los actores, las formas de pago y los procesos orientados a optimizar el uso de los recursos. Es posible que estemos en el inicio de una época de relaciones disruptivas entre los actores del sector, en el cual desempeñan un rol notorio las empresas de tecnología.

- La privacidad, seguridad, gobernanza y análisis de los datos big data en general, así como la valoración adecuada de la efectividad y seguridad de las nuevas tecnologías, especialmente para el caso del software, dispositivos vestibles y otro tipo de aplicaciones, son los dos retos generales. Adicionalmente, los paradigmas de «medicina basada en la evidencia» y el uso de «evidencia de la vida real», obtenida por big data, serán objeto de discusiones sobre su aplicabilidad.

- En la era de la 4RI, el paciente estará altamente conectado, dispondrá de la medición en tiempo real de parámetros biológicos e historia clínica autogestionada. Adicionalmente, estará más involucrado y, por eso, el derecho a la salud incorporará la corresponsabilidad, demarcando lo que podría ser una nueva ciudadanía en salud. Por ello, el sector no solo requiere talento humano con habilidades y competencias en ciencia de datos, sino también sensible a la información generada.

- La velocidad del avance de las ciencias de la salud requiere un abordaje amplio, con una mirada de impacto social. En este sentido, es clave que el estudiante del área de la salud sea formado como un ciudadano integral, con visión social y fortalecido en la ética del cuidado; además, debe estar preparado para el cambio vertiginoso, la explosión de información y para mantener al ser humano como el centro del proceso y el beneficiario principal de la utilización de los robots, la inteligencia artificial y las demás formas novedosas de interacción y transacción, que se consolidarán con el posicionamiento de la 4RI.

# 4. Tendencias y perspectivas de la salud 4.0

Los servicios de prevención y tratamiento de las enfermedades no transmisibles (ENT) se han visto gravemente afectados desde el comienzo de la pandemia de COVID-19, según una encuesta de la Organización Mundial de la Salud (paho.org, 2020) llevada a cabo en 155 países durante el mes de mayo de 2020; el impacto es mundial, pero los países de ingresos bajos son los más afectados. Esta situación es muy preocupante porque las personas que viven con ENT corren un mayor riesgo de enfermar gravemente de COVID-19 y morir.

Cabe recordar que las enfermedades no transmisibles matan a 41 millones de personas cada año, lo que equivale al 71% de todas las muertes a nivel mundial. Cada año, 15 millones de personas mueren a causa de una ENT entre los 30 y los 69 años; más del 85% de esas muertes “prematuras” se producen en países de ingresos bajos y medios.

## 4.1. Salud 4.0, tendencia en Latinoamérica (Healthnology News, 2019)

Según el sitio Healthnology (Healthnology News, 2019), la tecnología es una constante en nuestras vidas que ha propiciado drásticos cambios en muchos aspectos de la sociedad. El ámbito de la salud ha sido uno de los más favorecidos y ha propiciado importantes avances y novedades. Entre otros logros se encuentran la realidad aumentada, interfaces entre el cerebro y las máquinas, experiencias de realidad virtual o nanobots.

Un informe elaborado por la consultora EY sobre megatendencias descubre, entre otras cosas, cómo la sociedad se está beneficiando con la reformulación de la salud 4.0. La asociación entre empresas de salud y empresas digitales o tecnológicas está dando sus frutos y están posibilitando nuevos dispositivos móviles o innovadores medicamentos gracias al negocio en que se están convirtiendo las plataformas de salud. Estos cambios han sido promovidos, en parte, por el papel que pacientes y consumidores están realizando en Latinoamérica. Cada vez utilizan más la tecnología para tomar decisiones y las empresas, por su parte, tienen que ser capaces de ofrecer a sus clientes las experiencias que éstos demandan.

Para los autores del informe, la salud 4.0 permitirá la fusión de los mundos biológico, digital y físico, con una Inteligencia Artificial que augura transformarlo todo, siempre y cuando las diferentes tecnologías funcionen sin causar problemas entre ellas y optimizando el uso de los datos. Las nuevas tecnologías, sin duda, van a seguir transformar significativamente el mundo de la salud, mejorando la calidad de vida de una población latinoamericana cada vez más envejecida. Se está produciendo un cambio en el paradigma de la salud, dando lugar a un modelo predictivo, personalizado, proactivo y participativo.

## 4.2. La salud digital, pieza clave para la atención en salud en el futuro

### *4.2.1. La presencia de la salud digital*

La crisis generada por la Covid-19 ha acelerado todo el proceso de forma poco esperada. La salud digital ha desempeñado un papel clave en muchos momentos y se ha puesto en primera línea en numerosas ocasiones. De alguna manera, la salud digital ha pasado de ser “la eterna promesa” a entrar a formar parte indiscutible en el día a día de muchos profesionales de la salud, pacientes, cuidadores, familiares… de la sociedad en general. Al mismo tiempo se ha puesto de manifiesto que queda mucho camino por recorrer. A menudo las herramientas ya las tenemos preparadas, pero el cómo se incrustan en un proceso asistencial y cómo se consigue que su uso se generalice son aspectos que conviene discutir.

### *4.2.2. Un nuevo paradigma de comunicación entre personal sanitario y pacientes*

Las interacciones entre pacientes y sus familiares estas últimas semanas, sí o sí, han tenido que ser a través de herramientas digitales. Gran número de las relaciones médico-paciente en el entorno de la atención primaria se han hecho a través de consultas telefónicas o bien mediante el uso de las herramientas digitales de las que ya dispone el sistema. La comunicación, ya sea entre médico y paciente, entre pacientes y familiares, o bien entre profesionales sanitarios, no puede ser la misma si es digital o analógica. Hay que aprender estrategias y desarrollar las competencias necesarias para que el mensaje que se quiera transmitir llegue de forma empática y tan asertiva como sea posible. En la era de la salud digital post Covid-19 es importante plantearse cómo se llevará a cabo la monitorización de personas enfermas crónicas o de pacientes ingresados en los hospitales una vez sean dados de alta. ¿Cómo serán nuestros hospitales? ¿Las y los pacientes deben estar más o menos tiempo hospitalizados? ¿El uso de las herramientas digitales nos permitirá hacer un seguimiento más eficaz y continuado de pacientes sin necesidad de estar fuera de sus entornos habituales, siempre que no se esté produciendo una situación grave?

### *4.2.3. La APPs de salud, una herramienta con margen de mejora*

Las aplicaciones que los diferentes sistemas sanitarios han desarrollado en tiempo récord son herramientas para tener en cuenta de cara al manejo de futuros brotes epidémicos y para mejorar el autodiagnóstico y la alfabetización en salud de la población. Sin embargo, han generado mucha controversia. Se han analizado diferentes posibilidades tecnológicas para poder llevar a cabo el seguimiento de contactos sin que ello conlleve la pérdida del anonimato de los usuarios de estas aplicaciones. A nadie se le escapa que, en el momento actual, los datos son una fuente de negocio indiscutible, a la vez que constituyen una herramienta muy atractiva para ciertos gobiernos con el fin de controlar a la población. Por otra parte, en un mundo global en el que, al menos hasta mediados de marzo, la movilidad

de personas de punta a punta del planeta era bastante habitual, el seguimiento de los contactos deja de ser un asunto limitado en el territorio y pasa a tener dimensiones globales. Esto conlleva otros problemas relacionados con la falta de estándares y de estrategias o herramientas comunes entre los diferentes territorios. Existen ya iniciativas que intentan desarrollar aplicaciones versátiles que puedan adaptarse a la realidad de cada sistema sanitario, pero no se trata de un asunto de fácil solución.

### *4.2.4. La inteligencia artificial y el big data en la salud digital*

Finalmente, otro elemento que ya hace tiempo que resulta muy atractivo para el manejo de la salud, ya sea individual o poblacional, es la inteligencia artificial. Su uso resulta aún limitado, pero a medio plazo es probable que sea un coadyuvante muy importante en las tareas asistenciales, en la planificación de los servicios sanitarios o bien en el propio control de los factores de riesgo. Sin embargo, no hay que olvidar que para ello es importante disponer de muchos datos y de datos buenos. Durante la gestión de la pandemia se ha visto claramente que no es un asunto banal la recogida, gestión y presentación de los datos. Son aspectos que no son tan objetivos ni determinantes como puedan parecer y es importante disponer de los mecanismos y los profesionales suficientemente competentes para recoger estos datos y presentarlos de manera que sea relativamente fácil tomar decisiones basadas en muchos datos buenos.

### *4.2.5. La salud digital en el futuro inmediato*

En la nueva normalidad la salud digital será una pieza clave y habitual, pero hay que invertir esfuerzos y recursos para vencer los cuatro grandes retos que plantea:

- Dotar a las y los profesionales de diferentes disciplinas con suficientes capacidades y conocimientos para que faciliten su uso e implementación.
- Disponer de herramientas válidas, fiables y con buena relación costo beneficio.
- Repensar los procesos comunicativos, asistenciales, de alfabetización en salud de la sociedad, de alertas sanitarias.
- Y finalmente incrementar la investigación en salud digital, para poder identificar cuáles son las estrategias que aportan valor a los ciudadanos y al sistema de salud. (Carrión Ribas, 2020)

## 4.3. Nuevas tendencias y desarrollos de la industria 4.0 para el sector de la salud

La industria 4.0 es un término que surge como una estrategia idealizada en el desarrollo de la tecnología en el sector industrial para potencializar las falencias a través de la

disminución de costos y agilización de los procesos internos sin olvidar la alta calidad de estos mismos, yendo más allá de lo logrado en la tercera revolución con la computación y automatización de los procesos.

La tecnología es el factor fundamental y clave para que se pueda obtener el procesamiento de los datos de manera eficaz y contribuyendo así con la disminución del porcentaje de error de procesos, logrando así la eficiencia en el sistema implementado en el sector salud. Lo anterior, combina los espacios físicos, digitales y biológicos, para así cambiar la industria de la salud desde todos los ámbitos de la misma. Son precisamente este tipo de avances tecnológicos que propone la industria 4.0, los que están dando lugar a una gran variedad de productos y servicios inteligentes, reestructurando los límites de la industria de la salud y estableciendo industrias completamente nuevas. (Montesino Soraca, Álvarez Mejia, & Romero-Conrado, 2020)

La industria 4.0 está siendo empleada para múltiples usos relacionados con el área de la salud, buscando generar nuevos métodos para la detección, prevención, tratamiento y diagnóstico de enfermedades, garantizando a las personas una mejor calidad de vida, bienestar, una mejor atención médica, más exacta y oportuna que le permita a los pacientes actuar de manera rápida y efectiva. A continuación, algunas de las aplicaciones y tecnologías de la industria 4.0 en el sector de la salud desarrollados e implementados en la última década.

| Tecnología | Aplicación |
|---|---|
| **Internet de las cosas** | Mejorar la programación de tareas; maximizar la utilización de los recursos; acceder a los datos de almacenamiento del paciente de manera eficiente; prevenir enfermedades. |
| **Fábricas inteligentes** | Optimizar actividades en los centros médicos; recopilar información de los pacientes; mejorar la accesibilidad de datos entre proveedores de atención médica. |
| **Sistemas de redes neuronales artificiales** | Mejorar el diagnóstico y tratamiento de pacientes. |
| **Sistemas de información sanitaria** | Facilitar el intercambio de datos de salud de las personas; mejorar la atención de los pacientes en diferentes centros de salud. |
| **Inteligencia artificial** | Detectar, analizar y diagnosticar enfermedades; obtener servicios más rápidos y de mejor calidad; fabricar implantes y llevar a cabo cirugías según las necesidades de cada paciente; reducir los riesgos para la salud de los usuarios y de los trabajadores médicos. |
| **Big data** | Recopilar información de los pacientes; mejorar la accesibilidad de datos entre proveedores de atención médica; ayudar en la prevención de enfermedades |
| **WASPLab[2] ®** | Detectar el crecimiento bacteriano; identificar infecciones bacterianas; establecer procesos en busca de la preservación de la salud humana. |

[2] Es una solución flexible y automatizada desarrollada por la empresa francesa bioMérieux para el procesamiento y lectura de muestras de laboratorio que se adapta a la configuración y flujo de trabajo de este.

| Tecnología | Aplicación |
|---|---|
| **Realidad aumentada y virtual** | Desarrollar tanto de profesionales de la salud como centros de servicio mucho más óptimos y eficientes; ofrecer un mejor servicio enfocado en las necesidades particulares de cada paciente. |
| **Computación en la nube** | Optimizar la atención médica; intercambiar datos médicos que permita el acceso y colaboración entre varias entidades prestadoras del servicio de salud. |

*Tabla 5. Nueve aplicaciones y tecnologías de la industria 4.0 en el sector de la salud durante la ultima década. Fuente: (Montesino Soraca, Álvarez Mejia, & Romero-Conrado, 2020)*

# 5. Principales escenarios académicos y de innovación para la industria 4.0

## 5.1. Nacionales

- **ECIciencia 2021:** Evento científico y cultural que se realiza anualmente en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, con el propósito de fomentar la ciencia, la innovación, la investigación y el emprendimiento.
  Es una jornada científica y cultural que busca fomentar la ciencia, la innovación, la investigación y el emprendimiento, es la oportunidad para abordar temas como las tendencias de la universidad del futuro, neuromarketing, marketing digital, virtualización de la economía, inteligencia artificial al servicio de las empresas, Big Data y empresas 4G, entre otros, enmarcados en el eje de neurociencia y cuarta revolución industrial.
  www.escuelaing.edu.co/

- **SEIIIS Seminario Internacional de investigación en ingeniería de Software**: Evento académico que se realiza anualmente, con el propósito de generar un espacio para la disertación y socialización de temáticas asociadas al sector del software y las tecnologías de la información.
  El evento es organizado por el Tecnológico de Antioquia I.U en asocio con las instituciones de educación superior: Colegio Mayor del Cauca (Popayán), Universidad Francisco de Paula Santander (Cúcuta), Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Medellín), Universidad de Santander (Cúcuta) y la Universidad de Catamarca (Argentina).
  www.tdea.edu.co/

- **MEDITECH "Powered by Medica (Bogotá):** Meditech es el escenario que reúne a los principales actores y representantes de las instituciones más importantes del sector salud en América Latina, alrededor de la más completa muestra comercial de productos y servicios relacionados con la tecnología médica y clínica con el fin de actualizarse, generar negocios y conocer las tendencias y prioridades del sector de la salud. Es un

espacio de actualización y vitrina de lanzamientos del sector salud en Colombia y la Región Andina, Centroamérica y Suramérica. En el año 2.018, en el marco de la sexta versión de la Feria Internacional de la salud, Meditech, tuvo más de 240 expositores, 10.000 visitantes profesionales y 6.000 metros cuadrados de exhibición, además contó con la presencia 267 visitantes internacionales. VII Meditech 2020, es organizada por el Centro Internacional de Negocios y Exposiciones, Corferias, la Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas – ACHC y Messe Dusseldorf, organizador de Medica, feria líder del sector de la salud, quien llega a ponerle el sello "Powered by Medica" a la Feria Internacional de la salud, Meditech. (Meditech, 2019)

## 5.2. Internacionales

- **El Industry 4.0 Congress**: es el mayor Congreso Europeo sobre industria avanzada y digital. Un espacio donde descubrir las últimas tecnologías emergentes y los sistemas de automatización y fabricación más innovadores en relación con la fábrica del futuro.

  Desde la conceptualización del nuevo producto hasta su desmantelamiento o reciclaje, se observa una tendencia a combinar tecnologías tradicionales y novedosas, las máquinas híbridas. La combinación de estas y su integración en la realidad industrial contemporánea serán el foco del Industry 4.0 Congress, una cita ineludible para el profesional que quiere impulsar su fábrica al mayor nivel de competitividad e innovación. Desde cómo diseñar las Fábricas Digitales, pasando por cuestiones como la fabricación aditiva o el IoT en la industria y la analítica de datos industriales, hasta las aplicaciones, las plataformas digitales o la realidad virtual y aumentada, y repasando también temas como la computación y simulación de alto rendimiento, la robotización, la eficiencia energética y energías renovables en la producción, así como la fabricación cero-defectos, la siguiente generación de tecnologías de producción, la fabricación colaborativa o las fábricas en red serán algunas de las cuestiones que los expertos industriales pondrán sobre la mesa durante la celebración del Industry 4.0 Congress.
  www.advancedfactories.com

- **Expo Manufactura**: Durante más de dos décadas, Expo Manufactura se ha consolidado como una plataforma para conectar a las empresas de la industria que ofrecen lo último en tecnología y soluciones para toda la línea de producción a toda la región.

  México es protagonista de grandes cambios para la industria manufacturera de los siguientes años, impulsando la Industria 4.0, con maquinaria robótica ejecutando con extrema precisión cada proceso.

  Los sectores representados en la feria son: automatización y robótica, almacenamiento, aire acondicionado, componentes periféricos y accesorios para maquinaria, y equipos para mecanizado.

expomanufactura.com.mx/

- **GR-EX (Global Robot Expo):** es una feria internacional B2B sobre innovación, robótica y tecnologías afines, que se celebra anualmente en IFEMA, Madrid, España.
  La esencia multisectorial de GR-EX lo convierte en una cita única, que permite la creación de sinergias entre profesionales que no coinciden en eventos sectoriales. GR-EX muestra los últimos avances en inteligencia artificial, industria, robótica de servicio, logística, drones y tecnologías aeroespaciales, entre otros sectores.
  www.globalrobotexpo.com/

- **MEDICA Düsseldorf (Alemania) -Foro Mundial de la Medicina**: feria médica líder en el mundo y la plataforma número uno de la industria para los proveedores de la industria de tecnología médica, COMPAMED, celebrada del 16 al 19 de noviembre de 2020, se llevó a cabo íntegramente en línea debido a la pandemia - pero aun así se ganó a sus audiencias debido a su alto grado de resonancia internacional también en este formato, como virtual. MEDICA y virtual. COMPAMED. www.medica-tradefair.com/

- **Healthnology:** La feria cuenta con el mejor contenido sobre planificación/gestión, construcción/mantenimiento y equipos/tecnología, todo ello desde una perspectiva tecnológica e innovadora para que pueda brindar los mejores cuidados a los usuarios. Con novedosos espacios y un formato revolucionario, la feria ofrece la posibilidad de realizar networking de calidad con los actores más relevantes de la salud de México y otros países. Un evento dirigido a miembros del consejo, presidentes, CEO; directores generales, gerentes, administradores de hospitales y clínicas, entre otros. (Healthnology, 2020)
  www.healthnology.events/

# 6. Conclusiones y recomendaciones

- La Inteligencia Artificial (IA) es otro ejemplo de cómo las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 están cambiando lentamente la industria. La medicina personalizada por medio de Apps o servicios digitales, como Watson Health, son utilizadas para diagnósticos iniciales rápidos en problemas oculares que después son analizados a mayor profundidad por un especialista. Otra innovación en desarrollo es la cirugía robótica, que está comenzando usarse para algunos procedimientos procesos como suturas, pero que se espera que algunos años pueda realizar procedimientos más elaborados como remover tumores.

- Las tecnologías de gestión de información también tendrán un papel importante para ofrecer un servicio más especializado y personalizado a cada paciente. Gracias a la interconectividad que ofrece El Internet de las Cosas, se podrá generar información más detallada y a tiempo real sobre las condiciones y dolencias de los pacientes, mientras que la Inteligencia Artificial y la analítica proveerán de herramientas matemáticas y estadísticas a los especialistas para comprender mejor las enfermedades y ofrecer diagnósticos más exactos.

- A pesar de que el futuro de la industria 4.0 es bastante prometedor en el campo de la medicina y la salud, los procesos de adopción son muy lentos en la industria ya que se juega con la salud y el bienestar de personas y un error puede retrasar el proceso de adopción por muchos años. Otro punto importante es el costo, ya muchos hospitales y centros médicos no pueden financiar proyectos tan grandes para llevar a cabo una transformación digital profunda y completa. (Alestra, 2019)

- El rápido ritmo de los avances en ciencia y tecnología en la Cuarta Revolución Industrial tiene importantes implicaciones para la salud y la medicina. Los avances en campos como la genética, la ingeniería genética, la medicina de precisión, la ciencia de datos y más están dando lugar a nuevas modalidades diagnósticas y terapéuticas que ofrecen la posibilidad de curar enfermedades, reducir el sufrimiento, alargar vidas y más. (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019)

- Los avances de la ciencia y la tecnología están superando los modelos de atención y pago existentes, las estructuras reguladoras y otros sistemas de gobernanza. Por lo tanto, los efectos de la Cuarta Revolución Industrial en el futuro de la salud y el bienestar humano y las implicaciones en la sociedad deben elevarse y examinarse colectivamente en el discurso público. Actualmente, los efectos de ciertos avances siguen siendo en gran parte indefinidos y sin abordar, mientras que muchas conversaciones se han llevado a cabo de una manera un tanto aislada. Es necesario educar al público, a los responsables políticos y a los proveedores sobre la transformación inminente, modernizar los sistemas y estructuras de gobernanza existentes y desarrollar un marco coordinado y colectivo.

- Tecnologías como la realidad virtual y aumentada, así como la Internet de las Cosas médica están empezando a ofrecer mejoras en los tratamientos y en los cuidados

desde el hogar. El blockchain permite facilitar la gestión e intercambio de datos tan sensibles como los médicos, asegurando su control.

- El aumento sin precedentes en la adopción de la atención virtual a partir de la crisis COVID-19 ya está documentado y es muy bueno celebrar este hito digital. Pero como nuestra atención estuvo enfocada solamente en la adopción durante la última década, nos olvidamos considerar la ola de cambios asociados con la telemedicina. Ahora es el momento de abordar esos cambios. Por ejemplo, el trato con los pacientes, una habilidad muy buscada, puede necesitar complementarse con un “estilo en la red”; un cambio que puede parecer trivial pero que afecta desde la calidad de los gráficos, el ancho de banda de TI, y una serie de otras consideraciones para escalar según sea necesario. También, y a medida que la atención virtual se convierte en la norma, los sistemas de salud analizarán las propiedades, plantas y equipos que poseen. Por ejemplo, eliminar o reutilizar algunas de las instalaciones clínicas con el tiempo, es una oportunidad de redistribución de capital.

- Los dispositivos médicos han sufrido una evolución técnica importante en los últimos años, hoy gracias a la aplicación de las nuevas tecnologías se puede acceder a equipos portátiles que facilitan los tratamientos o ayudan a monitorear pacientes, permitiéndoles realizar sus actividades normales, evitando gastar mucho tiempo en clínicas y en desplazamientos y generando mayor independencia. Sin embargo, aún hay tecnologías que son muy costosas, por lo tanto, se vuelven poco accesibles para todas las personas. El reto de la industria de tecnología médica está en encontrar el punto intermedio entre el beneficio que desean desarrollar en los dispositivos médicos y el costo del producto, para poder masificarlos e impactar la vida de muchos pacientes.

- Si bien nadie espera ni desea una pandemia como esta, siempre hay beneficios que llegan a partir del cambio. Visto a través de esta lente, los modelos de atención y pago no tradicionales (startups, nichos de mercado, etc.) se ven envalentonados con tantos nuevos posibles miembros y usuarios. La última década tuvo un impulso de casi USD 50.000 millones solamente para soluciones de salud digital y, recientemente, también aumentó la financiación para servicios tecnológicos más avanzados. Además, las compañías Fortune 50 están identificando oportunidades estratégicas en el área del cuidado de la salud. Lo que más necesitan estas nuevas soluciones es atraer y retener a los nuevos usuarios. (E-Health Latin America Reporter, 2020)

# 7. Referencias bibliográficas


Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2018). The role of Information and Communication Technologies in healthcare: taxonomies, perspectives, and challenges. *Journal of Network and Computer Applications*, 125-154.

Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration, 18*, 1-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129

Agenda Pro. (05 de 05 de 2020). *Agenda Pro*. Obtenido de https://blog.agendapro.com/avances-tecnologicos-de-la-medicina-2020

Alestra. (21 de marzo de 2019). *La Industria 4.0 y el sector de la salud*. Obtenido de https://blog.alestra.com.mx/la-industria-4.0-y-el-sector-de-la-salud

ANDI, Cámara de dispositivos médicos e Insumo para la salud. (2020). Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Graficas%20Ene-Mar%202020%20LIBRO%20DE%20COMERCIO%20EXTERIOR_637304935855338063.pdf

Aranda Software. (2020). Obtenido de https://arandasoft.com/revoluciona-el-sector-salud-con-la-industria-4-0/

Carrión Ribas, C. (15 de mayo de 2020). *¿La salud digital, pieza clave en la nueva normalidad post Covid-19?* Obtenido de https://cienciasdelasalud.blogs.uoc.edu/salud-digital-ehealth-nueva-normalidad-post-covid19/

Carvajal Tecnología y Servicios. (1 de enero de 2019). *E-Health: 4 avances que están revolucionando la medicina*. Obtenido de https://www.carvajaltys.com/news/e-health-4-avances-que-estan-revolucionando-la-medicina/

Chiuchisan, I., Costin, H. N., & Geman, O. (2014). Adopting the internet of things technologies in health care systems. *International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE)*, 532-535.

da Silveira, F., Neto, I. R., Machado, F. M., da Silva, M. P., & Amaral, F. G. (2019). Analysis of Industry 4.0 technologies applied to the health sector: systematic literature review. *Occupational and environmental safety and health*, 701-709.

Deloitte. (2017). *2018 Global health care Outlook: the evolution of Smart health care.*

E-Health Latin America Reporter. (10 de junio de 2020). *¿Cómo el COVID-19 cambiará la atención médica en los próximos 18 a 36 meses?* Obtenido de https://ehealthreporter.com/es/noticia/como-el-covid-19-cambiara-la-atencion-medica-en-los-proximos-18-a-36-meses/

El Hospital. (Diciembre de 2019). Obtenido de https://www.elhospital.com/blogs/A-fortalecer-la-industria-de-la-salud-en-2020+132556

Ennomotive. (2020). *Ennomotive*. Obtenido de https://www.ennomotive.com/es/dispositivos-medicos-innovadores/

Estrela, V. V., Monteiro, A. C., França, R. P., Iano, Y., Khelassi, A., & Razmjooy, N. (2018). Health 4.0: applications, management, technologies and review. *Medical Technologies Journal, 2*(4), 262-276.

Euromonitor International. (2018). *Top countries to drive medical device manufacturing.*

Findeter. (04 de septiembre de 2015). *Análisis Sectorial 2014-2015.* Obtenido de https://www.findeter.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=217780

García Fakih, S. (21 de abril de 2020). *El paso a la salud digital*. Obtenido de https://forbes.co/2020/04/21/red-forbes/el-paso-a-la-salud-digital/

Grupo Spri TALDEA. (21 de Mayo de 2019). Obtenido de https://www.spri.eus/es/basque-industry-comunicacion/la-transformacion-de-la-salud-en-la-cuarta-revolucion-industrial/

Healthnology. (2020). Recuperado el 5 de noviembre de 2019, de https://www.healthnology.events/ES/mexico2020

Healthnology News. (23 de septiembre de 2019). *Salud 4.0, tendencia en Latinoamérica*. Obtenido de https://www.healthnology.es/salud-4-0-tendencia-en-latinoamerica/

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3928-3937.

Hernández, C. (12 de 01 de 2019). *Redacción Médica*. Obtenido de https://www.redaccionmedica.com/secciones/tecnologia/seis-nuevas-tecnologias-que-van-a-cambiar-el-dia-a-dia-del-medico-en-2019-3494

Kolakowski, M. (30 de julio de 2020). *10 Biggest Healthcare Companies*. Obtenido de https://www.investopedia.com/articles/markets/030916/worlds-top-10-health-care-companies-unh-mdt.asp

Lugari, P. (29 de junio de 2016). *Healthcare Resource Guide: Colombia*. Obtenido de https://2016.export.gov/industry/health/healthcareresourceguide/eg_main_092230.asp

Meditech. (2019). Recuperado el 5 de noviembre de 2019, de https://feriameditech.com/es/que-es-meditech/

Merco. (s.f.). *Merco Salud Colombia 2016.* Obtenido de https://www.merco.info/temp/Merco-Salud-Colombia-2016-Resultados.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (28 de 10 de 2020). *Minsalud*. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Durante-la-pandemia-se-consolido-la-telemedicina-en-el-pais.aspx



creame Incubadora de Empresas
Alcaldía de Medellín

Montesino Soraca, L., Álvarez Mejia, O., & Romero-Conrado, A. R. (2020). Tendencias y Desarrollo de las Tecnologías de la Industria 4.0 en el Sector Salud. *IJMSOR, 5*(1), 1-6. doi:https://doi.org/10.17981/ijmsor.05.01.01

Norlean. (22 de julio de 2019). *eHealth: Las soluciones de la Industria 4.0 aplicadas a la salud*. Obtenido de https://norlean.com/_v1/ehealth-las-soluciones-de-la-industria-4-0-aplicadas-a-la-salud/

Organización Panamericana de la Salud. (01 de octubre de 2019). *Indicadores básicos 2019: Tendencias de la salud en las américas.* Obtenido de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51543/9789275321287_spa.pdf?sequence=7&isAllowed=y

paho.org. (17 de junio de 2020). *La COVID-19 afectó el funcionamiento de los servicios de salud para enfermedades no transmisibles en las Américas*. Obtenido de https://www.paho.org/es/noticias/17-6-2020-covid-19-afecto-funcionamiento-servicios-salud-para-enfermedades-no

Reddi. (s.f.). *Reddi*. Obtenido de https://www.reddicolombia.com/noticias/invertir-tecnologia-medica-innovacion-desarrollo-sector-salud-colombiano/

Revista Semana. (07 de agosto de 2020). *Ranking 1.000 empresas 2020*. Obtenido de https://especiales.semana.com/top-100-empresas-colombianas-2020/index.html

Semana. (21 de 04 de 2018). *Semana*. Obtenido de https://www.semana.com/hablan-las-marcas/articulo/la-tecnologia-del-futuro-ya-esta-en-colombia/564309/

Sordo, M. A. (01 de abril de 2020). *Cuál es el rol de la Industria 4.0 en tiempos del COVID-19*. Obtenido de https://www.elhospital.com/temas/Cual-es-el-rol-de-la-Industria-40-en-tiempos-del-COVID-19+134206?pagina=2

Unidad de Salud, El Tiempo. (23 de 06 de 2020). *En plena pandemia, la telesalud despegó en Colombia.* Obtenido de https://www.eltiempo.com/salud/telemedicina-en-colombia-despego-en-la-pandemia-del-coronavirus-510102

Universidad de Antioquia. (Julio de 2019). Obtenido de http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fY8xC8IwEIX_ikvHklhr1LE4COLgINJmkSMJeprm2jQp_nxTHcTF5XHv-N6DxySrmXQw4hUCkgObfCPFZb3ZFvOq5AcuSsErcSyXq2K3OJ052zP5H0gNeO97WTGpyAXzDKzuyAewURvIOAy_7kat-dyTzhwFVAhDxt9ph5om6

Universidad Internacional de Valencia. (2 de abril de 2019). *Qué es eHealth*. Obtenido de https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-ehealth

Vaidya, S. (2018). Industry 4.0: A Glimpse. *Procedia Manuf*(20), 233-238.

Vázquez Islas, I. (4 de octubre de 2017). *Healthtech, la nueva tendencia de las startups*. Obtenido de https://www.entrepreneur.com/article/302020

Wegener, D. (2018). *German standardization roadmap: Industry 4.0, Version 3.* Berlín.

WORLD ECONOMIC FORUM. (2019). Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/WEF__Shaping_the_Future_of_Health_Council_Report.pdf