



El futuro digital
es de todos

MinTIC

OBSEVATORIO CT+i

ÁREA DE OPORTUNIDAD
SALUD

OPERA:

rutaⁿ
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS



CRÉDITOS EDITORIALES

+ Concepción, edición y dirección general:

Víctor Tamayo Bustamante

+ Consultor Metodológico

Óscar Eduardo Quintero

+ Coordinación equipo de vigilancia:

Álvaro Agudelo Arredondo

+ Vigías:

Catalina Campo Herrera

Alba Julieth Giraldo Martínez

Duban Torres

Lorena Arango Santa

+ Dirección de diseño y diagramación:

Santiago Córdoba Vasco

María Paula Moreno

+ Imágenes:

Las imágenes aquí dispuestas han sido utilizadas exclusivamente a modo de ejemplo ilustrativo, a menos que se indique lo contrario, las imágenes son de libre uso y proceden de www.pexels.com, www.pixabay.com, www.flaticon.com y www.freepik.es.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	04
2. Caracterización de la oportunidad	06
2.1. Problemática desencadenante	07
2.2. Caracterización de la Oportunidad	07
3. Casos de estudio Relacionados	11
3.1. Caso 1: Madrid, España	12
3.2. Caso 2: San Francisco, CA. Estados Unidos	17
3.3. Caso 3: Francia	21
3.4. Caso 4: Victoria, Australia	25
3.5. Caso 5: Buenos Aires, Argentina	30
3.6. Conclusiones sobre los casos	35
3.6.1. Casos de aplicación de la temática	35
3.6.2. Actores principales	37
4. Identificación y priorización de subtemas	39
4.1. Temática: Medicina de Precisión	40
4.1.1. Definición del tema	40
4.1.2. Tendencias en investigación	49
4.1.3. Tendencias en Desarrollo Tecnológico	53
4.1.4. Tendencias en Innovación	55
4.1.5. Tendencias en habilidades requeridas	58
4.2. Temática: Gestión de Datos Clínicos	59
4.2.1. Definición del tema	59
4.2.2. Tendencias en investigación	65
4.2.3. Tendencias en Desarrollo Tecnológico	69
4.2.4. Tendencias en Innovación	71
4.2.5. Tendencias en habilidades requeridas	74
5. Referencias	76

01

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se asocia el concepto de misiones con el mítico programa Apolo de los EEUU, cuando, en mayo de 1961, se plantearon el objetivo de enviar una persona a la luna y traerla de vuelta antes de terminar la década. Este objetivo era casi impensable con la tecnología disponible entonces, por lo que, teniendo una meta común, se propusieron emplear a más de 400,000 personas de múltiples disciplinas y una considerable inversión de capital para que, 8 años más tarde, en 1969, cumpliendo con las metas temporales propuestas, Neil Armstrong, Buzz Aldrin y Michael Collins, lograran el hito marcado. Esto detonó un sinfín de avances tecnológicos y la victoria de la carrera espacial sobre la Unión Soviética, que había conseguido hasta ese momento los mayores hitos en el espacio, como el primer satélite en órbita, el primer ser vivo en el espacio, el primer hombre –Yuri Gagarin– y la primera mujer –Valentina Tereshkova. Fue tal el éxito y la rentabilidad para la economía americana de esta inversión, que en EEUU llaman moonshot a todo programa disruptivo de avance tecnológico con objetivos muy concretos.



Una de las asociaciones más difundidas del término “misión” es la postulada para el programa Apolo de los EEUU, donde J.F.K. planteó la meta casi impensable de enviar un norteamericano a la luna.

De manera similar, múltiples instituciones y gobiernos han venido impulsando sus propios “moonshots” después del hito marcado por los EEUU, este es el caso del proyecto que detona el presente informe de áreas de oportunidad, que en la presente oportunidad está dedicado a la problemática de nuestra ciudad relacionada con la Calidad del Aire.

Aunque este informe no representa en sí la construcción de la misión ciudad referente a la temática definida, si hace parte de los insumos necesarios para poder identificar las diversas oportunidades que ésta abre, a partir de las lecciones aprendidas en otras regiones que ya han abordado la construcción de soluciones relacionadas, donde se podrán apreciar los elementos conectores entre nuestra situación regional y la que estos abordaron en su momento, permitiendo identificar tecnologías y acciones que llevaron a generar resultados que en mayor o menor grado impactaron los lugares donde fueron aplicados.

Una vez identificadas las posibles acciones a generar, y partiendo desde un análisis de las dinámicas globales de Investigación, Desarrollo e Innovación -I+D+i, se procedió a identificar aquellas tecnologías o acciones que podrían tener un mayor impacto en la región, partiendo de las capacidades locales y condiciones específicas que marcan nuestro entorno, de esta forma se podrían identificar fortalezas y debilidades que permitan construir oportunidades.

Por último, contrastando los elementos recopilados, con las condiciones presentes en Medellín, el Valle de Aburra y el país en general, se presenta un recopilado de oportunidades a las cuales se podría acceder para la construcción de la(s) misión(es), y que ayudan a dar línea sobre las ventajas que puede aportar a nuestra región el abordar los retos que presentan estas problemáticas.

02

CARACTERIZACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

2. CARACTERIZACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

2.1. Problemática desencadenante

Existe una gran desarticulación entre los actores del sistema de salud local (falta de información compartida entre actores, actuación reactiva y no preventiva, análisis casi inexistentes, baja productividad), lo que implica que los ciudadanos reciben un servicio de baja calidad y pertinencia, razón por la que los indicadores de salud pública no tienden a mejorar.

2.2. Caracterización de la oportunidad

La ciudad de Medellín cuenta con un propósito: hacer que se recupere lo social y se propenda por la vida, la educación, la cultura y la innovación. La ciudad se encuentra enmarcada por la plataforma estratégica del Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023, el cual pretende con sus componente estar inmerso en la línea estratégica “Medellín me cuida”, con el propósito de buscar el desarrollo y bienestar de la población. Una de las herramientas más importantes es la Atención Primaria en Salud, la cual a través de ésta se plantea el desarrollo de un modelo de atención primaria integral; la cual cuenta con 3 pilares fundamentales: reorientación de los servicios de salud; fortalecimiento de la participación comunitaria y acción intersectorial y transectorial por la salud, activando sus acciones en los entornos donde se desarrolla la vida (Secretaría de Salud de Medellín, 2020).

Entre los años 2005 y 2018 se han presentado diferentes alteraciones en diferentes enfermedades en la ciudad. Por ejemplo, para este periodo se evidenció un aumento de la morbilidad consultada, discapacidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

En el año 2018, se registró una tasa de mortalidad por enfermedad cerebrovascular de 26,2 casos por 100 mil habitantes; asimismo, la prevalencia consultada por diabetes mellitus e hipertensión arterial fue de 7.01% y de 21% respectivamente en este mismo año. En cuanto a la mortalidad por cáncer de mama, el principal cáncer que afecta a las mujeres presentó una tendencia al aumento de la tasa de mortalidad con 13,3 casos por 100 mil mujeres en 2018 (Secretaría de Salud de Medellín, 2020). Luego, el comportamiento en el tiempo de la tasa de mortalidad asociadas a los grupos de estas enfermedades es el siguiente:

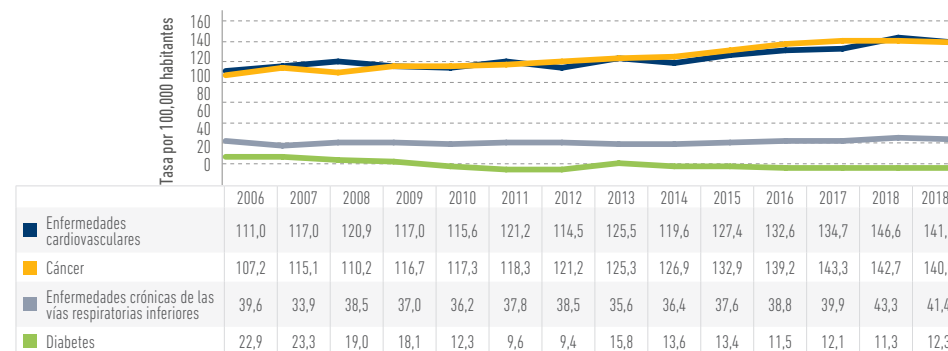


Fig 01. Tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y diabetes, 2005-2018. Adaptado de Medellín Cómo Vamos (2019a).

En el gráfico anterior se evidencia que las tasas más altas de mortalidad están asociadas a las enfermedades cardiovasculares y al cáncer, las cuales a su vez tienen un comportamiento similar y creciente en el periodo. Luego, la tasa asociada a enfermedades crónicas respiratorias tiene una tendencia muy estable, similar a la de la diabetes, aunque esta ha tenido cambios más prominentes y se ha reducido en el tiempo, relativo a las demás.

Por otro lado, en la siguiente gráfica se muestran las principales causas de mortalidad en la ciudad en donde se destacan las enfermedades isquémicas del corazón (alrededor de 13,9% y es la mayor), las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y las enfermedades cerebrovasculares.

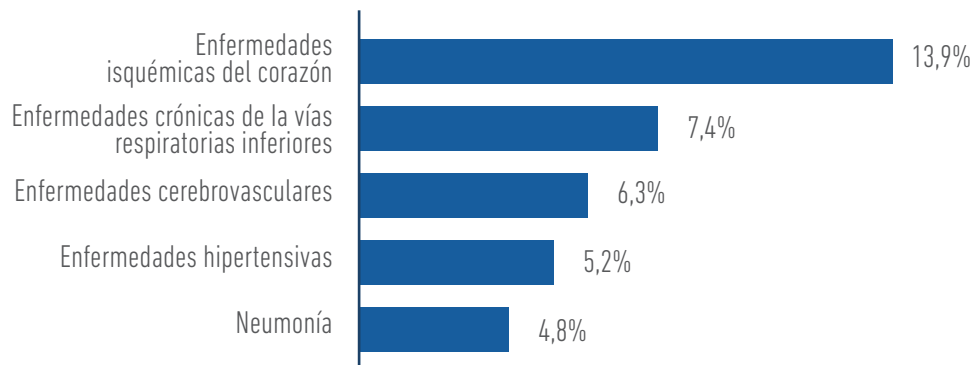


Fig 02. Medellín: principales causas de mortalidad, 2018. Adaptado de Medellín Cómo Vamos (2019a).

Es importante señalar, que las circunstancias ambientales se consideran un determinante importante para las condiciones de salud de una población (ambiente natural y construido), situación que ha conllevado la presencia de enfermedades como Dengue, Zika y Chikunguya; también, por factores asociados a establecimientos de consumo y servicios, y de leptospirosis. Adicionalmente, la afectación por presencia de contaminación del aire (contaminantes PM2,5, ruido, radiación UV y radiación electromagnética) y la crisis climática ha estado afectando a la ciudad y su población. Asimismo, para el 2018 se encontró que los años de vida saludables perdidos (AVISA) asociados a factores ambientales se calcularon en 26.770 años, donde más del 90% corresponden a enfermedades relacionadas con la calidad del aire (Secretaría de Salud de Medellín, 2020).

Continuando con los años de vida potenciales perdidos en promedio (AVPP), en general se indica un comportamiento estable entre el 2005 y el 2018 como lo muestra la siguiente gráfica; adicionalmente, se evidenció una variación entre los valores de 7,9 años (siendo este el menor valor, que se dio en el 2005) a 12 años (que fue el mayor, en el 2016).

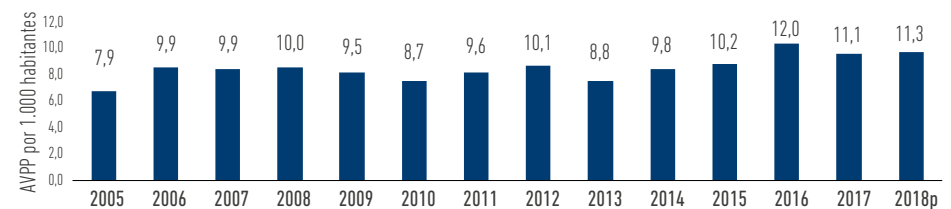


Fig 03. Años de vida potenciales perdidos promedio (AVPP) por enfermedad y muerte evitable, 2005-2018p. Adaptado de Medellín Cómo Vamos (2019a)

Seguidamente, la percepción de la ciudadanía frente a los servicios de salud que son prestados indican el siguiente comportamiento: el régimen contributivo tiene el mayor porcentaje de personas que reportan mayor satisfacción, en cambio el régimen especial es el que presenta mayor porcentaje de insatisfacción, aunque es necesario tomar en cuenta que este último tiene un porcentaje muy pequeño de personas, a comparación con los demás.

Tabla 1. Costos y beneficios asociados a una medida con su respectiva potencial reducción de emisiones de PM2.5. Adaptado de: Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2017).

	Contributivo	Subsidiado	Régimen especial
Muy insatisfecho - algo insatisfecho	111,0	117,0	120,9
Ni satisfecho ni satisfecho	107,2	115,1	110,2

Para el año 2019, la ciudad reportó una cobertura de afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) del 107%, presentando al mismo tiempo un déficit de cobertura de afiliación al Régimen Subsidiado de 0,2 para el año 2018.

No obstante, aún hay población vulnerable que no se encuentra afiliada al SGSSS, para la cual la Secretaría de Salud ha garantizado el 100% de los servicios de primer nivel para población pobre y vulnerable. En cuanto a la calidad del sistema, las falencias de este se evidencian en la calidad de vida y la mortalidad evitable; sin embargo, entre el 2013 y el 2015 se ha logrado un 39% de desaturación global en los servicios de urgencias, siendo relevante al aumento en las camas de UCIs y camas hospitalarias en IPS, que son un indicador de las barreras de acceso y oportunidad a los servicios de salud de mediana y alta complejidad (Secretaría de Salud de Medellín, 2020).

En cuanto a la inversión en el Sistema de Salud, el municipio en el año 2018 invirtió \$766.123 millones en salud (15% de los recursos posibles), por lo que es el sector con el tercer lugar con respecto a los demás; respecto a su comportamiento en el tiempo, se observa que es variable y creciente (Medellín Cómo Vamos, 2019a).

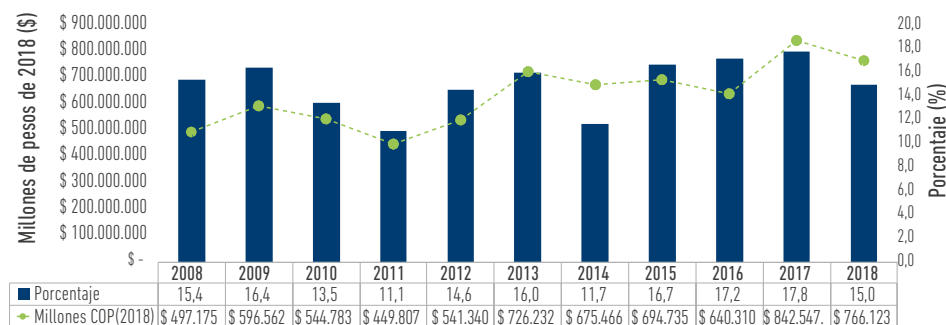


Fig 04. Medellín: inversión en salud, en términos reales y como porcentaje de la inversión total, 2008-2018. Adaptado de Medellín Cómo Vamos (2019a)

Por otro lado, Medellín cuenta con diferentes indicadores de salud como lo muestra la siguiente gráfica, donde, aunque se han evidenciado avances en materia de esperanza de vida y reducción de las causas de mortalidad materna e infantil más comunes, aún quedan retos importantes por abordar.

Para la agenda 2030, se apunta a reducir la mortalidad materna e infantil, fortalecer la prevención y tratamiento del abuso de sustancias adictivas, reducir la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles, disminuir la accidentalidad y mortalidad vial, lograr la cobertura sanitaria universal y garantizar el acceso universal a los servicios de salud reproductivos (Medellín Cómo Vamos, 2019a).

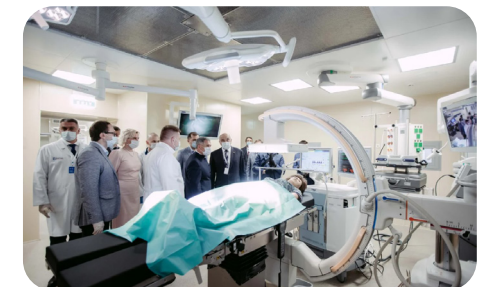
Tabla 2. Indicadores de salud. Adaptado de: Medellín Cómo Vamos (2019a)

Indicador	Meta local 2030	¿Cómo vamos?	¿Hacia dónde vamos?
Mortalidad materna Por cada 100.000 nacidos vivos	17	29,3	↓
Fecundidad adolescente Por cada 1.000 mujeres de 15 a 19 años	54	51,8	↑
Mortalidad temprana por cáncer de pulmón Por cada 100.000 personas de 30 a 69 años	17	15,3	↑
Mortalidad por lesiones autoinflingidas intencionalmente – suicidio Por cada 100.000 personas	4,6	6,4	↓
Mortalidad infantil Por cada 1.000 menores de un año	6,8	7,0	↑
Mortalidad infantil Por cada 1.000 menores de cinco años	8,3	8,0	↑
Cobertura de vacunación en niños de un año (biológico trazador SRP)	98%	95,5%	↑
Mortalidad por VIH/Sida como causa básica Por cada 100.000 personas	4,8	6,8	↓
Coberturas de vacunación en menores de 1 año (biológico trazador Pentavalente DPT)	98%	92,2	↑

Finalmente, la ciudad ha logrado diferentes avances con el uso de diversas herramientas. Por ejemplo, Cluster Medellín Health City integra las TIC como herramienta de interconexión de información, las cuales ayudan a promover y desarrollar una gestión basada en diferentes líneas estratégicas (prestación de servicios de salud (IPS), aseguramiento, prevención y promoción y consumer Health Products) (Cluster Medellín Health City, s.f.).

Por otro lado, el Laboratorio Integrado de Medicina Especializada LIME (2019), ofrecerá medicina personalizada o de precisión, la cual integra la investigación clínica y biomédica para garantizar el tratamiento adecuado a cada paciente (Universidad de Antioquia, 2019). Adicionalmente, gracias a una alianza en el 2018 de 3 reconocidas instituciones, se fundamentó el concepto de una sola salud (One Health) el cual se centra en una visión multidisciplinaria e integral, con el objetivo de fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico al servicio de la salud (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

Basados en toda esta información, se resalta entonces que la ciudad de Medellín cuenta con diferentes oportunidades en el área de salud, tanto desde el sistema de atención integral y primaria, como desde la investigación científica de las universidades. Siendo la salud uno de los pilares fundamentales del bienestar de las personas, es un tema que debe tomarse en cuenta en la planeación de las ciudades, ya que no sólo afecta a los individuos de la sociedad como ya se mencionó sino que también es capaz de impactar también en la economía, ya sea desde una perspectiva de las ganancias provenientes atención privada y los negocios adyacentes (implementos médicos por ejemplo) o desde la productividad de las personas, porque puede aumentar los años de vida saludables. Fortalecer el sistema de salud en la ciudad a través de la articulación de todos los actores, permitirá reforzar la atención de la salud a toda su población, así como gestionar el aumento en la cobertura de la población pobre no afiliada al sistema de salud. Mejorar las condiciones, resultados de salud y calidad de vida, promueve el cuidado integral de la salud, para el desarrollo individual, colectivo, económico y un posible aporte a la mejora ambiental .



03

CASOS DE ESTUDIO RELACIONADOS

3. CASOS DE ESTUDIOS RELACIONADOS

3.1. Caso 1: Madrid España

Bandera de la ciudad de Madrid



DEFINICIÓN DEL CASO

España es el país que tiene la esperanza de vida más elevada de la Unión Europea, y cuenta con una desigualdad social en materia sanitaria menos pronunciada que en otros países. Su gasto sanitario per cápita en el país es más del 15%, donde la mayor parte está financiada públicamente. España, cuenta con un sistema basado en atención primaria, sin embargo, la creciente demanda de servicios podría requerir un uso mayor y más eficiente de los recursos (OCDE, 2019). Con 46,5 millones de habitantes que cuenta el país (donde un 19% son mayores de 65 años), se espera que una persona que nazca ahora tenga una expectativa de vida de 83 años (MSCBS, 2019), por otro lado, la Comunidad de Madrid, cuenta con la más alta expectativa de vida de todas las regiones con 85,2 años (Servicio Madrileño de Salud, 2018).

El Servicio Madrileño de Salud se enfoca en las necesidades de los ciudadanos, donde el total de personas con derecho a prestación del servicio es de 6.784.804 para finales del 2018. El sistema de salud está realizando un esfuerzo adicional para lograr dar respuesta al incremento asistencial que se está presentando en la región y así lograr ampliar servicios e instalaciones, y disminuir el tiempo de espera. La Comunidad de Madrid cuenta con 430 centros de atención primaria de Salud y 34 centros hospitalarios, donde 7 de los hospitales están entre los 11 mejores de España. (S. Madrileño de Salud, 2018).

Por otro lado, gracias al uso de tecnología en la medicina varios expertos analizan que en la región las últimas novedades en medicina personalizada se ven direccionadas a la oncología y al desarrollo de la inmunoterapia. Por ejemplo, el desarrollo tecnológico ha hecho posible secuenciar el genoma humano el cual permite identificar alteraciones específicas a tiempo y decidir si una persona va a responder o no a un tratamiento.

En este caso, la medicina no solo tiene en cuenta la información genética sino también la información social del paciente (Fundación Espriu, 2018). Asimismo, la Comunidad de Madrid cuenta con más de 48.700 trabajadores dedicados a la I+D+i, cuentan con una Estrategia Regional de Especialización Inteligente (RIS3) donde el apoyo a la investigación e innovación en medicina personalizada es prioridad, ya que se desea desarrollar una unidad que permita identificar a tiempo los tratamientos adecuados dependiendo de cada paciente (Fundación Instituto Roche, 2019)

Sin duda alguna la tecnología juega un papel importante en el avance de la medicina en diferentes aplicaciones como la optimización de la administración y el manejo de pacientes, o el desarrollo de herramientas para la prevención, por ejemplo monitorizando constantes vitales.



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Comunidad de Madrid es una autonomía española. Se encuentra situada en la parte norte de la Meseta Central y su capital, Madrid, es también la capital de España. Para el año 2019 contó con un total de 6.663.394 habitantes donde 47.83 % son hombres y 52.17% son mujeres. (Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, s.f.)



ELEMENTOS SIMILARES A LOS DEFINIDOS EN LA OPORTUNIDAD

La Comunidad de Madrid señala en la siguiente tabla los principales indicadores de salud de la población, por sexo, para el año 2017. Cabe señalar que en este año han fallecido un total de 47.069 personas lo que supone una tasa bruta de 723,3 por 100 mil habitantes; por otro lado, los años de vida vividos en discapacidad y mala salud son mayores que los años de vida perdidos por muerte prematura (Comunidad de Madrid, 2019a).

Es importante señalar que el total de personas con derecho a prestación sanitaria por el Servicio Madrileño de Salud es de 6.784.804, indicando un incremento asistencial en el sector de salud (Comunidad de Madrid, 2019a).



3.1. Caso 1: Madrid España

Tabla 3. Indicadores de salud. Adaptado de: Medellín Cómo Vamos (2019a)

Indicador	Hombres	Mujeres	Total	Año
Número de Muertes	22.807	24.262	47.069	2017
Tasa Bruta de Mortalidad, por 100 mil	732,0	715,3	723,3	2017
Tasa Truncada (35-64) de Mortalidad, por 100 mil	266,5	149,5	206,1	2017
Tasa Ajustada de Mortalidad, por 100 mil	500,1	300,2	385,1	2017
Tasa de Morbilidad Hospitalaria, por 100 mil	15.269,4	16.710,4	16.022,8	2017
Esperanza de vida al nacer, en años	81,86	86,85	84,54	2017
Esperanza de vida a la edad 65, en años	20,04	23,91	22,18	2017
Contribución a la esperanza de vida, en años (2012 - 2017)	1,019	0,577	0,784	2017
Carga de Enfermedad. Años de Vida Ajustados por Discapacidad	282.052	298.956	581.008	2017
Años de Vida Perdidos	118.691	93.590	212.281	2017
Años Vividos con Discapacidad	163.361	205.366	368.727	2017

El Sistema de Información Poblacional de la Comunidad de Madrid señala que la proporción de hombres y mujeres es de 48% y 52% respectivamente, donde por grupos de edad se puede distribuir 15,4% tiene entre 0 y 14 años, 39,6% entre 15 y 44 años, 28,1% entre 45 a 64 años y 17% tiene 65 o más años. El gráfico anterior señala que entre el 2017 al 2018 se ha evidenciado un incremento en el grupo de edad de 45 a 64 años. (Servicio Madrileño de Salud, 2018).

Tabla 4. Población con derecho a la asistencia sanitaria pública de la Comunidad de Madrid entre 2017-2018. Adaptado de (Servicio Madrileño de Salud, 2018).

Indicador	Situación a final 2017	Situación a final 2018	Variación temporal
Hombres	3.233.575	3.257.586	24.011 (0,74 %)
Mujeres	3.501.692	3.527.218	25.526 (0,73 %)
0 a 14 años	1.050.884	1.043.113	-7.771 (-0,74 %)
15 a 44 años	2.696.977	2.684.179	-12.798 (-0,47 %)
45 a 64 años	1.851.415	1.904.183	52.768 (2,85 %)
65 años o más	1.135.991	1.153.329	17.338 (1,53 %)
Españoles	5.803.545	5.847.584	44.039 (0,76 %)
Extranjeros	931.722	937.220	5.498 (0,59 %)
Nacidos en España	5.396.972	5.414.926	17.954 (0,33 %)
Nacidos fuera de España	1.338.295	1.369.878	31.583 (2,36 %)
TOTAL	6.735.267	6.784.804	49.537 (0,74 %)

Finalmente, en el siguiente gráfico se muestra las principales causas de muerte en España, en donde se destacan enfermedades isquémicas del corazón, alzheimer, y derrame cerebral.

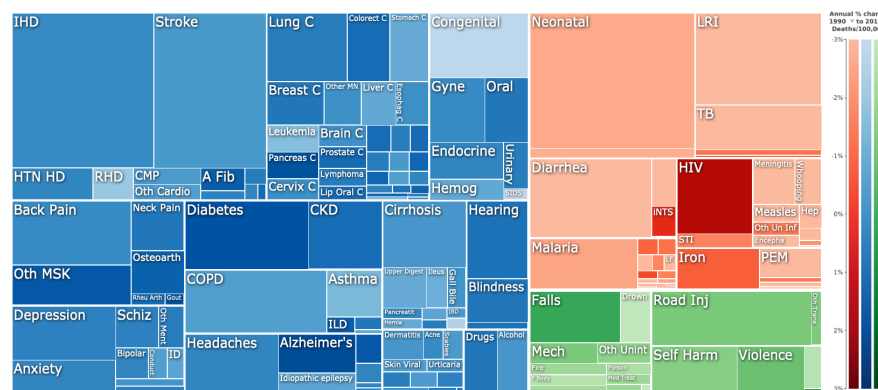


Fig 05. Causas de muerte por tipo en España. Adaptado de: Institute for Health Metrics and Evaluation (2020a).

CARACTERIZACIÓN (COMO SE GENERÓ, SE MANIFESTÓ Y SE ATENDIÓ)

La población de la Comunidad de Madrid para el 2018 generó 46.071.570 consultas en medicina, pediatría y enfermería en los centros de salud, estas cifras representan un ligero descenso de 1,7% en comparación con los 2 años anteriores según la institución. Existe un indicador de detección de problemas en el adulto, el cual incluye la detección de riesgo cardiovascular, y éste alcanzó 18,66%. Respecto a la prevención de enfermedades, las coberturas vacunales cubren un 83,94% en niños y 48,15% para personas de 60 años o más (vacunación antigripal) (Comunidad de Madrid, 2019b).

Así mismo, esta región cuenta con la Tarjeta Sanitaria Individual (TSI) el cual es un documento emitido por la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. Permite identificar a los ciudadanos como usuarios del sistema y sirve para acceder a las prestaciones o servicio sanitario público, tanto de la Comunidad de Madrid como del Sistema Nacional de Salud (Comunidad de Madrid, s.f.). Según el Sistema de Información Poblacional de la Comunidad de Madrid para finales del 2018 la población titular de TSI fueron 6.675.501 personas (Servicio Madrileño de Salud, 2018).



3.1. Caso 1: Madrid España

Tabla 5. Población con derecho a la asistencia sanitaria pública de la Comunidad de Madrid, entre 2011-2018. Adaptado del Servicio Madrileño de Salud (2018).

Año	Población con derecho a asistencia pública	Variación sobre el periodo anterior	Población con TSI de la Comunidad de Madrid	Variación sobre el periodo anterior
2011	6.405.957	0,31%	6.303.454	-0,31%
2012	6.372.048	-0,53%	6.299.975	-0,06%
2013	6.455.781	1,31%	6.351.332	0,82%
2014	6.519.476	0,99%	6.419.675	1,08%
2015	6.570.115	0,78%	6.476.551	0,89%
2016	6.660.471	1,38%	6.553.592	1,19%
2017	6.735.267	1,12%	6.633.319	1,22%
2018	6.784.804	0,74 %	6.675.501	0,64 %

Como lo muestra la gráfica anterior, la población registrada (6.784.804) es superior a la población titular (6.675.501) de TSI, esto es debido ya que hay otra serie de colectivos que tienen derecho a la asistencia sanitaria pública como las personas desplazadas temporalmente, extranjeros no registrados ni autorizados, solicitantes de protección internacional, víctimas de trata de seres humanos (Servicio Madrileño de Salud, 2018).

Por otro lado, con el objetivo de favorecer a la población con una atención personal e individualizada se creó la plataforma Servicio de Información Personalizada (SIP), ésta brinda apoyo multicanal y de atención presencial (Servicio Madrileño de Salud, 2018).

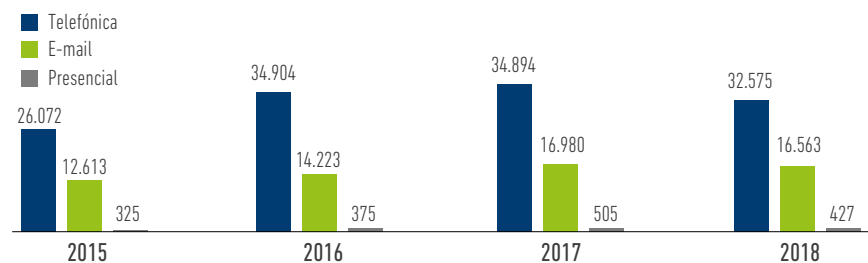


Fig 06. Evolución comparativa por vías de acceso 2015-2018. Adaptado de Servicio Madrileño de Salud (2018).

En el 2018 se presentaron 49.565 atenciones como lo muestra la gráfica anterior, indicando un leve descenso de actividad del 8% con respecto al año 2017.

En cuanto a las estrategias realizadas por el gobierno para la medicina personalizada, la Comunidad de Madrid elaboró un Plan de Asistencia a Personas con Enfermedades Raras (2016-2020) y el Observatorio de Enfermedades Raras para proporcionar una atención integral a los pacientes; en el Plan de Asistencia se incluyen estrategias como la medicina de precisión e innovación en el diagnóstico y en los tratamientos incorporando tecnologías de última generación y biomarcadores moleculares. La región cuenta actualmente con iniciativas desde los servicios de oncología para crear una estructura que facilite el uso de tratamientos personalizados, esta consiste en la adaptación del tratamiento médico y la prevención de los tumores a las características individuales de cada paciente, sin embargo, aún no se ha traducido en una acción concreta. (Fundación Instituto Roche, 2019)

Los cambios en la expresión de enzimas del metabolismo que permiten la proliferación de las células tumorales aportan marcadores del cáncer y dianas terapéuticas para la medicina personalizada. Investigadores del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (centro mixto UAM-CSIC) y del CIBER de Enfermedades Raras, recogen en un trabajo reciente los estudios realizados en este sentido en carcinomas y su asociación con la supervivencia de los pacientes (Universidad Autónoma de Madrid, 2020).

Para Pedro Alsina, Relaciones Institucionales de Sanofi, el futuro de la vacunología estará en la fabricación de las vacunas a medida, teniendo en cuenta la genética de cada individuo: “Como ya ha avanzado el biólogo Craig Venter, se podrá enviar la medicación personalizada por correo electrónico y ser producida in situ con una impresora 3D” (Pharmatech, 2017).

El Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS) a través del grupo de Biomarcadores y dianas terapéuticas, participa en un proyecto para la Medicina personalizada, incluido en el Proyecto EATRIS-Plus, con duración de 4 años y con un presupuesto de 5 millones de euros. El grupo es un referente de estudios transcriptómicos y de identificación y validación de biomarcadores de utilidad en la práctica clínica. En este proyecto, se centrarán en el estudio y validación de tecnologías ómicas para el estudio de RNAs no codificantes y en la definición de los criterios de calidad necesarios para su implantación en la práctica clínica (Comunidad de Madrid, 2019c).



3.3. Caso 3: Madrid España



ACTORES IMPLICADOS (DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU DESCRIPCIÓN)

En el año 2018 se publicó el decreto 85/2018 del Consejo de Gobierno donde se establece la estructura orgánica de la Consejería de Sanidad, así mismo, el Decreto 196/2015 para establecer la estructura orgánica del Servicio Madrileño de Salud (Servicio Madrileño de Salud, 2018).



Fig 07. Estructura Orgánica del Servicio Madrileño de Salud.
Adaptado de Servicio Madrileño de Salud (2018)

Por otro lado, existe un tejido empresarial y colaboraciones público-privadas para el desarrollo de la medicina personalizada en la Comunidad de Madrid:

- **NIMGenetics:** empresa biomédica que desarrolla pruebas, herramientas y servicios de diagnóstico basados en la genómica con un uso analítico validado.
- **Instituto de Medicina Predictiva:** ofrecen análisis genéticos con fines predictivos y para la personalización de tratamientos en diferentes especialidades como la Oncología, la Psiquiatría o en Cardiovascular.
- **LabGenetics:** ofrece Consejo Genético y diagnóstico de enfermedades hereditarias.
- **Genoma4u (Biomol Informatics):** ofrece la secuenciación del exoma humano; los beneficios generados se utilizan en proyectos de investigación dentro de un marco de cooperación en I+D+i con la Fundación Severo Ochoa.
- **Savana:** empresa que ofrece un motor lingüístico médico capaz de transformar texto libre en información estructurada para facilitar la explotación de datos médicos en diferentes aplicaciones como la evaluación de resultados en salud, el reclutamiento de pacientes para ensayos clínicos o la identificación de nuevas relaciones entre datos que permitan predecir sucesos clínicos.
- **Mendelian:** plataforma online para investigar y diagnosticar EERR. Al introducir los datos fenotípicos del paciente, el motor de búsqueda extrae el genotipo y ofrece una lista de genes potencialmente responsables y mutaciones específicas (Fundación Instituto Roche, 2019).
- **La Fundación Instituto Roche:** nació con el objetivo de hacer realidad la Medicina Personalizada de Precisión. Contribuyen al desarrollo de un sistema sanitario innovador y sostenible a través de la Salud Digital y la Medicina Personalizada de Precisión. (Fundación Instituto Roche, s.f.)



3.1. Caso 1: Madrid España



HERRAMIENTAS USADAS PARA APROVECHAR LA OPORTUNIDAD

Entre las opciones de medicina personalizada y preventiva en Francia, podemos encontrar las siguientes herramientas, estrategias y empresas:

- **Mi Carpeta Salud:** servicio mejorado y potenciado con el que la comunidad puede consultar de manera ágil y segura sus datos clínicos, resultados de pruebas diagnósticas, pruebas de imagen médica y analíticas. El acceso a la información se realiza mediante DNle, Certificado Digital y a través del sistema de identificación Clave de la Administración del Estado, el cual ofrece información personalizada y ayuda a conocer la evolución de problemas de salud para un mejor cuidado y prevención (Servicio Madrileño de Salud, 2018).
- **FAITH (Federated Artificial Intelligence Solution for Monitoring Mental Health Status after Cancer Treatment):** proyecto de investigación para desarrollar una aplicación con uso de Inteligencia Artificial (IA) y Big Data, éste permitirá realizar un seguimiento de los pacientes oncológicos en tratamientos. El objetivo del proyecto es mejorar la atención y la calidad de vida de los pacientes, esto facilitará el seguimiento y la monitorización de los pacientes. FAITH se desarrollará a lo largo de tres años y se encuentra financiado con fondos europeos (Comunidad de Madrid, 2020).
- **Proyecto IASIS:** consiste en desarrollar herramientas informáticas que permitan integrar datos de diferentes fuentes, incluyendo genómica, registros sanitarios electrónicos y datos bibliográficos para aplicar métodos analíticos avanzados que permitan descubrir patrones de utilidad (Fundación Instituto Roche, 2019).
- **BigMedilytics:** creación de una plataforma de análisis de Big Data para incrementar la productividad, los resultados en pacientes y el acceso a las instituciones sanitarias (Fundación Instituto Roche, 2019).
- **Estrategia RIS3:** Las estrategias de investigación e innovación nacionales y regionales para la especialización inteligente son agendas de transformación económica territorial, entre sus objetivos se encuentra respaldar la innovación tecnológica y fomentar la innovación (Comisión Europea, s.f.). El RIS en la Comunidad de Madrid se encuentra actualmente en marcha, con un foco en medicina personalizada o genómica (Scipedia, 2018).

- **Programa de detección precoz del cáncer de mama (DEPRECAM):** pretende prevenir la muerte por cáncer de mama mediante la detección precoz y la instauración de un correcto tratamiento (Servicio Madrileño de Salud, 2018).
- **Investigación Biomédica:** En la Comunidad de Madrid la investigación sanitaria constituye un eje a la mejora de los servicios asistenciales y el cuidado de la salud a través de la medicina y el desarrollo de nuevos medicamentos y tecnologías para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades. Actualmente, existen 370 grupos de investigación en hospitales y 5.582 profesionales dedican su tiempo al desarrollo de proyectos y actividades de apoyo a la investigación en áreas de conocimientos relevantes para la salud (Servicio Madrileño de Salud, 2018).
- **Livet:** El análisis de los datos genómicos y otras ciencias ómicas, las técnicas de imagen y los datos clínicos del paciente permitirán prevenir y diagnosticar una enfermedad, así como pronosticar la respuesta al tratamiento. Para los expertos de Livet, la Medicina Preventiva Personalizada constituye uno de los pilares fundamentales de la medicina del futuro y sus aplicaciones serán numerosas e impactarán en diferentes aspectos de nuestra vida cotidiana (Livet, 2020).



WEB



TW



DIR



Bandera de la ciudad de San Francisco



3.2. Caso 2: San Francisco, CA. EEUU



DEFINICIÓN DEL CASO

La ciudad de San Francisco es reconocida por entre otras cuestiones por ser una ciudad innovadora (destacándose el Silicon Valley), por lo que se espera que en el manejo de cuestiones de interés público (con participación privada) como lo es la salud, tuviese un acercamiento relativamente parecido. Desde una perspectiva de los esfuerzos académicos, en la Universidad de California, San Francisco, se están liderando revoluciones en salud, y ha sido el hogar de cinco ganadores del Premio Nobel, cubriendo investigaciones innovadoras en cáncer, neurociencia, envejecimiento y células madre. Esta universidad cuenta con más de 1800 inventos activos totales. Además, más de 185 nuevas empresas se han generado a partir de la investigación, incluidas las compañías pioneras Genentech Inc. y Chiron Corp. que ayudaron a establecer el Área de la Bahía como el principal centro de biotecnología de Estados Unidos (Universidad de California San Francisco, s.f).

Entre las políticas públicas de San Francisco y California relevantes podemos encontrar:

- Healthy San Francisco, que es un programa diseñado para que los servicios de atención médica estén disponibles y sean asequibles para los residentes de San Francisco que no tienen seguro.
- El Departamento de Salud Pública de San Francisco está llevando a cabo una iniciativa en toda la ciudad para aprovechar los datos clínicos de los sistemas de salud más grandes de San Francisco para abordar mejor una variedad de enfermedades crónicas que afectan a los residentes de la ciudad. Esto permitiría obtener información más oportuna y precisa sobre las enfermedades crónicas (Sutter Health, 2018).



En California, según la Oficina de Planificación e Investigación (s.f.) existen los siguientes proyectos relacionados a medicina de precisión:

- En diciembre de 2019, una Iniciativa de California para Avanzar en la Medicina de Precisión emitió una Solicitud de Propuestas para otorgar \$9 millones para proyectos de investigación que aborden los impactos en la salud de las Experiencias Adversas de la Infancia a través de enfoques colaborativos de Medicina de Precisión.
- En el otoño de 2015, la CIAPM financió dos proyectos innovadores que utilizaron análisis genómicos de última generación para diagnosticar mejor a los niños con cáncer y pacientes críticos con enfermedades infecciosas, respectivamente.
- En 2016, CIAPM lanzó seis proyectos adicionales que utilizaron tecnología móvil, secuenciación genética de vanguardia, integración de datos de salud, análisis avanzado de imágenes y herramientas de apoyo clínico para avanzar en la medicina de precisión en California.
- En 2018, CIAPM anunció una tercera ronda de financiación. Los proyectos seleccionados se lanzaron en el verano de 2019 y abordan las disparidades de cáncer, específicamente en las comunidades latinas.



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

San Francisco está ubicado en el estado de California de Estados Unidos, según el último censo en el 2017 por el gobierno cuenta con un total de 837,442 habitantes. donde se requiere que los Grandes Generadores de Residuos (quienes generan 40 yardas cúbicas o más de basura sin compactar por semana) tengan auditorias al menos cada 3 años para evaluar su cumplimiento con la ley.



WEB



TW



DIR



3.2. Caso 2: San Francisco, CA. EEUU



ELEMENTOS SIMILARES A LOS DEFINIDOS EN LA OPORTUNIDAD

- Hub de innovación, es decir, aunque la trayectoria no sea comparable con la de Medellín, que es un centro de innovación apenas naciente, ambas ciudades tienen un fuerte en innovación y en investigación y desarrollo.
- Una participación relativamente importante de las universidades, en este caso la Universidad de California, y en el caso de Medellín la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional.
- Preocupación por factores ambientales.

Respecto a las enfermedades que se sufren en el estado de California, en el siguiente gráfico se muestra la representatividad de las enfermedades causantes de muerte por tipo en el año 2017:

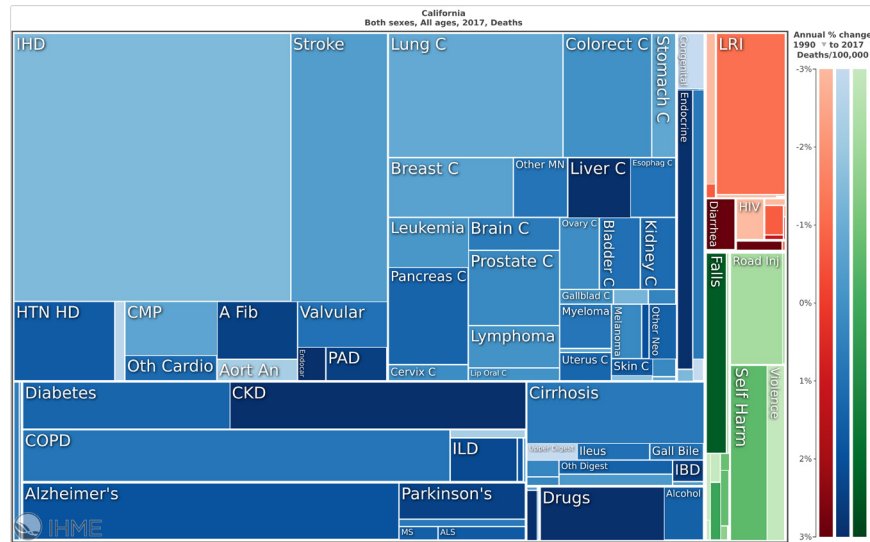


Fig 08. Muertes en el 2017 por tipo de enfermedad en el estado de California. Adaptado de: Institute for Health Metrics and Evaluation (2020b).



CARACTERIZACIÓN (COMO SE GENERÓ, SE MANIFESTÓ Y SE ATENDIÓ)

San Francisco pertenece al estado de California en el cual, se destacan las siguientes estadísticas de salud relacionadas al Cáncer:

Tabla 6. Casos nuevos de cáncer y muertes estimadas en el año 2020 de Cáncer. Adaptado de American Cancer Society (2020).

Estimación de nuevos casos, 2020	Estimación de muertes, 2020
172.040	60.660

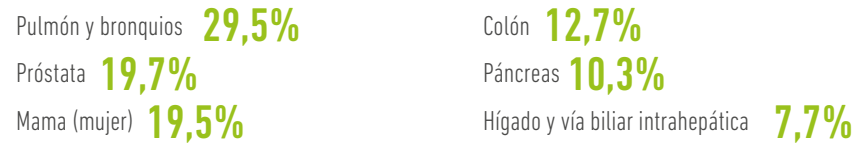


Fig 08. Ratio de muertes en California, por tipo de Cáncer. Adaptado de: American Cancer Society (2020).

En los gráficos anteriores se cuenta de forma general la situación de California en términos de personas enfermas por cáncer, ello como un acercamiento a la situación de San Francisco; se destacan las muertes por cáncer de: pulmones, próstata y senos.

Seguidamente, en los siguientes gráficos, se evidencia el cambio en el tiempo entre el periodo 1980-2014 de la salud en la ciudad de San Francisco:

Tabla 7. Expectativa de vida comparada con el estado de California y el estado nacional. Adaptado de Institute for Health Metrics and Evaluation (2016).

Sexo	Resultados: Esperanza de vida (2014) Tasa x 100.000 hab.				
	Condado de San Francisco	California	Nacional	Rango nacional	% de cambio 1980-2014
Femenino	84.8	83.0	81.5	27	+9.5
Masculino	79.3	78.6	76.7	154	+17.4



3.1. Caso 1: San Francisco, CA. EEUU

Tabla 8. Enfermedad del corazón isquémica de la ciudad comparada con el estado de California y el estado nacional. Adaptado de Institute for Health Metrics and Evaluation (2016).

Cardiopatía isquémica (2014) Tasa x 100.000 hab.					
Sexo	Condado de San Francisco	California	Nacional	Rango nacional	% de cambio 1980-2014
Femenino	74.3	110.2	124.9	94	-65.9
Masculino	112.0	167.9	191.5	46	-74.1

Tabla 9. Enfermedad Cerebrovascular de la ciudad comparada con el estado de California y el estado nacional. Adaptado de: Institute for Health Metrics and Evaluation (2016).

Enfermedad cerebrovascular (2014) Tasa x 100.000 hab.					
Sexo	Condado de San Francisco	California	Nacional	Rango nacional	% de cambio 1980-2014
Femenino	38.6	43.0	47.4	300	-57.4
Masculino	40.5	45.0	48.8	352	-60.4

Tabla 10. Mortalidad por diabetes, enfermedades urogenitales, de sangre y endocrinas, comparada con el estado de California y el estado nacional. Adaptado de IHMS (2016).

Mortalidad por diabetes, enfermedades urogenitales, sanguíneas y endocrinas (2014) x 100.000 hab.					
Sexo	Condado de San Francisco	California	Nacional	Rango nacional	% de cambio 1980-2014
Femenino	74.3	110.2	124.9	94	-65.9
Masculino	112.0	167.9	191.5	46	-74.1

Los gráficos anteriores muestran que en la ciudad de San Francisco, en tal período, la expectativa de vida es mayor que a nivel estatal y nacional y creció; el ratio de enfermedades isquémicas del corazón es menor que a nivel estatal y nacional, y se ha reducido; el ratio de enfermedades cerebrovasculares es menor que a nivel estatal y nacional, y se ha reducido; y la mortalidad por enfermedades urogenitales, de sangre y endocrinas y diabetes, es menor que a nivel estatal y nacional, y se ha reducido.

Entren los esfuerzos gubernamentales, se encuentra, por ejemplo, que, en enero de 2012, el Departamento de Medio Ambiente de San Francisco (SFE) y el Departamento de Salud Pública de San Francisco (SFDPH) se asociaron para realizar una Evaluación del Sistema de Salud Pública Local (LPHSA).

La LPHSA sirve para identificar las fortalezas y debilidades de San Francisco sistema de salud pública a través de la discusión y votación sobre la medida en que ocurren 10 Servicios esenciales de salud pública (EPHS) en la ciudad (Departamento de Medio Ambiente de San Francisco, 2011).

El San Francisco Health Plan (SFHP), es un plan de salud comunitario que atiende a más de 150,000 residentes de San Francisco, anunció que el Comité Nacional para el Aseguramiento de la Calidad (NCQA) otorgó a la organización una Acreditación Recomendable de 4 estrellas para su HMO Medicaid línea de negocio. Esta designación oficial reconoce el compromiso de SFHP con la calidad de la atención para sus miembros (San Francisco Health Plan, 2019).

También se realizan programas de prevención y promoción de la salud, como el que el Centro de Estudios de San Francisco (SFSC), en asociación con la Rama de Equidad y Promoción de la Salud Comunitaria (CHE & P), Departamento de Salud Pública de San Francisco (SFDPH), está aceptando propuestas con la intención de financiar hasta 14 organizaciones comunitarias (CBO) para proyectos de prevención de enfermedades crónicas desde aproximadamente el 1 de julio de 2018 hasta el 30 de junio de 2019. Hay un total de \$400,000 disponible. Se fomenta la colaboración entre múltiples agencias (San Francisco Tobacco-Free, 2018)

En lo referente a la economía de la ciudad vemos que, relativo a las ciudades de Seattle, el distrito de Columbia y San José, se tuvo un ingreso per cápita mayor en la ciudad.



Fig 09. Ingresos per cápita de las ciudades más pobladas de EEUU en el año 2017. Adaptado de Statista (2019)

LA OECD (2020) señala que San Francisco para el año 2018 tuvo un PIB (a precios constantes y ppp constante, año base 2015) \$US 834.203 millones, y en el año 2017 de \$US 785176 millones. Y tuvo un PIB per cápita (precios constantes y ppp constante) de \$US 123979 en 2018.



3.1. Caso 1: San Francisco, CA. EEUU



ACTORES IMPLICADOS (DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU DESCRIPCIÓN)

El manejo de la salud pública de San Francisco se hace desde el gobierno local con las directrices del gobierno nacional. En este caso interfieren entes como: Agencias de salud pública, Servicio humano y organizaciones de caridad, Proveedores de servicios de salud, entre otros. También hay una gran importancia de la universidad de San Francisco como órgano de investigación e innovación. Los hospitales públicos y privados; y las empresas que le sirven a estos y al público en general.

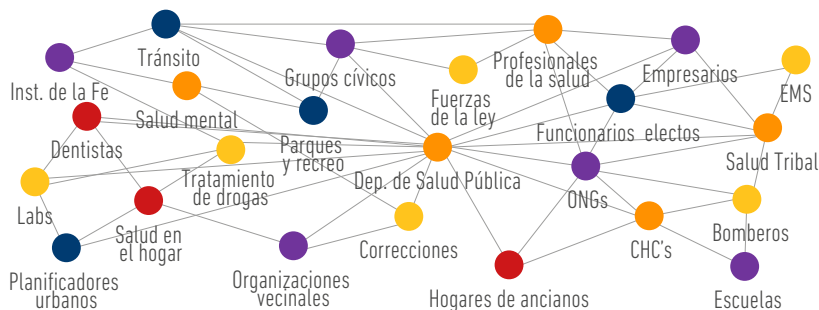


Fig 10. El sistema de salud pública local. Adaptado de: Dep. de Medio Ambiente de SFO.(2011).



HERRAMIENTAS USADAS Y RESULTADOS DE LA OPORTUNIDAD

Entre las iniciativas y estrategias en San Francisco, específicamente en los hospitales de, vemos que en el Hospital Memorial de San Francisco) hay un Centro de ginecología avanzada y cirugía mínimamente invasiva, en el que hay acceso a los tratamientos quirúrgicos robóticos y mínimamente invasivos para casos ginecológicos complejos (Se especializan en cirugía de endometriosis para mujeres que tienen problemas para quedar embarazadas) (Dignity Health, s.f.b). En este caso, se destacan como herramientas el sistema de tecnología robótica da Vinci®, que también es usado para Cirugía parcial de reemplazo de rodilla (Dignity Health, s.f.d). En este mismo hospital hay un Centro para el manejo del dolor, en el que un equipo de médicos certificados por la junta en fisioterapia, anestesiología y un psicólogo certificado, se encargan de identificar el plan de tratamiento óptimo para reducir el dolor, aumentar la función y mejorar la calidad de vida.

Muchas técnicas de tratamiento del dolor de última generación utilizadas incluyen la coordinación de tratamientos con terapia cognitivo-conductual, tratamientos autorreguladores (por ejemplo, biorretroalimentación), imágenes de diagnóstico de alta resolución y otras modalidades (Dignity Health, s.f.c). Luego, cuentan con la herramienta CyberKnife que es una alternativa no invasiva a la cirugía que trata los tumores cancerosos y no cancerosos en cualquier parte del cuerpo. El tratamiento, que es indoloro, suministra rayos de radiación en dosis altas a los tumores con extrema precisión (Dignity Health, s.f.a).

Otra iniciativa es la asesoría genética puede ayudar a determinar si la persona tiene marcadores genéticos específicos que podrían aumentar su riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. El gen BRCA, por ejemplo, puede ayudar a detectar el riesgo de cáncer de seno. El Centro de Cáncer del St. Mary 's Medical Center combina asesoramiento genético experto con acceso a las últimas pruebas genéticas (Dignity Health, s.f.a).

Luego, la industria de la tecnología de la salud está obligando a pensar en la atención médica en un sentido más integral, donde cientos de actores de la industria trabajan al unísono para brindar atención de calidad a fracciones de costo. La próxima generación de atención médica puede llenar vacíos críticos de conocimiento, reducir los costos exorbitantes de seguros, automatizar tareas que consumen mucho tiempo y abordar de manera eficiente una variedad más amplia de enfermedades, incluidas la salud mental y enfermedades como el cáncer. (Built In SF, 2020).

Algunas empresas e industrias relevantes dentro de la medicina de precisión/preventiva/personalizada/genómica son:

- **Forward:** Su idea general es de acompañar a sus clientes en prevención, condiciones crónicas y medicina general a través de una membresía (Forward, s.f.).
- **Hygea Precision Medicine:** Ha desarrollado un mercado para pruebas genéticas. La solución Hygea es una plataforma de software basada en web compatible con HIPAA que conecta proveedores, pacientes y laboratorios de CLIA. Los proveedores, incluidos los no genetistas, pueden diagnosticar a un paciente y ordenar con confianza la prueba genética más efectiva en pocos minutos (HYGEA Precision Medicine, s.f.).
- **Clarify:** Tienen la misión de cambiar la atención médica al reunir deliberadamente experiencia en atención médica, ingeniería de software de big data de Silicon Valley y ciencia de datos de vanguardia (Clarify, s.f.).



WEB



TW



DIR



3.3. Caso 3: Francia



DEFINICIÓN DEL CASO

Francia es un país que cuenta con un sistema de atención de salud que se basa en un modelo de seguro nacional de salud (NHI), el cual ofrece cobertura de atención a todos los residentes legales del lugar. el NHI francés es un ejemplo de financiación pública, de la seguridad social y de la atención de salud privada a diferencia de Cuba que es medicina socializada o del Reino Unido con un servicio nacional de salud (New York University, 2018).

Por otro lado, la política internacional de Francia en salud se enmarca en una estrategia que incluye la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y el refuerzo de la seguridad sanitaria internacional. Luego, en lo referente a los pagos de los usuarios, Francia es el país donde el gasto directo es el más bajo en la OCDE con 7% (excluyendo pagos directos por estadías hospitalarias a largo plazo) en comparación con 20% en promedio. El seguro nacional de salud cubre un promedio del 85% con los costos restantes financiados por un seguro privado u organizaciones sin fines de lucro (Institut Montaigne, 2018).

En cuanto a medicina personalizada, en París, por ejemplo, se dan conferencias, como la brindada entre el 15 y el 16 de octubre del 2019, en donde la Agencia Nacional de Investigación (ANR) organiza en la Maison de la Chimie, la conferencia “Medicina personalizada – De la visión a la práctica”. Se trata de la segunda conferencia del Consorcio internacional para la medicina personalizada (ICPerMed), que reúne a unos 40 socios de diferentes países con el objetivo de coordinar la investigación, la financiación y la puesta en marcha de la medicina personalizada a nivel europeo e internacional (ICPerMed, 2019).

Es de tener en cuenta, que las nuevas tecnologías generan un impacto en el manejo de la salud, Francia en este caso tiene una ventaja importante para implementar políticas públicas: para datos. Éstos se deben aprovechar para optimizar la prevención y el tratamiento de enfermedades, así como para predecir epidemias y promover la farmacovigilancia. Gracias al Sistema Nacional de Datos de Salud (SNDS), que es una de las bases de datos médico administrativas más importantes del mundo, y profesionales pro-tecnología, Francia podría construir una nueva vía de atención médica y promover un enfoque global (Institut Montaigne, 2018).



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Francia o República Francesa es un país miembro de la Unión Europea, se ubica en Europa Occidental, donde limita con diferentes países como España y Andorra. Para el 2019 contó con un total de 67.012.883 habitantes (Datos Macro, s.f.).



ELEMENTOS SIMILARES A LOS DEFINIDOS EN LA OPORTUNIDAD

Francia es uno de los sistemas que cuenta con mayor admiración con respecto a los resultados del sistema de salud. Este país ha obtenido gran éxito en la prevención de muertes por una serie de cánceres curables, neumonía, cardiopatías isquémicas, muertes maternas en el parto, entre otras. La mortalidad evitable (Avoidable mortality (AM) por sus siglas en inglés) se encarga de captar la medida en que las muertes de menores de 75 años no se hayan producido si se hubiera beneficiado del acceso a programas eficaces de prevención de enfermedades. Realizando una comparación de la mortalidad evitable entre 19 países de la OCDE, Francia es el que tiene la tasa más baja. Por ejemplo, entre 1999 y 2007 la disminución porcentual de la mortalidad evitable fue del 27,7% (New York University, 2018).

Un buen punto de partida para evaluar el sistema de salud es observar que el acceso a los servicios de salud pública y a la atención médica puede mejorar la salud de la población. Francia tiene los mejores resultados en la esperanza de vida, tasas de mortalidad infantil o los años de vida perdidos por muerte prematura. (New York University, 2018).

Tabla 11. Indicadores básicos Francia (2013-2016). Adaptado de New York University, 2018.

Características demográficas y económicas	Francia
Población total	66,760,000 (2016)
Producto interno bruto (PIB) per cápita (\$)	41.364,40 (2016)
Gastos sanitarios como porcentaje del PIB	11,0 (2016)
Médicos en ejercicio por cada 1.000 habitantes	3,3 (2015)
Consultas médicas per cápita	6,3 (2014)
La esperanza de vida al nacer	82,4 (2015)
Esperanza de vida femenina a los 65 años	23,5 (2015)
Esperanza de vida masculina a los 65 años	19,4 (2015)
Esperanza de vida femenina a los 80 años	11,4 (2015)
Esperanza de vida masculina a los 80 años	9,2 (2015)



Bandera de Francia



WEB



TW



DIR



3.3. Caso 3: Francia

Desde el año 2016, en Francia los gastos de salud pública representaron el 79% del total de dichos gastos. “El seguro médico voluntario privado (VHI) representaba otro 13 por ciento y los pagos de bolsillo alrededor del 8 por ciento. De la porción pública total, los impuestos de la nómina de la seguridad social representaron el 64 por ciento del total. El resto fue financiado por un impuesto nacional sobre la renta de todos los ingresos, incluidos los dividendos e intereses del capital (16%), los ingresos de un impuesto sobre el tabaco, el alcohol, la industria farmacéutica y el seguro médico voluntario privado (VHI) (12%), los subsidios estatales (2%)” (New York University, 2018).

Es importante señalar que el presupuesto de seguro de salud de Francia en 2018 fue de 195,2 mil millones de euros (\$229 mil millones de dólares), el cual fue financiado por impuestos (Medical Xpress, 2018). Finalmente, en el siguiente gráfico se muestra las principales causas de muerte en Francia, en donde se destacan las enfermedades isquémicas del corazón, cáncer de pulmón, alzheimer y ataques fulminantes.

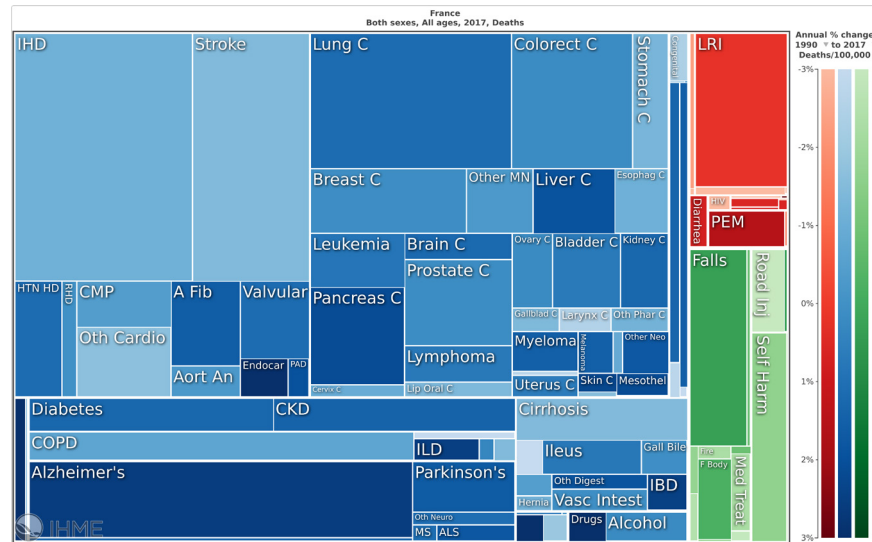


Fig 11. Categorías de residuos y reciclaje. Adaptado de EDA (2018)

CARACTERIZACIÓN (COMO SE GENERÓ, SE MANIFESTÓ Y SE ATENDIÓ)

Francia se basa en el modelo de seguro nacional de salud en su sistema de salud, este proporciona cobertura a todos los residentes y es un ejemplo de financiación de la seguridad social pública y de la atención sanitaria privada (New York University, 2018).

Sin embargo, aunque el sistema francés se considera como uno de los mejores del mundo, en el 2017 el país ocupó el décimo lugar entre los 11 países en el estudio de Clasificación de Rendimiento del Sistema de Atención Médica, el cual es realizado por The Commonwealth Fund. Los ciudadanos franceses se preocupan por la evolución de sus sistemas de salud ya que: el 66.4% expresó su preocupación por la atención al paciente y el 70% piensa que el seguro de salud pública los protegerá menos en el futuro (Institut Montaigne, 2018).



Por otra parte, como punto positivo, Francia se encuentra entre los que más gastan en salud del mundo con un 11,1% de su PIB dedicado a la asistencia sanitaria (en comparación del promedio del 9,8% en los países de la OCDE) (Institut Montaigne, 2018).

Francia es el hogar de compañías farmacéuticas mundiales como Sanofi e Ipsen; el sector farmacéutico representa más de € 28.7 mil millones en exportaciones cada año. Adicionalmente, el país es conocido mundialmente por su excelente investigación científica y clínica con instituciones como el Instituto Nacional de Investigación Médica y de Salud (Inserm) o el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS). Con más de 600 PYME en tecnología sanitaria, Francia tiene muchos activos y mantiene una ventaja competitiva. Por otra parte, en lo referente a medicina preventiva, hay una grave falta de inversión, dado que en un informe de la OCDE de 2017 indica que en los países europeos gastan el 3% del PIB en promedio, mientras que Francia no alcanza el 2%. Según el presidente Macron, el sistema de salud francés sigue demasiado orientado a la curación, en detrimento de la prevención de enfermedades (Institut Montaigne, 2018).



WEB
TW
DIR



3.3. Caso 3: Francia

ACTORES IMPLICADOS (DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU DESCRIPCIÓN)

Ministerio de Solidaridad y Salud: prepara e implementa la política gubernamental en las áreas de solidaridad, cohesión social, salud pública y organización del sistema de salud (Ministerio de Asuntos Sociales y Salud, s.f.).

Organización de la Dirección General de Salud (DGS): La organización de la dirección general de salud del Ministerio de Solidaridad y Salud explica el diagrama de flujo a continuación (DGS, 2020).

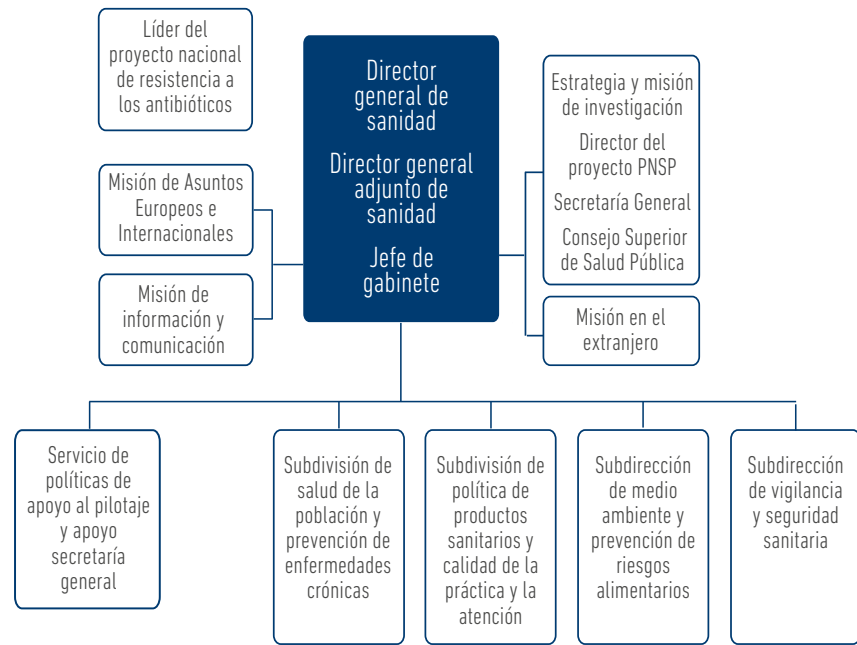


Fig 12. Organigramma Organización de la Dirección General de Salud. Adaptado de DGS (2020).

- Agencias regionales de salud: son responsables de la gestión regional del sistema de salud. Definen e implementan políticas regionales de salud, lo más cerca posible de las necesidades de la población (Republique Francaise, 2019).
- Cap Digital: es un grupo de competitividad para la transformación digital y la transición ecológica establecida en 2006. Sus más de 1000 miembros incluyen más de 850 PYME, más de 70 corporaciones, empresas medianas y entidades controladas por el estado de naturaleza industrial o comercial, junto con más de 70 universidades importantes, establecimientos de educación superior y laboratorios de investigación, y 12 inversores de capital. Cap Digital está trabajando para hacer de la región de París un líder mundial digital, tanto en términos industriales como estratégicos. Sus funciones incluyen I + D, crecimiento corporativo, la creación de redes de sus miembros y su promoción internacional, con el fin de impulsar la creatividad y la competitividad de este importante sector industrial (Precision medicine: Hu-PreciMED project).
- Clínica de Salud de Paris: La medicina preventiva se refiere al cuidado y asesoramiento que se recibe para prevenir enfermedades o dolencias. Algunos servicios que presta esta institución en cuanto a medicina preventiva son: vacunas estándar, examen anual de bienestar, control de la presión arterial, control de la depresión, control de la obesidad, control de la diabetes tipo 2, control del cáncer, control del colesterol (Paris Health Clinic, s.f.).



WEB
 TW
 DIR



3.3. Caso 3: Francia



HERRAMIENTAS USADAS Y RESULTADOS DE LA OPORTUNIDAD

Entre las opciones de medicina personalizada y preventiva en Francia, podemos encontrar las siguientes empresas, proyectos e iniciativas:

Le carte vitale: Al iniciar cada consulta, el paciente entrega al médico su tarjeta que contiene su historia clínica completa, consultas, referencias, operaciones, pruebas diagnósticas, tratamientos etc., junto a un reporte de facturación. Si el paciente es referido a un especialista o a una farmacia, lleva consigo su tarjeta. Debido a que la información está encriptada, el Ministerio de Salud francés sostiene que no hay brechas en la privacidad del paciente (Academia Peruana de Salud, 2014).

The Check-up Center: Desde 1991, el Centro de Chequeo del Hospital Americano de París se ha dedicado exclusivamente a proporcionar a los pacientes atención preventiva y detección utilizando las tecnologías más avanzadas y recomendaciones científicas actualizadas. Este ofrece los siguientes servicios: Chequeos de salud utilizando lo último en medicina preventiva y técnicas de diagnóstico temprano; Chequeos requeridos por las compañías de seguros; Servicios corporativos; y un centro para consultas y consejos sobre vacunación internacional para pacientes que viajan a zonas tropicales: The International Vaccination Center. Luego, dado que, a cada edad y estilos de vida, los riesgos pueden variar.

El Centro de Chequeo ofrece exámenes adaptados a cada edad y específicos de género:

- GMA - Evaluación médica general
- CA - Evaluación cardiovascular
- GYA - Evaluación Ginecológica
- SA - Evaluación de fumadores y exfumadores
- SA - Evaluación de serenidad (desde 2018)
- WRIA - Evaluación del Instituto de Riesgos de la Mujer (desde 2018)
- Chequeo después de Covid - Nuevo mayo 2020

Luego, los médicos pueden sugerir consultas y exámenes como: colonoscopia virtual, osteopatía densitométrica, tomografía computarizada del tórax (dosis baja), y mamografía con tomosíntesis (American Hospital of Paris, s.f.b).

Debido a la experiencia en el Centro de Chequeo, a la gran variedad de especialidades médicas y quirúrgicas, y al equipo médico de vanguardia, se tiene la ambición de crear una prevención innovadora, un centro de detección y diagnóstico temprano del cáncer. Los diagnósticos pueden ayudarnos a avanzar hacia un verdadero enfoque de prevención que incluiría la derivación de pacientes y la educación del paciente en cuanto a dieta y nutrición, condiciones de salud, métodos antiestrés, consumo de tabaco, etc (American Hospital of Paris, s.f.a).

L'Entrepôt de Données de Santé (EDS): En 2020, el hospital Foch continúa su cambio digital con la producción de su Health Data Warehouse, el cual es un almacén de datos de salud que hace posible la convergencia de todos los datos administrativos y médicos (consulta, hospitalización, informes de imágenes, resultados de biología, patología, etc.) de los diversos softwares utilizados por los profesionales de la salud, en una sola base de datos. Permitirá multiplicar los usos de los datos de salud masivos para mejorar la atención al paciente y acelerar la investigación clínica (Hospital Foch, s.f.).

Hu-PreciMED: Medicen Paris Region y Cap Digital, dos grupos de competitividad de la región del Gran París, han anunciado que están reuniendo a sus miembros para apoyar el proyecto Hu-PreciMED (Medicina de precisión humana) para estructurar la industria de la medicina de precisión en Francia. El proyecto fue lanzado conjuntamente por Oncodesign, Servier e Intersystems. Con más de 45 empresas innovadoras digitales y médicas que ya participan, Hu-PreciMED tiene como objetivo reunir a todos los actores públicos y privados que trabajan en el campo de la medicina de precisión y conectarlos de manera eficiente con los datos médicos de los pacientes (UK Pharmacogenetics and Stratified Medicine Network, 2018).

Por último, El Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), que es el sistema de hospitales públicos de París, el cual recibe a más de 10 millones de pacientes cada año, y suma un total de 100,000 profesionales médicos, incluidos 20,000 médicos y 250 quirófanos, cifras que lo convierten en la estructura hospitalaria más grande de Europa (Paris Convention and Visitors Bureau, 2018).



WEB



TW



DIR



3.4. Caso 4: Victoria Australia



DEFINICIÓN DEL CASO

El sistema de salud de Australia es uno de los mejores del mundo, contando con una de las expectativas de vida más largas del mundo. Medicare (el plan de atención médica universal de Australia desde 1984) y el sistema de hospitales públicos proporciona acceso gratuito o de bajo costo para todos los australianos a la mayoría de estos servicios de atención médica. El seguro de salud privado le brinda opciones fuera del sistema público (Departamento de Salud del Gobierno de Australia, 2019).

El sistema de salud de Australia es uno de los mejores del mundo, contando con una de las expectativas de vida más largas del mundo. Medicare (el plan de atención médica universal de Australia desde 1984) y el sistema de hospitales públicos proporciona acceso gratuito o de bajo costo para todos los australianos a la mayoría de estos servicios de atención médica. El seguro de salud privado le brinda opciones fuera del sistema público (Departamento de Salud del Gobierno de Australia, 2019).

Entre los desafíos de las próximas décadas mencionados por el gobierno de Australia se encuentran (Departamento de Salud del Gobierno de Australia, 2019):

- **Envejecimiento de la población:** una mayor proporción de población de la tercera edad necesitará diferentes tipos de servicios de salud. Para satisfacer estas necesidades nuevas y diferentes, se necesitará de una fuerza laboral de salud flexible y bien capacitada en todas las áreas del país.
- **Enfermedades crónicas:** el aumento de muchas afecciones crónicas también aumenta la demanda de modelos de tratamiento flexibles y centrados en la persona. Para abordar esto, los gobiernos están adoptando un enfoque nacional para la atención coordinada en sus planes y políticas de salud, incluida la atención en equipo dirigida por médicos de cabecera para pacientes con afecciones crónicas y complejas.
- **Investigación médica y de salud:** los avances en la ciencia médica están destinados a cambiar completamente la atención médica. Por ejemplo, las pruebas genómicas ayudarán a los médicos a diagnosticar afecciones y enfermedades de salud antes, así como a proporcionar mejores opciones de prevención y tratamiento para las personas.



Bandera de la ciudad de Victoria

- **Nueva tecnología:** las nuevas tecnologías también tienen un impacto en los servicios médicos y de salud, desde las tecnologías digitales de salud hasta los servicios automatizados de salud y diagnóstico. Estas tecnologías ayudan a mejorar el sistema de salud, pero pueden afectar a los pacientes y a la fuerza laboral de la salud.
- **Mejor uso de los datos de salud:** los datos completos pueden ayudar a mejorar las políticas, los programas y los servicios de salud.

La atención integrada es la provisión de atención bien conectada, efectiva y eficiente que toma en cuenta y se organiza en torno a las necesidades sociales y de salud de una persona. Los beneficios de un sistema de atención integrado se extienden a pacientes, cuidadores, proveedores de atención médica y al sistema de atención médica más amplio y pueden incluir: atención médica y social conjunta que es más fácil de navegar, mejores experiencias y resultados para los pacientes, mayor eficiencia del sistema y se ampliaron las competencias laborales en todos los sectores. La atención integrada es especialmente importante para un manejo más efectivo de las enfermedades crónicas y para las personas con necesidades complejas (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.b).

Los servicios de salud comunitaria (CHS) de Victoria juegan un papel importante en la prestación de servicios de salud financiados por el estado, centrados en la población y basados en la comunidad. Esto incluye la entrega del Programa de Salud Comunitaria, que proporciona promoción de la salud, asesoramiento general, servicios de salud comunitarios y de enfermería aliados (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.f). Muchos CHS también brindan servicios financiados por la Commonwealth y otras fuentes. El sistema de salud en el estado de Victoria se enfoca en proporcionar atención centrada en el paciente que sea oportuna, apropiada y efectiva. La atención centrada en el paciente está respaldada por información, sistemas y servicios que satisfacen las necesidades del paciente (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.c). Existen muchos tipos de atención médica, incluida la práctica general (el médico local, también conocido como su 'médico de cabecera'), hospitales, salud mental, salud aliada, cuidado de ancianos, medicina dental y complementaria, trabajando juntos en dos flujos complementarios, siendo públicos (la mayoría de los cuales es gratis) y privados (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.a).



WEB



TW



DIR



3.4. Caso 4: Victoria Australia

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Estado de Victoria, Australia, según la Oficina australiana de estadística (2016) en el 2016 contó con una población de 5,926,624 (. En lo referente a actividad económica, según la OECD, en el 2018, se obtuvo un PIB de \$USD 282411 (precios constantes, PPP constante, año base 2015), y un PIB per cápita de \$USD 43703 (precios constantes, PPP constante, año base 2015).

ELEMENTOS SIMILARES A LOS DEFINIDOS EN LA OPORTUNIDAD

En lo referente a las enfermedades crónicas en regiones importantes de Victoria, encontramos los siguientes porcentajes obtenidos de encuesta de salud de la población de Victoria (Gobierno de Victoria 2017), donde en el total de Victoria se destacan enfermedades mentales (ansiedad o depresión), artritis y asma:

Tabla 12. Proporción de población adulta que alguna vez ha sido diagnosticada con una de las siguientes enfermedades crónicas. Adaptado de: Gobierno de Victoria (2017).

	Greater Dandenong			Southern Melbourn Area			South Division			Victoria		
	%	LL	UL	%	LL	UL	%	LL	UL	%	LL	UL
Asma	15,2	11,5	19,7	19,5	16,8	22,6	19,6	18,2	21,1	20	19,2	20,7
Diabetes de tipo 1	2,2	1	5	1,1	0,6	2	0,9	0,6	1,2	0,8	0,6	0,9
Diabetes de tipo 2	6,1	4,1	8,9	6,7	5,1	8,7	5,6	5	6,3	5,5	5,1	5,8
Enfermedades del corazón	6,6	4,8	9,1	6,2	4,9	7,9	6,9	6,2	7,6	6,7	6,4	7,1
Accidente cerebrovascular	2,2	1,1	4,4	3,1	2	4,6	2,5	2,1	3,1	2,4	2,1	2,6
Cáncer	6,7	4,7	9,5	10,5	8,2	13,2	8,7	7,9	9,7	8,1	7,7	8,5
Osteoporosis	6,6	4,4	9,7	8,1	6,2	10,5	5,9	5,2	6,6	5,7	5,3	6
Ansiedad o depresión	18,9	14,7	24	24,9	21,9	28,1	26,6	25,1	28,2	27,4	26,6	28,2
Artritis	18,2	14,6	22,4	21,5	18,9	24,4	20,3	19,2	21,4	20,6	20	21,1

Finalmente, en el siguiente gráfico se muestra las principales causas de muerte en Australia, en donde se destacan enfermedad cardiaca isquémica, alzheimer y derrame cerebral.

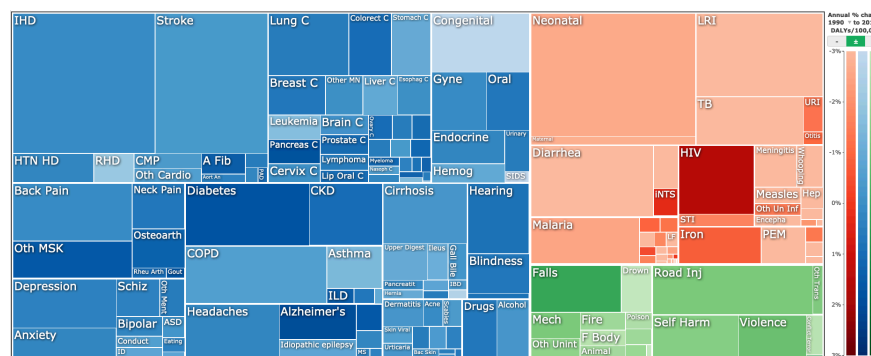


Fig 13. Categorías de residuos y reciclaje. Adaptado de EDA (2018)

CARACTERIZACIÓN (COMO SE GENERÓ, SE MANIFESTÓ Y SE ATENDIÓ)

El estado de la salud en el estado de Victoria es el siguiente: en general, algunos de los aspectos claves de la salud en Victoria según la Agencia de Información de Salud (2019) son:

- Tiene una de las mayores tasas de esperanzas de vida, y una de las menores tasas de mortalidad infantil, en la OCDE.
- Tres de cada cuatro adultos reportan tener muy buena o excelente salud.
- Uno de cada tres adultos ha sido diagnosticado con al menos una enfermedad crónica durante su vida útil, lo cual es bajo comparado internacionalmente.
- En general, el 7% de los adultos tiene problemas de salud que limitan las actividades diarias, lo cual es bajo comparado internacionalmente.

El futuro del sistema de salud está en constante evolución a medida que los consumidores cambian las demandas y aumenta el avance de la tecnología. Más aún, ha habido un enfoque creciente en la medicina personalizada en Australia para predecir mejor el riesgo de enfermedad o las respuestas de los pacientes a los tratamientos. La medicina personalizada tiene en cuenta la genética, la genómica y cualquier otra información biológica para tomar una decisión bien informada sobre el diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades humanas en cada paciente.



3.4. Caso 4: Victoria Australia

En el campo de la oncología, el impacto de la medicina personalizada en toda Australia es evidente; Los tratamientos específicos están ayudando a los pacientes con cáncer a vivir vidas más largas, saludables y productivas (Southgate Medical Centre, 2017)

La Alianza Global para la Genómica y la Salud identificó las Enfermedades Raras como una de las dos áreas clave en las que un enfoque colaborativo de intercambio de datos tiene el potencial más inmediato para beneficiar directamente a los pacientes. El modelo emblemático de Australian Genomics está diseñado para impulsar la investigación en la implementación nacional de pruebas genómicas, integrándose con cuatro programas de investigación como marcos para la traducción. Las asociaciones apoyan un “ciclo virtuoso” de traducción e implementación rápidas a través del intercambio de información entre médicos e investigadores para evaluar la patogenicidad, el descubrimiento de genes y el desarrollo de herramientas innovadoras de diagnóstico y tratamiento (Australian Genomics, 2020b). El estado de Victoria está a la vanguardia en la reforma líder en prevención de enfermedades y detección temprana y ha invertido en una gama de iniciativas de prevención dirigidas a áreas específicas como la reforma del tabaco, la obesidad, la diabetes, la actividad física, la salud sexual, las enfermedades cardíacas, el cuidado del cáncer y la prevención del cáncer de piel. Luego respecto a la vigilancia, la evaluación de la población se planifica y coordina con el objetivo de brindar los máximos beneficios de salud a la comunidad, con un enfoque en la igualdad de acceso y resultados de salud (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.e).

El Departamento de Salud y Servicios Humanos supervisa la entrega de programas de detección en Victoria. La evaluación de la población implica una prueba que se ofrece a todas las personas en un grupo elegible, generalmente definido por edad, como parte de un programa organizado (Gobierno del Estado de Victoria, s.f.d).



ACTORES IMPLICADOS (DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU DESCRIPCIÓN)

- El Departamento de Salud y Servicios Humanos:** se compromete a lograr la mejor salud y bienestar para todos los victorianos; éste desempeña un papel fundamental en el sistema de salud victoriano y es responsable de apoyar la prestación de servicios en la actualidad y de configurar el sistema de salud para satisfacer las necesidades de salud de los victorianos en el futuro. El departamento ofrece servicios de salud y humanos, impulsa la reforma y proporciona supervisión regulatoria. Cuenta con diferentes divisiones centrales con el fin de proporcionar una mejor capacidad para desarrollar políticas, administrar sistemas de servicios, diseñar fondos y apoyar el cumplimiento de las responsabilidades del departamento (Health and Human Resources, s.f.).
- Safer Care Victoria:** especialista en mejora de la seguridad y la calidad de la atención médica del estado. Trabajan con expertos para ejecutar proyectos de mejora, y hacer que la atención médica sea más segura. Adicionalmente, recopilan datos e información sobre seguridad de la salud (Safer Care Victoria, s.f.).
- Victorian Agency For Health Information (VAHI):** La Agencia Victoriana de Información de Salud se creó como parte de las reformas del Gobierno de Victoria para revisar la calidad y la seguridad en todo el sistema de salud pública de Victoria (VAHI, s.f.).
- Regulación, Protección de la Salud y Manejo de Emergencias (división del Departamento de Salud y Recursos Humanos):** reúne experiencia profesional y epidemiológica para proteger al público victoriano de daños evitables; el trabajo diario los pone en contacto con riesgos tales como drogas, venenos, infecciones, contagios, incidentes de emergencia y los riesgos de super insectos y pandemias (Health and Human Resources, s.f.).
- Salud y Bienestar (división del Departamento de Salud y Recursos Humanos):** es responsable de la política, la estrategia y la puesta en servicio de los servicios de prevención primaria, secundaria y terciaria. Ya sea para prevenir enfermedades o participar en algún tratamiento, su objetivo es proporcionar un enfoque más holístico al sistema de salud (Health and Human Resources, s.f.).



3.4. Caso 4: Victoria Australia

Referente a iniciativas de investigación en Australia, se logra encontrar a: La Alianza Australiana de Medicina Genómica, La Alianza de Melbourne de Medicina Genómica, La colaboración Genómica de Sydney, La Alianza de Queensland de Medicina Genómica y las iniciativas CSIRO, descritas a continuación:

Tabla 13. Iniciativas de investigación y trabajo relacionadas a medicina de precisión y genómica. Adaptado de: MTCONNECT (2019).

Iniciativa	Descripción
La Alianza Australiana de Salud Genómica	<p>Establecida en 2014 como una red nacional de clínicos, patólogos e investigadores dedicados a trasladar los enfoques genómicos a la práctica clínica</p> <ul style="list-style-type: none"> Integra la experiencia de varias partes interesadas: CSIRO, Australian Genome Research Facility, National Computational Infrastructure y programas de genómica financiados por los gobiernos estatales. 78 organizaciones asociadas, 30 centros clínicos Cuatro áreas de interés: red nacional de diagnóstico e investigación; infraestructura de datos federada; política regulatoria y económica y examen de los obstáculos a la aplicación; y educación, ética y personal.
Alianza de Salud Genómica de Melbourne	<ul style="list-style-type: none"> Creado en 2013 como una colaboración de diez organizaciones sanitarias y de investigación en Victoria, con el objetivo de utilizar la genómica para mejorar la atención individual Se centra en 11 enfermedades, entre ellas los trastornos del sistema inmunitario, las afecciones cardíacas genéticas, las enfermedades neurodegenerativas y determinados cánceres
Colaboración Genómica de Sydney	<ul style="list-style-type: none"> Creado en 2014 en el Instituto Garvan de Investigación Médica en colaboración con el gobierno de Nueva Gales del Sur Objetivo: implementar la investigación genómica en enfermedades con un componente genético, incluidos los cánceres Programas: El Banco de Referencia del Genoma Médico (secuenciación en personas mayores sanas); el programa NSW Genomics Collaborative Grants (secuenciación del genoma en melanoma, enfermedades cardíacas y esquizofrenia); el Programa de Medicina Genómica del Cáncer (genómica en cáncer)
Alianza de Salud Genómica de Queensland	<ul style="list-style-type: none"> Creado en 2016 con financiación del Gobierno de Queensland Se han iniciado 4 proyectos de demostración clínica en cáncer de pulmón, melanoma, diabetes de inicio maduro en los jóvenes y enfermedades infecciosas.
Iniciativas del CSIRO	<ul style="list-style-type: none"> El Centro de Investigación en Salud Electrónica (AEHRC) incluye el análisis de datos genómicos de alto rendimiento y la ingeniería genómica El AEHRC forma parte de la Unidad de Salud y Bioseguridad del CSIRO Data61: investigación en gestión de datos, ciberseguridad, inteligencia artificial, etc.



HERRAMIENTAS USADAS PARA APROVECHAR LA OPORTUNIDAD

Una de las formas en la que en el estado de Victoria está buscando el mejoramiento de la calidad de vida de sus ciudadanos y los seres humanos en general, es la investigación. En este caso entra en relevancia la medicina genómica, que es el uso de información genómica en la toma de decisiones clínicas y la atención al paciente. Este tipo de medicina personalizada se puede utilizar para respaldar un diagnóstico y un pronóstico más precisos, para identificar pacientes con mayor riesgo de enfermedad o complicaciones, para seleccionar y priorizar la terapia y en la prevención y control de brotes de infecciones. Murdoch Children’s habla de estar a la vanguardia y, utilizando tecnologías genéticas internas, sus investigadores han podido descubrir varios nuevos genes de enfermedades. El descubrimiento de genes es el primer paso para desarrollar tratamientos efectivos. Sin embargo, aunque esta tecnología se está utilizando en un entorno de laboratorio de investigación, estos avances espectaculares en la investigación genómica aún no están disponibles de forma rutinaria en el entorno clínico (Murdoch Children’s Research Institute, 2018).

El “buque insignia” de Australian Genomics ‘SUPER WGS’ está investigando el uso de la secuenciación del genoma completo para describir mejor los casos complejos de Cánceres de Primario Desconocido (CUP, por sus siglas en inglés, describe el estado de un cáncer ya expandido, pero el punto de partida del cáncer no se puede localizar). La integración de los ensayos moleculares modernos en la atención estándar es necesaria para mejorar los resultados para las personas con CUP y para guiar la investigación de ensayos clínicos futuros. Este proyecto se basa en un estudio de cohorte existente llamado SUPER (“Solucionando el cáncer primario desconocido”) financiado por Cáncer Australia y la Agencia Victoriana contra el Cáncer (Australian Genomics, 2020a).



3.4. Caso 4: Victoria Australia

Luego, el Kinghorn Cancer Center (s.f), con avances en la comprensión del cáncer, brinda a pacientes y médicos en áreas metropolitanas, regionales y rurales, acceso a un banco de conocimiento que brinda la información más actualizada a nivel mundial, vinculando información molecular y respuestas de tratamiento para informar mejor las decisiones de tratamiento (). Seguidamente, en Melbourne Functional Medicine, cuenta con un programa de seis meses, con sesiones ilimitadas con un profesional de medicina funcional y un entrenador de salud, y se proporciona un plan de salud personalizado y basado en evidencia, ello con el objetivo de ayudar a personas con enfermedades crónicas (Melbourne Functional Medicine, 2020). Luego, otros esfuerzos del gobierno de Victoria es la implementación de sistemas clínicos digitales, el cual recientemente ha comprometido \$123.8 millones en el Presupuesto del Estado, para crear un único sistema de registros médicos electrónicos a través de tres de los servicios de salud de Parkville. Luego, también se encuentra el Recinto Biomédico de Melbourne, que es uno de los principales centros biomédicos de Australia y el mundo, en el que se ofrece atención médica, educación e investigación (Gobierno del Estado de Victoria, 2018). En suma, ya que el gobierno australiano proporcionará más de \$65 millones en subsidios de investigación competitivos a los mejores y más brillantes investigadores de Australia para desbloquear las ventajas de la medicina personalizada a través de la genómica y potencialmente encontrar curas para el cáncer, las enfermedades de los niños y las enfermedades con bajas tasas de supervivencia (Departamento de Salud, 2019).

En lo referente al uso de los datos y el Big Data, se encuentra a nivel de Australia el Centro para la investigación en Big Data de salud (s.f), que es el primer centro de investigación australiano dedicado a la investigación en salud (dominios biomédicos, clínicos, de servicios de salud y de salud pública) utilizando big data. Luego, ubicado en Melbourne, The Australasian Institute of Digital Health (AIDH) (s.f.), cuyas áreas especiales de interés en salud digital incluyen: ciberseguridad, informática clínica, informática de enfermería, Health UX, hospitales digitales y medicina de precisión. Seguidamente, se encuentra el proyecto Generación Victoria, que es un ejemplo del poder de las técnicas informáticas de salud, en el cual se reúnen varios tipos de información sobre infantes, desde antes del nacimiento hasta más adelante en la vida. Al examinar estos datos, los investigadores descubrieron que pueden identificar qué niños a la edad de cuatro años tienen un alto riesgo de enfermedad más adelante en la vida (Melbourne Biomedical Precinct, s.f.).



WEB



TW



DIR



3.5. Caso 5: Buenos Aires Argentina



DEFINICIÓN DEL CASO

En Argentina el sistema de salud se caracteriza por tener una alta fragmentación que se da en tres subsectores: público, seguridad social y privado (Secretaría de Gobierno de Salud, 2020).

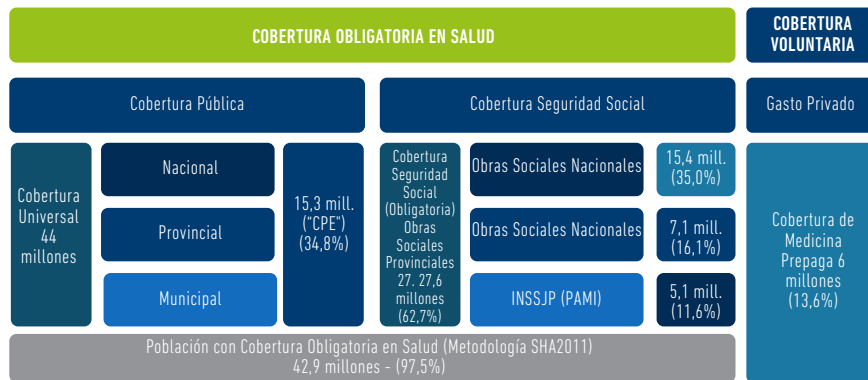
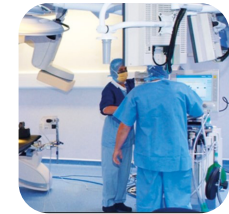


Fig 14. Cobertura en Salud (Pública y de Seguridad Social) en Argentina en el 2017. Adaptado de (Secretaría de Gobierno de Salud, 2020).

El esquema anterior, señala la cantidad y porcentaje de población cubierta bajo los diferentes subsistemas. El subsistema público se refiere a los 3 niveles de gobierno (nacional, provincial y municipal), éste se encuentra integrado por efectores públicos como los hospitales, centros de atención primaria de la salud, entre otros, y brindan asistencia médica a todos los habitantes que lo requieran. Por otro lado, el subsistema de la seguridad social está integrado por Obras Sociales Nacionales (OSN), Obras Sociales Provinciales (OSP) y el Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados (INSSJP), éste brinda cobertura a los adultos mayores. Finalmente, el subsistema privado comprende tanto instituciones que actúan brindando cobertura de seguro (por ejemplo, medicina prepagada, cooperativas, entre otros) como empresas o prestadores independientes que ofrecen atención de la salud, estas brindan cobertura principalmente a asociados voluntarios de ingresos medio-altos.



Bandera de la ciudad de Buenos Aires



Actualmente el sistema de salud argentino cuenta con 17.485 establecimientos asistenciales, Argentina cuenta con 4,5 camas cada 1.000 habitantes, hay 166.187 médicos (3,94 médicos cada 1.000 habitantes). El país cuenta con un gasto en salud que equivale aproximadamente a un 10% de PIB, siendo el más elevado de América Latina y con niveles casi similares a los países desarrollados (Sociedad Argentina de Cardiología, 2017).

La capital de Argentina, Buenos Aires, cuenta con un sistema de salud que es público, gratuito y de calidad, a través del Ministerio de Salud la ciudad logra garantizar la atención médica para todas las personas que viven en el lugar. En los últimos años se han implementado programas, reformas edilicias y tecnologías que agilizan la atención, por ejemplo, actualmente los ciudadanos no deben trasladarse por toda la ciudad para realizar una consulta ya que cada uno cuenta con un equipo médico de cabecera que brindará atención integral y de calidad en un Centro de Salud (CESAC) a menos de 15 minutos de su hogar. Otros servicios implementados por el gobierno actualmente son turnos telefónicos y una historia de salud integral (Buenos Aires Ciudad, 2019).

En cuanto a la prevención en salud, el El Ministerio de Salud de la Ciudad recomienda diferentes medidas a tener en cuenta para eludir enfermedades, accidentes, infecciones respiratorias y problemas de salud que son provocados por factores climáticos y externos. Algunas de estas medidas son líneas telefónicas para diferentes tipos de accidentes, asimismo la distribución de hospitales para cada tipo de enfermedad (respiratorias, Influenza A, Meningitis, Dengue, entre otros) síntomas, vacunas o intoxicaciones (Buenos Aires Ciudad, s.f.a.).

Finalmente, en cuanto a medicina personalizada la institución Roche realiza grandes aportes a la ciudad y al país. Rocher busca ofrecer soluciones de salud con el objetivo de mejores opciones de diagnóstico y tratamiento, han desarrollado avances en Medicina personalizada, pruebas genómicas de avanzada, inmunoterapia, biofármacos, entre otros (Roche, 2020).



3.5. Caso 5: Buenos Aires Argentina



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) es la capital de la República Argentina y está situada en la región centro-este del país. Es una de las ciudades con mayor calidad de vida de América Latina, y su renta per cápita se ubica entre las tres más altas de la región. Para el 2017 la ciudad contaba con una población de 17.020.012 habitantes (OPS, 2019).



ELEMENTOS SIMILARES A LOS DEFINIDOS EN LA OPORTUNIDAD

Argentina cuenta con una distribución poblacional en el territorio donde la mayor parte se concentra en la región centro (66%), ya que ahí se encuentran los mayores centros urbanos como lo es a Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Secretaría de Gobierno de Salud, 2019).

Tabla 14. Establecimientos públicos de la región Centro por provincia y dependencia jurisdiccional 2017. Adaptado de Secretaría de Gobierno de Salud, 2019.

Provincia/ dependencia	Nacional	Provincial	Municipal
Buenos Aires	31	101	2.346
CABA	69	1	122
Córdoba	4	81	768
Entre Ríos	4	282	127
Santa Fe	4	589	173

En cuanto a los Establecimientos por dependencia y financiamiento para el 2017 en la región Centro donde se encuentra Buenos Aires, se observó que la distribución de estos la mayoría fueron municipales (a expensas de la Provincia de Buenos Aires); asimismo, el total de los establecimientos nacionales el 74% se encontraba en esta región, como lo muestra la gráfica anterior.

Por otro lado, en la siguiente gráfica se puede observar la tasa de mortalidad y su variación en las diferentes jurisdicciones, para el caso de Buenos Aires se obtuvieron valores de 8,4 para Varones y 7,8 para mujeres (cada 1.000 habitantes) (Secretaría de Gobierno de Salud, 2019).

Tabla 15. Tasa bruta de mortalidad (TBM) según sexo (por 1.000 habitantes) en el año 2017. Adaptado de OPS (2019)

	TBM		
	T	B	M
REPÚBLICA ARGENTINA	7,8	8,1	7,4
Región Centro	8,4	8,6	8,2
CABA	10,5	10	10,9
Buenos Aires	8,1	8,4	7,8
Córdoba	8,2	8,4	8
Entre Ríos	7,6	7,9	7,3
Santa Fe	8,7	9	8,4

Finalmente, en el sector de la salud de la ciudad de Buenos Aires se encuentran 61.950 camas habilitadas para los 2018 y 7.000 establecimientos asistenciales con interacción para este mismo año, siendo el lugar con mayor disponibilidad en comparación con CABA y Córdoba. Asimismo, la ciudad cuenta con 48.910 médicos como lo muestra la siguiente gráfica (OPS, 2019).

Tabla 16. Indicadores de recursos, acceso y cobertura en el año 2018. Adaptado de OPS (2019)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REPÚBLICA ARGENTINA	166.082	10.278	8.422	27.626	5.342	20.026	1.553	8.993	172.502	36.1
Región Centro	114.359	5.271	3.861	13.504	3.729	8.636	860	3.901	125.409	32.7
CABA	22.133	1.647	851	1.166	174	886	42	120	40.138	17,7
Buenos Aires	61.950	2369	1.944	7.000	2.190	4.208	436	2.068	48.910	35.4
Córdoba	13.812	320	297	2.333	646	1.482	178	699	16.881	32.9
Entre Ríos	4.961	363	266	885	164	568	69	360	4.236	35,7
Santa Fe	11.503	572	503	2.120	555	1.492	135	654	15.244	31,7



3.5. Caso 5: Buenos Aires Argentina

Finalmente, el siguiente gráfico se muestra las principales causas de muerte en Argentina, en donde se destacan enfermedad isquémica del corazón, lumbalgia y diabetes.

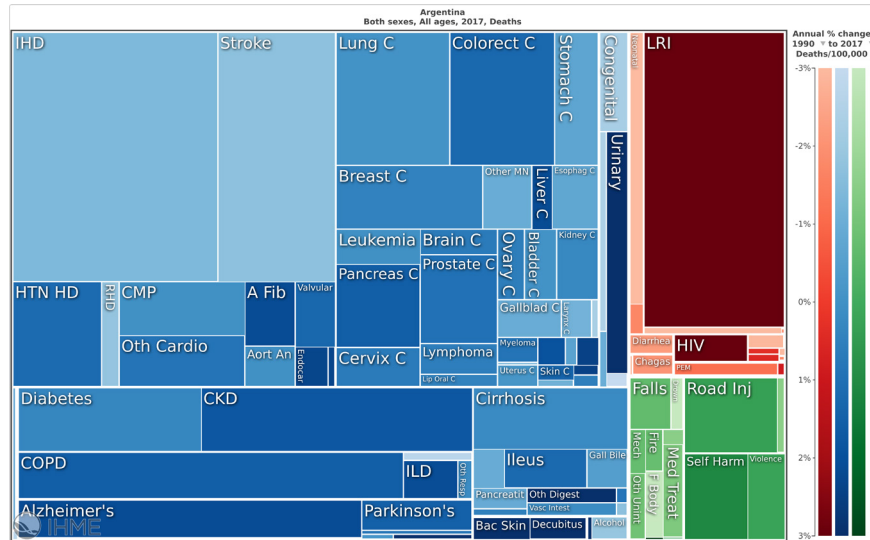


Fig 15. Causas de muerte por tipo en Argentina. Adaptado de: Institute for Health Metrics and Evaluation (2020e).



CARACTERIZACIÓN (COMO SE GENERÓ, SE MANIFESTÓ Y SE ATENDIÓ)

La ciudad de Buenos Aires garantiza la atención médica para todos los habitantes de la ciudad, cuenta con un sistema de salud público, gratuito y de calidad. Algunas de las medidas con las que cuenta para potenciar el acceso a la salud son:

- **Centro de Salud:** En la ciudad los habitantes tienen 1 centro de Salud (CeSAC) a menos de 15 minutos de sus hogares para consultas médicas, estos centros implementan programas de atención y prevención. El equipo médico (médico de familia, clínico o pediatra) trabaja de la mano con otros profesionales como farmacéuticos gerontólogos, kinesiólogos, obstetras, odontólogos, psicólogos, tocoginecólogos, especialistas en diagnóstico por imágenes (ecografía y radiología simple), entre otros. Actualmente la ciudad logra resolver el 8% de los problemas más frecuentes de salud de la población.

- **Historia de Salud Integral:** Aplicación que contiene de manera precisa y detallada la información de salud de un paciente. Esta iniciativa permite que los profesionales tengan acceso a información vital para realizar cualquier tipo de evaluación integral de cada persona, teniendo en cuenta todos sus estudios previos y antecedentes.
- **Turnos telefónicos:** facilita al paciente acceder a consultas o gestionar turnos sin trasladarse de su hogar hacia un hospital o centro de salud (Buenos Aires Ciudad, 2019).

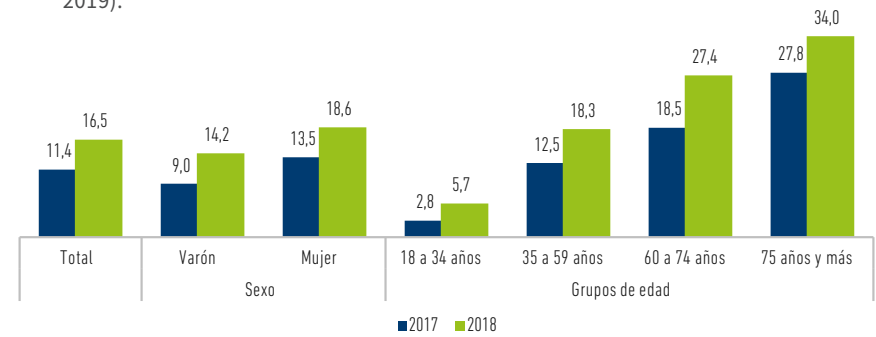


Fig 16. Déficit del estado de salud percibido según características individuales En porcentaje de población de 18 años y más del AMBA. Años 2017 y 2018. Adaptado de Defensoría Provincia de Buenos Aires (2019)

Adicionalmente, entre los años 2017 y 2018 se observa un aumento del 5% de personas que declaran un déficit en su estado de salud (personas de 18 años en adelante) como se muestra en la gráfica anterior. Asimismo, si se observan los resultados entre géneros las mujeres son quienes perciben en mayor medida este déficit. Cabe señalar que el deterioro en la salud es cada vez mayor según aumenta la edad, alcanzando 3 de cada 10 personas de 75 años o más en este mismo rango de tiempo (Defensoría Provincia de Buenos Aires, 2019). minutos de su hogar. Otros servicios implementados por el gobierno actualmente son turnos telefónicos y una historia de salud integral (Buenos Aires Ciudad, 2019).



 WEB
 TW
 DIR



3.5. Caso 5: Buenos Aires Argentina

ACTORES IMPLICADOS (DIRECTOS E INDIRECTOS Y SU DESCRIPCIÓN)

La ciudad de Buenos Aires cuenta con el siguiente organigrama en el sector de la salud: (Ver gráfica contigua)

- **Ministerio de Salud:** Desde el Ministerio de Salud se coordina el fortalecimiento de una red pública de salud
- **Subsecretaría de Atención Hospitalaria:** proyectan y planifican cambios a nivel del sistema público de salud gestionando la articulación como un sistema integrado
- **Subsecretaría de Atención Primaria, Ambulatoria y Comunitaria:** a través de políticas públicas de salud, impulsa el fortalecimiento y desarrollo del Primer Nivel de Atención a través de la implementación de la estrategia de Atención Primaria de Salud (APS).
- **Subsecretaría de Planificación Sanitaria y Gestión en Red:** planifica y define políticas públicas orientadas al desarrollo de iniciativas y proyectos sanitarios específicos para la salud de la población.
- **Subsecretaría de Administración del Sistema de Salud:** planifica y controla la administración estratégica de los bienes y recursos financieros del Ministerio de Salud del GCBA, de acuerdo con las políticas y los planes previstos (Buenos Aires Ciudad, s.f.b.)

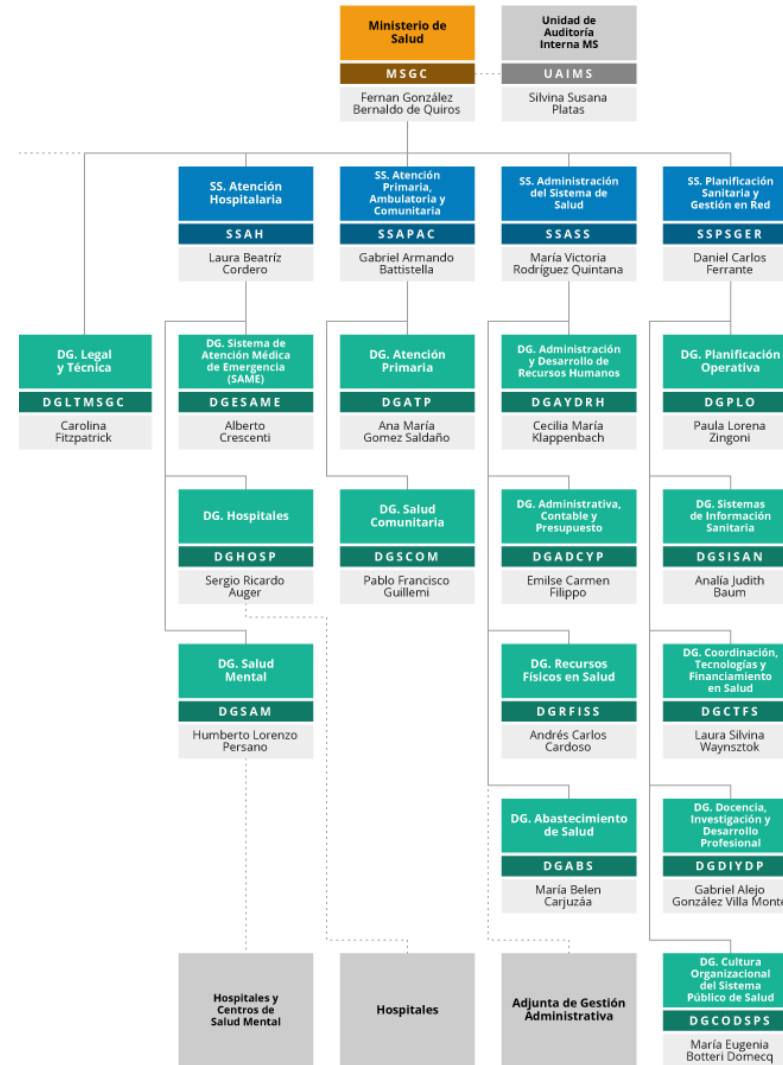


Fig 17. Organigrama del sistema de salud.
Adaptado de: Gobierno de la ciudad de Buenos Aires (2020).



3.5. Caso 5: Buenos Aires Argentina



HERRAMIENTAS USADAS PARA APROVECHAR LA OPORTUNIDAD

Entre las opciones de medicina personalizada y preventiva en Argentina, podemos encontrar las siguientes empresas, proyectos e iniciativas:

- **MAGenTA:** El “Mapa de la Accionabilidad Genómica Tumoral de Argentina (MAGenTA)” es una plataforma de secuenciación masiva para el desarrollo de un panel de oncología genómica de precisión, es decir, es una nueva metodología de secuenciación que permite estudiar simultáneamente muchas alteraciones moleculares en la misma muestra, con mayor eficiencia. Mediante un panel de genes, la información genética obtenida permitirá clasificar los tumores desde un enfoque terapéutico, cambiando el paradigma de diagnóstico, tratamiento y seguimiento (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, 2018).
- **Laboratorio de Farmacocinética Farmacogenómica y Medicina Personalizada:** se encuentra equipado para realizar análisis de concentraciones plasmática y aislamiento/purificación de ADN a fin de realizar tareas de geno y fenotipificación, con el objetivo de:
 - Realizar estudios de investigación de frecuencia de genes que modifiquen la terapéutica en el medio local
 - Individualizar y describir la frecuencia de variaciones de respuesta individual a fin de acercar elementos a los profesionales en relación a las características de la población argentina
 - Realizar y colaborar con estudios clínicos, farmacocinéticos, farmacogenómicos y / o de seguridad, aportando datos de concentraciones plasmáticas de fármacos, rangos terapéuticos / tóxicos alcanzados, y factores genéticos presentes.
 - Realizar docencia de pre y posgrado en la materia (U de Buenos Aires, s.f.)

- **PAMPA:** plataforma biotecnológica para la aplicación de medicina de precisión en Cáncer y Epof en Argentina (PAMPA) (Argenomix, s.f.).

Integrative Health: Organización formada en medicina integrativa, funcional y antienvejecimiento. Su objetivo es ayudar a los pacientes a alcanzar una salud óptima y vitalidad mediante la prevención de enfermedades crónicas (Integrative Health, s.f.)

- **IBioBA:** Organización dedicada a la comprensión de principios básicos de la biología, desde procesos moleculares dinámicos hasta estructuras celulares. (IBioBA, s.f.).



WEB



TW





DIR



3.6. Conclusiones sobre los casos

3.6.1. Casos de aplicación de la temática

 MADRID	
Tecnología	Beneficio
FAITH (Federated Artificial Intelligence Solution for Monitoring Mental Health Status after Cancer Treatment)	Proyecto de investigación para desarrollar una aplicación con uso de Inteligencia Artificial (IA) y Big Data; permitirá realizar un seguimiento de los pacientes oncológicos en tratamientos y así mejorar la atención y la calidad de vida de éstos.
IASIS	Proyecto para desarrollar herramientas informáticas que permitan integrar datos de diferentes fuentes, incluyendo genómica, registros sanitarios electrónicos y datos bibliográficos, para aplicar métodos analíticos avanzados.
BigMedilytics	plataforma de análisis de Big Data para incrementar la productividad, los resultados en pacientes y el acceso a las instituciones sanitarias.
Investigación Biomédica	Ésta constituye un eje a la mejora de los servicios asistenciales y el cuidado de la salud a través de la medicina y el desarrollo de nuevos medicamentos y tecnologías para el diagnóstico.
Livet	Análisis de los datos genómicos y otras ciencias ómicas, las técnicas de imagen y los datos clínicos del paciente permitirán prevenir y diagnosticar una enfermedad, así como pronosticar la respuesta al tratamiento.

 SAN FRANCISCO	
Tecnología	Beneficio
Hygea Precision Medicine	Plataforma de software basada en web compatible con HIPAA que conecta proveedores, pacientes y laboratorios. Los proveedores, pueden diagnosticar a un paciente y ordenar la prueba genética más efectiva en minutos.
Clarify	Tienen la misión de cambiar la atención médica al reunir deliberadamente experiencia en atención médica, ingeniería de software de big data de Silicon Valley y ciencia de datos de vanguardia.
CyberKnife	Alternativa no invasiva a la cirugía que trata los tumores cancerosos y no cancerosos en cualquier parte del cuerpo.
Vinci®	Tecnología robótica usada para cirugía parcial de reemplazo de rodilla.
Centro de ginecología avanzada y cirugía mínimamente invasiva	Acceso a tratamientos quirúrgicos robóticos y mínimamente invasivos para casos ginecológicos complejos.

**VICTORIA**

Tecnología	Beneficio
La Tecnología Genómica	El Murdoch Children's está investigando y utilizando tecnologías genéticas, con las cuales sus investigadores han podido descubrir varios nuevos genes de enfermedades, lo que constituye uno de los primeros pasos para desarrollar tratamientos efectivos.
Big Data	A nivel de Australia, encontramos el Centro para la investigación en Big Data de salud, que es el primer centro de investigación australiano dedicado a la investigación en salud utilizando big data. Y en Melbourne, el Instituto Australiano de Salud Digital, cuyas áreas de interés en salud digital incluyen: ciberseguridad, informática clínica, informática de enfermería, Health UX, hospitales digitales y medicina de precisión. Seguidamente, se encuentra el proyecto Generación Victoria, que busca explotar las técnicas informáticas de salud.

**FRANCIA**


Tecnología	Beneficio
La carta vital	Tarjeta que contiene la historia clínica completa, consultas, referencias, operaciones, pruebas diagnósticas, tratamientos etc de los pacientes, junto a un reporte de facturación. Debido a que la información está encriptada, el Ministerio de Salud francés sostiene que no hay brechas en la privacidad.
El Centro CheckUp	En este centro se realizan consultas y exámenes como: colonoscopia virtual, osteopatía densitométrica, tomografía computarizada del tórax (dosis baja), y mamografía con tomosíntesis.
Almacén de datos sanitarios	Es un almacén de datos de salud (en el hospital Foch) que hace posible la convergencia de todos los datos administrativos y médicos de los diversos softwares utilizados por los profesionales de la salud, en una sola base de datos.


**BUENOS AIRES**

Tecnología	Beneficio
MAGenTA (Mapa de la Accionabilidad Genómica Tumoral de Argentina)	Plataforma de secuenciación masiva para el desarrollo de un panel de oncología genómica de precisión. Mediante un panel de genes, la información genética obtenida permitirá clasificar los tumores desde un enfoque terapéutico.
Farmacocinética Farmacogenómica y Medicina Personalizada	Laboratorios que realizan análisis de concentraciones plasmáticas y aislamiento/purificación de ADN con el objetivo de realizar tareas de geno y feno tipificación.
PAMPA	Plataforma biotecnológica para la aplicación de medicina de precisión en Cáncer y Epof en Argentina.

3.6.2. Actores principales

 MADRID	
Tecnología	Beneficio
Estado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicio Madrileño de Salud: está compuesto por la gerencia de atención primaria, gerencia de atención hospitalaria y gerencia summa 112.
Empresas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NIMGenetics: Empresa biomédica que desarrolla pruebas, herramientas y servicios de diagnóstico. ▪ LabGenetics: Ofrece Consejo Genético y diagnóstico de enfermedades hereditarias. ▪ Genoma4u (Biomol Informatics): Ofrece la secuenciación del exoma humano; los beneficios generados se utilizan en proyectos de investigación dentro de un marco de cooperación en I+D+i con la Fundación Severo Ochoa. ▪ Savana: empresa que ofrece un motor lingüístico médico capaz de transformar texto libre en información estructurada para facilitar la explotación de datos médicos en diferentes aplicaciones. ▪ Mendelian: empresa con una plataforma online para investigar y diagnosticar EERR.
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instituto de Medicina Predictiva: Ofrecen análisis genéticos con fines predictivos y para la personalización de tratamientos. ▪ La Fundación Instituto Roche: su objetivo es hacer realidad la Medicina Personalizada de Precisión. Contribuyen al desarrollo de un sistema sanitario innovador y sostenible a través de la Salud Digital y la Medicina Personalizada de Precisión.

 BUENOS AIRES	
Tecnología	Beneficio
Estado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ministerio de Salud: coordina el fortalecimiento de una red pública de salud. ▪ Subsecretaría de Atención Hospitalaria: proyectan y planifican cambios a nivel del sistema público de salud gestionando la articulación como un sistema integrado. ▪ Subsecretaría de Atención Primaria, Ambulatoria y Comunitaria: a través de políticas públicas de salud, impulsa el fortalecimiento y desarrollo del Primer Nivel de Atención. ▪ Subsecretaría de Planificación Sanitaria y Gestión en Red: planifica y define políticas públicas orientadas al desarrollo de iniciativas y proyectos sanitarios específicos para la salud de la población. ▪ Subsecretaría de Administración del Sistema de Salud: planifica y controla la administración estratégica de los bienes y recursos financieros del Ministerio de Salud del GCBA.
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> • Organización Panamericana de la Salud: La OPS es la organización internacional especializada en salud pública de las Américas. Trabaja cada día para mejorar y proteger la salud de su población.

 FRANCIA	
Tecnología	Beneficio
Estado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ministerio de Solidaridad y Salud: prepara e implementa la política gubernamental en áreas de salud pública y organización del sistema de salud. ▪ Organización de la Dirección General de Salud (DGS): hace parte del Ministerio de Solidaridad y Salud; ejerce la función de asistente principal de defensa y seguridad, a cargo de la defensa y la seguridad de la salud. ▪ Agencias regionales de salud: son responsables de la gestión regional del sistema de salud. Definen e implementan políticas regionales de salud, lo más cerca posible de las necesidades de la población.
Hospitales y centros de Atención	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clínica de Salud de París: presta servicios relacionados a medicina preventiva como: vacunas estándar, control de la obesidad, diabetes tipo 2, cáncer y colesterol. Su enfoque es proporcionar atención individualizada.

 **VICTORIA**

Tecnología	Beneficio
Estado	<ul style="list-style-type: none"> El Departamento de Salud y Servicios Humanos: es responsable de apoyar la prestación de servicios en la actualidad y de configurar el sistema de salud. Salud y Bienestar (división del Departamento de Salud y Recursos Humanos): es responsable de la política, la estrategia y la puesta en servicio de los servicios de prevención primaria, secundaria y terciaria. Regulación, Protección de la Salud y Manejo de Emergencias (división del Departamento de Salud y Recursos Humanos): reúne experiencia profesional y epidemiológica para proteger al público victoriano de daños evitables. Safer Care Victoria: especialista en mejora de la seguridad y la calidad de la atención médica del estado. Victorian Agency For Health Information (VAHI): se creó como parte de las reformas del Gobierno de Victoria para revisar la calidad y la seguridad en todo el sistema de salud pública de Victoria. CSIRO: entidad del gobierno, que trabaja en distintas industrias en pro de la ciencia y la investigación, incluyendo salud y bioseguridad.
Centros de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> The Australasian Institute of Digital Health (AIDH): es el máximo organismo profesional de Australia para la comunidad de salud digital. Melbourne Biomedical Precinct: es el recinto biomédico líder de Australia; ofrece una excelente atención al paciente, investigaciones y descubrimientos de vanguardia. The Kinghorn Cancer Centre: se centra en la investigación traslacional y la atención personalizada del cáncer. Murdoch Children's Research Institute (MCRI): es el instituto de investigación en salud infantil más grande de Australia. Hudson Institute: es un instituto de investigación médica australiano líder reconocido internacionalmente por la ciencia del descubrimiento y la investigación traslacional. Melbourne Genomics Health Alliance: se estableció en 2013 con una visión transformadora. Las principales organizaciones victorianas de la salud, la academia y la investigación acordaron trabajar juntas para crear el cambio generalizado y complejo necesario para administrar la medicina genómica dentro del sistema de salud de Victoria.
Centros Médicos	<ul style="list-style-type: none"> Melbourne Functional Medicine: Cuenta con un programa de seis meses, donde se proporciona un plan de salud personalizado, con el objetivo de ayudar a personas con enfermedades crónicas.

 **SAN FRANCISCO**

Tecnología	Beneficio
Estado	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Salud Pública de San Francisco.
Universidad	<ul style="list-style-type: none"> Universidad de California: Distinguida por su investigación, hogar de cinco ganadores del Premio Nobel, cubriendo investigaciones innovadoras en cáncer, neurociencia, envejecimiento y células madre. Cuenta con más de 1800 inventos activos totales, y se han generado más de 185 a partir de la investigación.
Hospitales y centros de Atención	<ul style="list-style-type: none"> Hospital Memorial de San Francisco: Es un hospital comunitario sin ánimo de lucro. Cuenta con un centro de ginecología avanzada y cirugía mínimamente invasiva. El Centro de Cáncer del St. Mary's Medical Center combina asesoramiento genético experto con acceso a las últimas pruebas genéticas.
Empresas	<ul style="list-style-type: none"> Alto Pharmacy: startup de tecnología de la salud que sirve como un servicio de farmacia digital para médicos, centros de salud y hospitales. Rally Health: software de atención médica personalizada e incentivado que permite a los usuarios acceder a información sobre beneficios de salud, establecer objetivos de salud personales y rastrear la actividad de bienestar. Ginger: aplicación de salud mental a pedido que ofrece acceso 24/7, a asesoramiento sobre salud del comportamiento y video terapia. Omada Health: plataforma de medicina conductual que brinda apoyo a personas en riesgo o que padecen enfermedades crónicas. Hinge Health: programa de atención médica digital para personas con afecciones musculoesqueléticas. Komodo Health: plataforma de inteligencia sanitaria que ayuda a los proveedores, pagadores, investigadores y socios a proporcionar un servicio mejor y más eficiente a los pacientes. Nuna y Calm: Se asocia con partes de la industria de la salud y gubernamentales para reducir la fragmentación de datos y generar incentivos para la atención basada en el valor. Forward: acompaña a sus clientes en prevención, condiciones crónicas y medicina general a través de una membresía. Hygea Precision Medicine: Ha desarrollado un mercado para pruebas genéticas; su plataforma de software conecta proveedores, pacientes y laboratorios de CLIA. Clarify: cambia la atención médica al reunir experiencia en atención médica, ingeniería de software de big data y ciencia de datos de vanguardia.



04

IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SUBTEMAS

4. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SUBTEMAS

Una vez identificados los elementos constitutivos de las áreas de oportunidad, así como los casos de estudio y redes utilizadas para generarlos, se condensó la información en un grupo de subtemas, fases o componentes de la oportunidad.

De esta forma, partiendo de estos resultados, se consultó con expertos locales en la temática para profundizar en cuáles podrían ser aquellas tecnologías más prometedoras teniendo en cuenta las ventajas que puede ofrecer su implementación además de las condiciones locales. De esta forma, se seleccionaron tecnologías a profundizar, de las que se presentará más información en el presente capítulo.

En este sentido, y como resultado del taller realizado con expertos, se seleccionaron los conocimientos relacionados con la prevención y reducción del desempleo juvenil, como aquellas que tienen mayor potencial de influir o generar resultados positivos para la ciudad en el marco de la problemática desencadenante.

Para cada una de las tecnologías, se presentará una definición y relación con la problemática desencadenante, además de profundizar en su estado actual en cuanto a I+D+i y habilidades relacionadas, esto desde el punto de vista de un análisis de producción científica relacionadas con publicaciones (cubriendo el componente Investigación), análisis de desarrollo tecnológico asociado con Patentes (cubriendo el componente Desarrollo), una revisión de la dinámica empresarial en cuanto a creación y financiación de empresas con énfasis en la temática (cubriendo el componente Innovación) y, por último, una revisión de las habilidades asociadas con la temática desde el punto de vista de capacidades requeridas (duras y blandas), por las empresas, para la contratación de personal.

Es así como en los siguientes subcapítulos se puede encontrar la información de profundización de las temáticas seleccionadas.



4.1. Temática: Medicina de precisión

4.1.1. Definición del tema

La aplicación de diferentes enfoques, metodologías y tecnologías en el sector de la salud logran ayudar a añadir valor, reducir los costos y mejorar los resultados clínicos. Para esto, se cuenta con herramientas como la medicina de precisión y personalizada, las cuales cuentan entre sus objetivos la aplicación de procesos tecnológicos y pruebas para mejorar la atención de los pacientes, optimizando las intervenciones para tratar, manejar, curar e idealmente prevenir las enfermedades humanas y hacer una correcta elección del tratamiento o procedimiento puntual para cada paciente (WEF, 2020). En lo referente a este informe, la información se centrará en la medicina de precisión y los temas relacionados a esta.

Por un lado, la medicina personalizada hace referencia a un enfoque en los pacientes donde se considera su composición genética, pero prestando atención a sus preferencias, actitudes, conocimientos y contexto social, mientras que la medicina de precisión describe un modelo de prestación de atención de la salud que se basa en gran medida en datos, análisis e información; ambas, deben abarcar el compromiso del paciente, la salud digital, intercambio de datos, la genómica y otras tecnologías moleculares, y la ciencia de los datos para tener éxito (Ginsburg y Phillips 2018).

Según Ginsburg y Phillips (2018) se logra entender la medicina de precisión como un referente a la adaptación del tratamiento médico a las características individuales de cada paciente. El poder de ésta reside en su capacidad para orientar las decisiones de atención de la salud hacia un tratamiento que sea más eficaz para un paciente determinado, logrando así mejorar la calidad de atención y reduciendo al mismo tiempo la necesidad de pruebas de diagnóstico y terapias innecesarias.

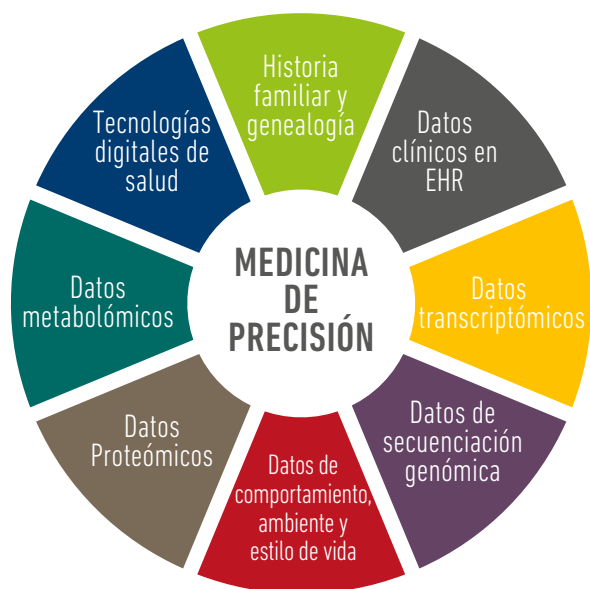


Fig 18. Las diferentes complejidades de la Medicina de Precisión. Adaptado de: Dzau et Al., (2016).

Es importante señalar que la medicina genómica puede considerarse un subconjunto de la medicina de precisión. Esta es una disciplina médica que implica el uso de información genómica sobre un individuo como parte de su atención clínica (por ejemplo, para la toma de decisiones diagnósticas o terapéuticas) y los resultados de salud y las implicaciones políticas de ese uso clínico (National Human Genome Research Institute, s.f.).

Es por esto que la inclusión de de datos genómicos en una infraestructura del sistema de salud puede optimizar la atención del paciente ya que se logra aprovechar todo el potencial de esta información como lo muestra la gráfica anterior. De esta manera, la práctica clínica y la investigación se logran informar mutuamente con el objetivo de mejorar la eficiencia y la eficacia de la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades (Ginsburg y Phillips, 2018). La investigación se está enfocando cada vez más en tratar de anticipar las enfermedades y conocer cuáles son las posibilidades de contraerlas (Life Length, 2019).

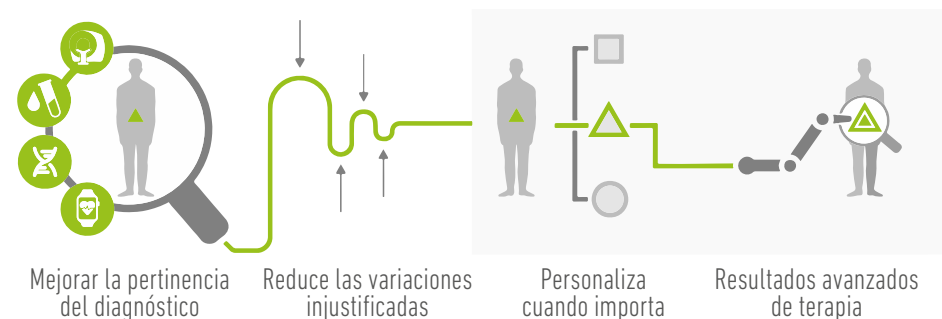


Fig 19. Los cuatro pilares de la Medicina de Precisión en expansión. Adaptado de: Lasalvia y Merges (2019).

Por otro lado, existen 4 objetivos conocidos como los Cuatro Pilares de la Medicina de Precisión en Expansión: mejorar la precisión de los diagnósticos (elegir el tratamiento apropiado para obtener un diagnóstico correcto), reducir las variaciones injustificadas en el diagnóstico (resultados coherentes entre los diferentes operadores e instituciones), personalizar el tratamiento cuando pueda marcar la diferencia y, por último, aprovechar los avances actuales en la intervención de terapias avanzadas para maximizar los resultados. Juntos, permiten implementar la precisión en la medicina y potenciar su adopción a escala (Lasalvia y Merges, 2019).

Adicionalmente, la tecnología se aplicará dentro de un sistema de atención de la salud, donde múltiples factores influyen en la prestación de la atención, donde varían desde la decisión inicial de realizar la prueba hasta la interpretación de los resultados de la misma (ver siguiente gráfica) (Grant, 2019). La medicina de precisión introduce un nuevo nivel de desafíos para desarrollar soluciones informáticas, para así brindar un cuidado más enfocado y preciso del paciente; dichas soluciones informáticas van desde la conservación de datos hasta el procesamiento, la interpretación, la integración, la presentación y la visualización (Afzal et al., 2020).



Fig 20. Práctica de la Medicina de Precisión. Adaptado de: Grant (2019).

Dado esto, los médicos han evidenciado una presión por mirar alrededor de las innovaciones, ya que estas se extienden cada vez más rápido. Una de estas soluciones es la Inteligencia Artificial (IA) ya que aumenta la capacidad de aprendizaje y ofrece la posibilidad de tomar decisiones a una escala que logra transformar el futuro de la atención sanitaria. Por ejemplo, la IA ha sido utilizada para la extracción de información clínica, el descubrimiento de fenotipos, análisis de imágenes, etc. (Afzal et al., 2020).

La siguiente gráfica evidencia la relación entre los grandes datos (big data) y la IA. A pesar de que vivimos en la era de los grandes datos, se debe tener en cuenta que estos por sí solos no sirven sin ser procesados correctamente, por lo tanto, los grandes análisis de datos que utilizan plataformas de Medicina de Precisión tienen el potencial de incluir los

datos de millones de pacientes para su exploración y validación; es más importante entender las interrelaciones entre los grandes datos, la Inteligencia Artificial y la Medicina de Precisión.

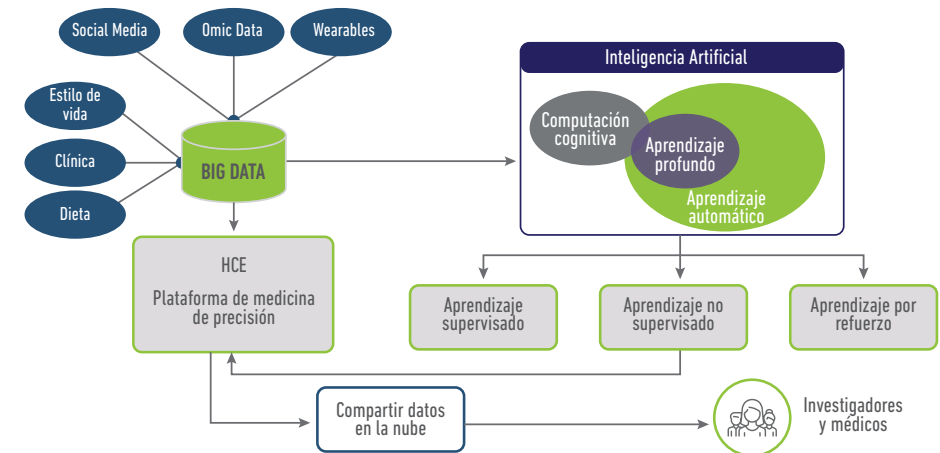


Fig 21. Ilustración de la relación entre los grandes datos, la inteligencia artificial y la medicina de precisión. Adaptado de Afzal et al., (2020)

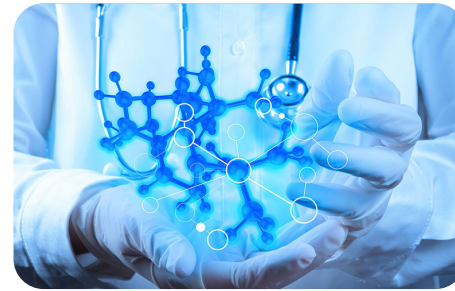
El Internet de las cosas (IoT) es otra de las soluciones usadas en la medicina de precisión, ya que está reformando la atención médica moderna con perspectivas tecnológicas, económicas y sociales propicias. Por ejemplo, los sensores y dispositivos de IoT están conectados directamente con la parte de interés del cuerpo del paciente. Los sensores recogen varias condiciones fisiológicas y vitales, y los datos acumulados son preprocesados, organizados y posteriormente analizados. Estos datos, son almacenados en las nubes de los proveedores de servicios médicos asociados y dependiendo de los resultados del análisis los pacientes pueden ser monitoreados desde diferentes lugares.

Así pues, el IoT logra ayudar a la Medicina de Precisión al organizar los datos de manera automatizada, ya que estos son recogidos en su mayoría por sensores y actuadores físicos (Afzal et al., 2020).

a. ¿Qué está pasando en el mundo respecto a la temática?

El tamaño del mercado de medicina de precisión en el 2019 estuvo alrededor de los USD 57 mil millones en 2019 y se estima que crecerá a una tasa compuesta anual superior al 11% entre 2020 y 2026. El campo de la medicina de precisión ha progresado sustancialmente con diferentes descubrimientos que ayudan en la asistencia sanitaria, a los pacientes, la industria farmacéutica y la sociedad. La accesibilidad de las bases de datos del genoma humano y otros avances, han permitido un impulso al crecimiento del mercado de manera positiva (Global Markets Insights, 2020).

Varias aplicaciones de la medicina de precisión contribuyen al cuidado de la salud de un individuo (ver siguiente gráfica). Por ejemplo, la exploración genética puede utilizarse antes de la concepción para predecir el riesgo de transmisión de trastornos genéticos a la descendencia (Ginsburg y Phillips, 2018). Dicho de otra forma, como se muestra en la gráfica, la Medicina de Precisión tiene aplicaciones a lo largo de la vida, desde el nacimiento hasta la realización de una autopsia puede ser útil.



En todo el mundo se están llevando a cabo esfuerzos e iniciativas para crear estrategias nacionales de aplicación de la medicina genómica como lo muestra la siguiente tabla; por ejemplo, en Japón se está implementando la genómica para optimizar el diagnóstico, el tratamiento y la prevención. Sin embargo, muchos de esos esfuerzos se están llevando a cabo sin colaboración externa, lo que entraña el riesgo de duplicar los esfuerzos y ralentizar el ritmo de los descubrimientos y las traducciones. A nivel mundial, los principales obstáculos para la aplicación e integración de las tecnologías de medicina de precisión en la práctica de la atención de la salud son la ausencia de una infraestructura de tecnología de la información de apoyo, la falta de normas de datos y de interoperabilidad, la insuficiencia de la tecnología de apoyo a la toma de decisiones y la falta de financiación para la investigación de la salud traslacional. Las políticas de apoyo a los progresos en esas esferas serán fundamentales para la adopción e integración de las tecnologías de medicina de precisión en la atención de la salud en todo el mundo (Ginsburg y Phillips, 2018).

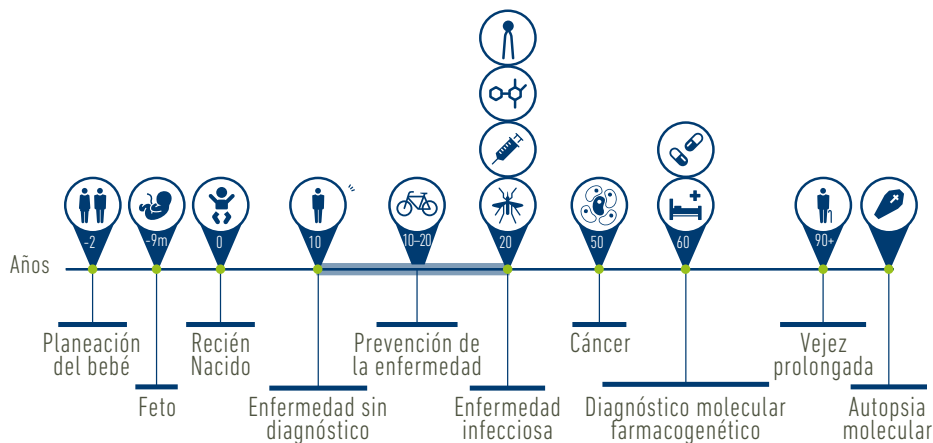


Fig 22. Línea de tiempo de aplicación de Medicina de Precisión a lo largo de la vida de una persona. Adaptado de: Ginsburg y Phillips (2018)

Tabla 17. Programas globales seleccionados de medicina de precisión.
Adaptado de: Ginsburg y Phillips (2018).

País (nombre del proyecto, sitio web)	Objetivos de los programas
Alianza Australiana de Salud Genómica https://bit.ly/3rTYzFj	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar un marco nacional para trasladar los descubrimientos genómicos a la investigación y la práctica clínica, incluyendo el asesoramiento sobre la devolución de los resultados de la investigación genómica y las pruebas clínicas
Bélgica (Iniciativa Belga de Genómica Médica, BeMGI) https://bit.ly/3eymxSE	<ul style="list-style-type: none"> Predecir el resultado clínico a partir de la información genómica y cumplir un papel piloto hacia la integración concertada de la información genómica en la atención clínica en Bélgica.
Canadá (Genome Canada) https://bit.ly/3ezi4PA	<ul style="list-style-type: none"> Proyectos de investigación a gran escala centrados en la aplicación de la genómica en el ámbito de la salud de precisión. La salud de precisión puede considerarse como un enfoque más basado en la evidencia para la toma de decisiones en relación con la atención sanitaria y la salud pública.
Estonia (Programa Estonio de Medicina Personal) https://bit.ly/3l7gpSw	<ul style="list-style-type: none"> Secuenciación de 5.000 individuos, desarrollo de una matriz de genotipado en Estonia, prueba piloto de 50.000 miembros del Biobanco de Estonia, oferta a todas las personas de 35 a 65 años (~500.000) y enlace con el EMR
Francia (Medicina Genómica 2025) https://bit.ly/30Q7EDb	<ul style="list-style-type: none"> Desplegar los instrumentos de la vía de atención genómica y permitir el acceso a la medicina genómica a todos los interesados (pacientes y sus familias, según se indique) en el territorio
Israel (Proyecto Bench To Beside) https://bit.ly/3rHPS06	<ul style="list-style-type: none"> El Instituto Weizmann y el proyecto Clalit pretenden secuenciar 100.000 genomas israelíes de pacientes seleccionados
Japón (Proyecto de Implementación de la Medicina Genómica, IGMP) https://bit.ly/3ldVMEem	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la genómica para optimizar el diagnóstico, el tratamiento y la prevención
Corea (Programa de traducción de la tecnología del genoma a la empresa) https://bit.ly/3bdYM9C	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la genómica para desarrollar enfoques de diagnóstico y tratamiento tempranos para la medicina personalizada y preventiva
Luxemburgo (Centro de Biomedicina de Sistemas) https://cutt.ly/CzOmWyM	<ul style="list-style-type: none"> Centro Nacional de Excelencia en Diagnóstico Precoz y Estratificación de la Enfermedad de Parkinson
Singapur (POLARIS) https://www.a-star.edu.sg/polaris/	<ul style="list-style-type: none"> Prueba piloto de TGFBI para el diagnóstico de la enfermedad y la evaluación del riesgo familiar en las distrofias corneales estromales, y luego implementar el panel de 90 genes para los cánceres gastrointestinales
Tailandia (Farmacogenómica y Medicina Personalizada) http://www.thailandpg.org/	<ul style="list-style-type: none"> Implementar la tarjeta farmacogenómica para identificar el riesgo de los diez principales medicamentos con riesgo de Síndrome de Stevens Johnson/Necrólisis Epidérmica Tóxica (SJS/TEN), integrada con el programa de farmacovigilancia a nivel nacional
Reino Unido (Genomics England) http://www.genomicsengland.co.uk/	<ul style="list-style-type: none"> Secuenciar 100.000 genomas completos y vincularlos a los registros del Servicio Nacional de Salud para tratar a pacientes individuales y comprender mejor el cáncer y las enfermedades raras e infecciosas
Estados Unidos (Todos nosotros) https://allofus.nih.gov/	<ul style="list-style-type: none"> Reclutar un millón de participantes representativos de la población y compartir los datos de los EMR, la salud digital y la genómica para mejorar los descubrimientos científicos y la atención clínica

Adicionalmente, para Allied Market Research (2017) una posible segmentación de mercado como se muestra en la siguiente gráfica, puede ser a partir de criterios como tecnología de secuenciación, tecnologías más generales, qué tipos de productos se pueden dar, las aplicaciones en distintas áreas, cuáles pueden ser sus usuarios, y qué geografías se están destacando.

Tecnología de secuenciación		Tecnología	Productos	
Secuenciación por:		-Genómica	-Consumibles	
-Síntesis	-Molécula En Tiempo Real	-Transcriptómica	-Instrumentos	
-Semiconductores Iónicos	-Cadena	-Epigenómica	-Servicios	
-Ligación	-Nanoporos			
-Pirosecuenciación				
Aplicaciones			Usuario final	
-Oncología		-Medicina respiratoria	-Empresas farmacéuticas y biotecnológicas	
-CNS		-Infecciones	-Empresas de herramientas de diagnóstico	
-Inmunología		-Otras aplicaciones	-Compañías de IT/ Big Data para el cuidado de la salud	
			-Laboratorios clínicos	
Geografía				
Norte américa		Europa	Asia - Pacífico	
-USA		-Alemania	-India	-Japón
-Canadá		-Francia	-Corea del Sur	-China
-México		-Reino Unido	-Australia	-Turquía
		-Italia	-Taiwán	-Arabia Saudita
		-España	-Resto de Asia- Pacífico	-Suráfrica
		-Resto de Europa		-Resto de LAMEA

Fig 23. Segmentación de mercado de la Medicina de Precisión.
Adaptado de: Allied Market Research (2017)

Por otro lado, según Deloitte (2017), se están llevando a cabo varias iniciativas de medicina de precisión como por ejemplo para grupos específicos (“Million Veterans” para veteranos militares), para enfermedades (Oncology Precision Network for cancer) y el “Proyecto de 100.000 genomas” del Reino Unido.

Asimismo, el gobierno chino está invirtiendo fuertemente en tecnología genómica y, en 2016, lanzó una iniciativa de medicina de precisión de \$9,2 mil millones para promover una infraestructura genómica en el país. La medicina genómica ya ha tenido un éxito inicial al mejorar la comprensión de las opciones de tratamiento.

Otras iniciativas importantes según el WEF (2020) que son relevantes a la medicina de precisión y genómica (donde el manejo de datos tiene un papel muy importante) son las siguientes:

- **Red no diagnosticada (UDN por sus siglas en inglés):** dado a que en promedio se tarda entre 5 a 7 años diagnosticar a las personas que viven con una enfermedad rara, los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (NIH) crearon el programa UDP para diagnosticar los casos no diagnosticados más difíciles. Tienen como objetivos mejorar el nivel de diagnóstico y atención de los pacientes con enfermedades no diagnosticadas, facilitar la investigación de dichas enfermedades y crear una comunidad de investigación integrada.
- **Servicio Nacional de Salud y Genomics England:** iniciativa nacional de genómica bajo el Departamento de Salud y Atención Social en el Reino Unido, encargada de recolectar 100,000 genomas. Cuenta con 4 objetivos principales: 1) recolectar genomas enfocados para enriquecer el aprovechamiento de la genómica y así mejorar el diagnóstico y la atención de personas con cáncer y enfermedades raras; 2) crear un programa ético y transparente basado en el consentimiento del paciente; 3) permitir nuevos descubrimientos a través de la identificación de variantes genómicas; 4) impulsar el desarrollo de una industria genómica del Reino Unido.
- **Alianza Global para la Genómica y la Salud (GA4GH):** proporciona un foro internacional y grupos de trabajo para permitir el intercambio responsable de datos genómicos.
- **Red de enfermedades no diagnosticadas internacional (UDNI por sus siglas en inglés):** tiene 23 países miembros (al año 2020); aprovecha una solución técnica para compartir datos anónimos de pacientes con enfermedades raras llamada Phenome Central.
- **Redes de referencia europeas:** son una red virtual que involucra a proveedores de atención médica en toda la Unión Europea. El Sistema de gestión de pacientes clínicos (CPMS por sus siglas en inglés) permite compartir datos clínicos y facilitar la consulta entre los miembros sobre enfermedades especializadas y raras. Actualmente, la plataforma admite más de 900 unidades de atención médica de más de 300 hospitales en 26 países de la Unión Europea.
- **El Foro Económico Mundial:** busca romper barreras a los datos de salud con un sistema de datos federados, que es una tecnología descentralizada que permite el control de datos localizados al tiempo que permite consultas remotas para agregar conjuntos de datos múltiples en ubicaciones dispares.
- **Colección Simons Simplex:** la Iniciativa de Investigación del Autismo de la Fundación Simons (SFARI) fue creada para apoyar y avanzar la investigación para pacientes con autismo y cuenta con una base de datos de genotipo-fenotipo que está disponible para investigadores de todo el mundo.
- **Fighting Blindness and Luxturna Fighting Blindness:** es una organización de pacientes que, además de admitir un registro (My Retina Tracker), también invirtió en la investigación para desarrollar la primera terapia génica, Luxturna, centrándose en un gen esencial para la visión normal.

Tabla 18. Medicina hoy en día vs el ideal de la Medicina de Precisión. Adaptado de: Finkel et al. (2018)

Indicador	Hoy	En 15 años
Sistema de salud	<ul style="list-style-type: none"> Reactivo, trata al enfermo. 	Predictivo, preservar la salud.
	<ul style="list-style-type: none"> Cuidado promedio para el paciente promedio. 	Cuidado personalizado para cada individuo.
Prevención	<ul style="list-style-type: none"> Escaneo de poblaciones en riesgo basados en indicadores gruesos como grupo etario, peso o nivel de colesterol. 	Escaneo genético a temprana edad para generar perfiles individuales de riesgo.
	<ul style="list-style-type: none"> Intervención cuando los síntomas están presentes y avanzados. 	Intervenciones tempranas antes que los síntomas aparezcan, reduciendo el riesgo de muerte y mejorando la oportunidad de recuperación.
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> El tratamiento más utilizado normalmente es el primero que se administra. 	El tratamiento más adecuado para la persona es el que se utiliza primero.
	<ul style="list-style-type: none"> No siempre es el más seguro o el más efectivo. 	Los tratamientos personalizados maximizan la eficiencia, evitando efectos adversos de manera costo efectiva.

Así pues, como se muestra en la gráfica anterior, la medicina de precisión se podría denominar el futuro ya que busca cambiar el enfoque reactivo y general de la medicina general actual, y brindar tratamientos cada vez mejores e incluso prevenir las enfermedades o intervenciones antes que los síntomas se presenten (Finkel et al., 2018).



b. Cuáles son los actores principales relacionados



Madrid:

- **NIMGenetics:** empresa biomédica que desarrolla pruebas, herramientas y servicios de diagnóstico.
- **LabGenetics:** ofrece Consejo Genético y diagnóstico de enfermedades hereditarias.
- **Genoma4u (Biomol Informatics):** ofrece la secuenciación del exoma humano; los beneficios generados se utilizan en proyectos de investigación dentro de un marco de cooperación en I+D+i con la Fundación Severo Ochoa.
- **Savana:** empresa que ofrece un motor lingüístico médico capaz de transformar texto libre en información estructurada para facilitar la explotación de datos médicos en diferentes aplicaciones.
- **Mendelian:** empresa con una plataforma online para investigar y diagnosticar EERR.
- **Instituto de Medicina Predictiva:** ofrecen análisis genéticos con fines predictivos y para la personalización de tratamientos.
- **La Fundación Instituto Roche:** su objetivo es hacer realidad la Medicina Personalizada de Precisión. Contribuyen al desarrollo de un sistema sanitario innovador y sostenible a través de la Salud Digital y la Medicina Personalizada de Precisión.



San Francisco

- El Centro de Cáncer del St. Mary's Medical Center combina asesoramiento genético experto con acceso a las últimas pruebas genéticas.



Francia

- **Clínica de Salud de París:** presta servicios relacionados a medicina preventiva como: vacunas estándar, control de la obesidad, diabetes tipo 2, cáncer y colesterol. Su enfoque es proporcionar atención individualizada.



Australia

- **Australian Genomics:** coordina, financia y realiza investigaciones a través de una red nacional de más de 80 socios y colaboradores.
- **The Australasian Institute of Digital Health (AIDH):** es el máximo organismo profesional de Australia para la comunidad de salud digital.
- **Melbourne Biomedical Precinct:** es el recinto biomédico líder de Australia; ofrece una excelente atención al paciente, investigaciones y descubrimientos de vanguardia.
- **The Kinghorn Cancer Centre:** se centra en la investigación traslacional y la atención personalizada del cáncer.
- **Murdoch Children's Research Institute (MCRI):** es el instituto de investigación en salud infantil más grande de Australia.
- **Hudson Institute:** es un instituto de investigación médica australiano líder reconocido internacionalmente por la ciencia del descubrimiento y la investigación traslacional.
- **Melbourne Genomics Health Alliance:** se estableció en 2013 con una visión transformadora. Las principales organizaciones victorianas de la salud, la academia y la investigación acordaron trabajar juntas para crear el cambio generalizado y complejo necesario para administrar la medicina genómica dentro del sistema de salud de Victoria.



Estados Unidos

- **American Association for Precision Medicine (AAPM):** es una organización sin fines de lucro que tiene la misión de reducir los eventos adversos de los medicamentos al acelerar el campo de la medicina de precisión a través de la investigación, la educación, la comunicación y la colaboración para fomentar nuevos avances médicos. (American Association for Precision Medicine, s.f.).
- **Precision Medicine Alliance (PMA):** es una plataforma internacional multiprofesional, multisectorial y de múltiples partes interesadas centrada en el paciente para establecer una comunidad de medicina de precisión sostenible basada en el valor y sin silos. PMA da la bienvenida a todas las partes interesadas: individuos, organizaciones con y sin fines de lucro, así como instituciones académicas de ciencias de la salud. Están abiertos a todos los defensores de la salud individuales, pacientes, profesionales de las ciencias de la salud, estudiantes, hospitales, redes de salud, seguros de salud, compañías farmacéuticas y biotecnológicas, así como a todos los proveedores de medicina de precisión como proveedores de servicios de TI y soluciones de TI, inversores y consultores (Precision Medicine Alliance, s.f.a).
- **Precision for Medicine:** su enfoque particular es utilizar los métodos y tecnologías de la medicina de precisión para ayudar a los desarrolladores a reducir el tiempo, el costo y, con suerte, mejorar la tasa de éxito para administrar nuevos tratamientos que cambien la vida de los pacientes (Precision for Medicine, s.f.).
- **Wish:** es una comunidad mundial de atención médica dedicada a capturar y difundir las mejores ideas y prácticas basadas en evidencia (Wish, 2018).

- **Precision Medicine Initiative (PMI):** es una iniciativa lanzada en el 2015 para acelerar la comprensión de la variabilidad individual y sus efectos en el proceso de prevención y tratamiento de la enfermedad. Cuenta con dos componentes, uno enfocado en expandir los esfuerzos en genómica del cáncer y métodos de prueba para la prevención y el tratamiento del cáncer (el cual será administrado por el Instituto Nacional del Cáncer). El segundo es crear una gran cohorte de investigación de un millón o más participantes que eligen compartir distintos tipos de datos (Institutos Nacionales de Salud, 2018). También a partir de esta iniciativa se han creado programas como “All of us”.



Inglaterra

- **Genomics England:** se creó para entregar el Proyecto 100,000 Genomas. Este proyecto emblemático secuenciará 100,000 genomas completos de pacientes del NHS con enfermedades raras y sus familias, así como pacientes con cánceres comunes (Genomics England, s.f.).



Canadá

- **Genomics4RD:** es el primer lago de datos en todo Canadá para la investigación de enfermedades raras, que proporciona un depósito centralizado de datos estructurados y no estructurados de más de 5,000 participantes (Genomics4RD, s.f.).

La era de la Medicina de Precisión que vincula los diagnósticos precisos con tratamiento individualizados está comenzado, esta viene con un gran reto, como es el encontrar formas rentables de ampliar este potencial para lograr su transformación a mayor escala.

Es claro observar que la medicina de precisión está abriendo la puerta a la mejora de los resultados y a la reducción de los costos de la atención médica como nunca, mientras va de la mano con su doble objetivo de diagnósticos más precisos y tratamientos más individualizados.

Es importante señalar que la expansión de la medicina de precisión a una escala global puede ser posible con la continua colaboración de los proveedores de servicios de salud, las compañías de tecnología médica, pacientes, proveedores, reguladores, y cada uno de los interesados en el ecosistema que de alguna manera influyen, ya que la capacidad está ahí para mejorar los resultados y reducir los costos (Lasalvia y Merges, 2019).

Si se obtiene éxito, se logrará prestar una atención antes de que la enfermedad se manifieste para pasar del tratamiento de la enfermedad a la prevención y detección temprana de la misma. La Medicina de Precisión requiere liderazgo y perseverancia para que ocupe el lugar que le corresponde en la salud y la sociedad.

4.1.2. Tendencias en investigación

Teniendo en cuenta que estas tecnologías están en constante desarrollo, es importante conocer cuáles son aquellas temáticas en las que se profundiza, de esta forma es posible identificar posibles experiencias asociadas a nivel local, además de identificar aquellas instituciones e investigadores más referenciados para la temática. Es así como, a continuación, se realiza un barrido por las principales publicaciones científicas asociadas con las investigaciones top de la temática.

Desde una perspectiva de la base de datos de la plataforma Lens , en lo referente a los trabajos académicos, y tomando en cuenta las palabras clave presentadas a continuación, se obtienen las visualizaciones y conclusiones sobre los trabajos académicos contenidos en la misma:

Palabras clave: Precision Medicine, Prevention

En este caso, al realizar una búsqueda en el título, resumen, palabras clave y campo de estudio, con los términos mencionados anteriormente, la búsqueda arrojó 707 resultados.

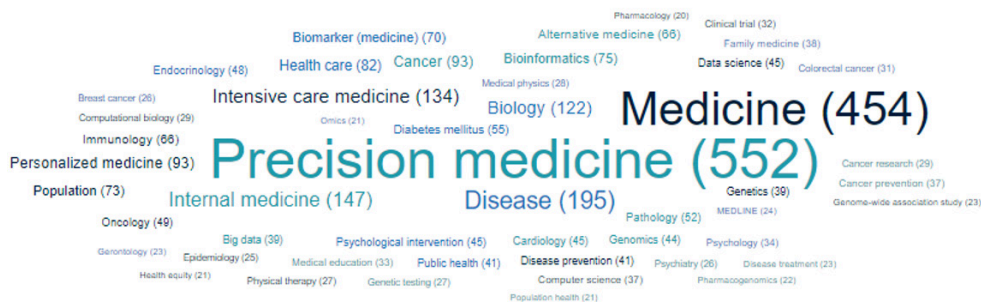


Fig 24. Mapa de temas claves a partir de la ecuación de búsqueda usada. Adaptado de: Lens.org (2020)

En el gráfico anterior se muestran los temas claves relacionados a la ecuación de búsqueda relacionada, donde se destacan los siguientes temas:

Medicina de precisión, Medicina, enfermedad, medicina interna, medicina de cuidados intensivos y biología. Asimismo, otras temáticas que son de interés o son posiblemente apalancadores de ciertas investigaciones son: Biomarcadores, prevención del cáncer, ciencia computacional y genómica.

Por otro lado, se encontró que las instituciones más activas por número de documentos se muestran en la siguiente gráfica, y destacan la Universidad de Harvard, El Instituto Nacional de Salud, y la Universidad de Duke. En el caso de la primera institución, tomando en cuenta el filtro temático inicial, trabaja principalmente los temas de: medicina, medicina de precisión y enfermedades, y cuenta con autores como Andrew T. Chan y Yin Cao (destacados y empatados por conteo único de citación y por ser los más activos a la vez); el primer autor trabaja en temas como: medicina interna, cáncer colorrectal, Epidemiología patológica molecular y farmacología; y el segundo, en temas similares.



Fig25. Medicina hoy en día vs el ideal de la Medicina de Precisión. Adaptado de: Finkel et al. (2018)



Por otro lado, los países más destacados por número de documentos publicados son: Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos y Suiza. A su vez, se destaca la región europea y la región de América del Norte.

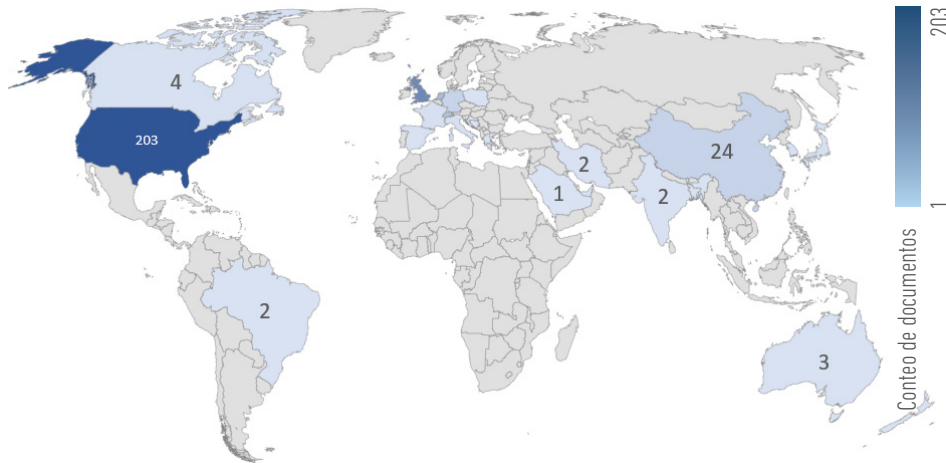


Fig 26. Top países fuente por conteo de documentos. Adaptado de: Lens.org (2020)

En cuanto al comportamiento de las publicaciones en el tiempo, evidencia que su crecimiento comienza en el entre el 2014 y el 2015. En general, el comienzo de la serie se da alrededor del 2012 con un artículo de revista, y continúa creciendo a pesar de algunas caídas. Luego, el pico más alto se alcanza en el último año, sin embargo, comienza a decrecer en el siguiente. En ese caso predominan los artículos de revista.

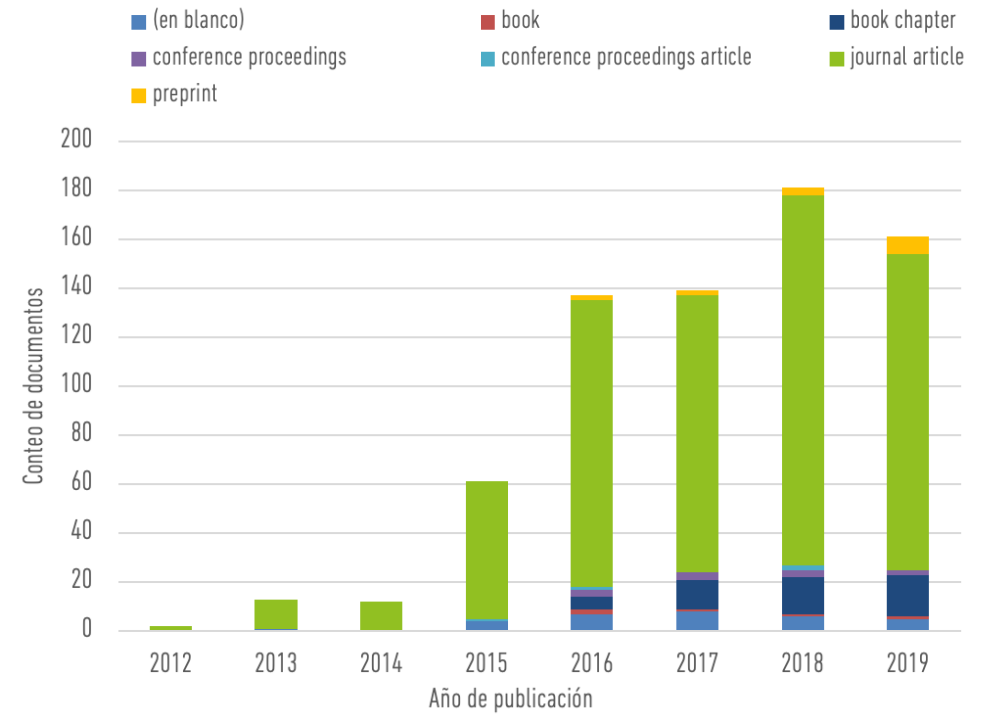


Fig 27. Línea de tiempo de los trabajos académicos, dividida por tipo de publicación. Adaptado de: Lens.org (2020)

Por otra parte, en cuanto a los autores con más citaciones (por conteo único), son: Harald Hampel, Cezmi A Akdis, y Adrew T Chan. El primer autor se asocia a organizaciones como la Universidad de Pierre y Marie Curie y trabaja principalmente en temas de: medicina de precisión, medicina de cuidado intensivo, biomarcadores, entre otros otros. El siguiente, se asocia por ejemplo al Instituto Suizo de Investigación en Alergias y Asma, y trabaja principalmente en temas de: medicina de precisión, asma, y medicina de cuidado intensivo.

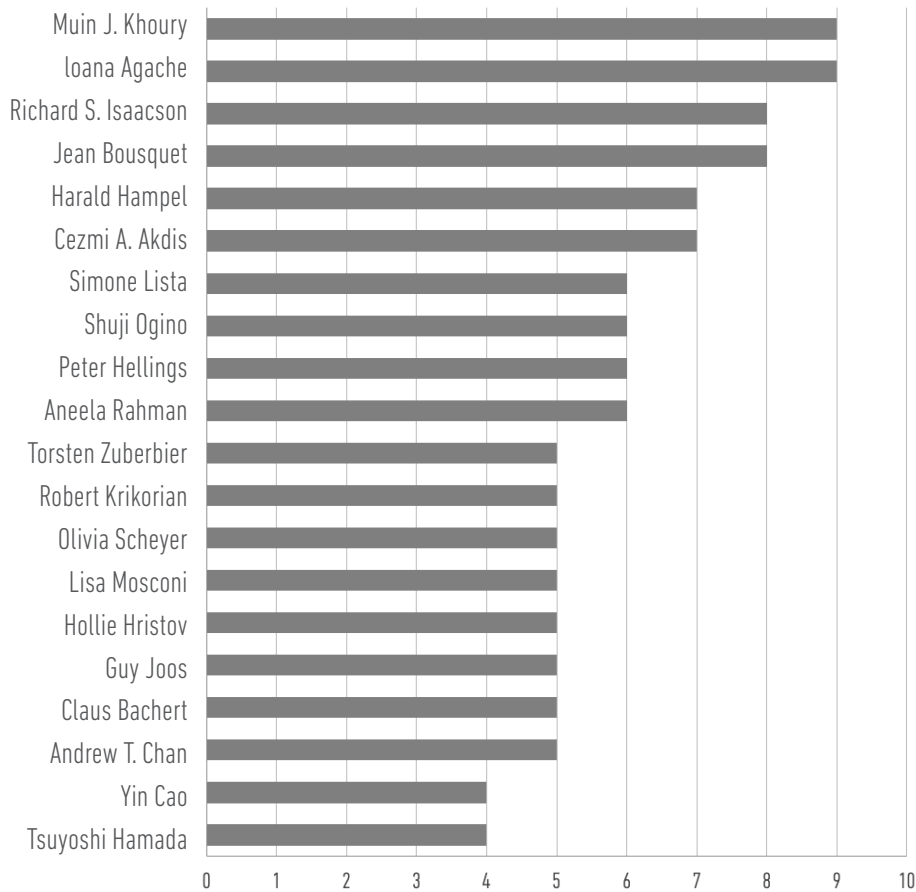


Fig 28. Top de autores por conteo único de citación. Adaptado de: Lens.org (2020)

Las instituciones más activas por tipos de publicación más destacadas se muestran en el siguiente gráfico, donde el tema más importante en cuanto a conteo de documentos es el tema principal Medicina de Precisión, le sigue Medicina y enfermedades. Y en general por actividad se destaca la Universidad de Harvard, y le sigue el Hospital Brigham and Women's.

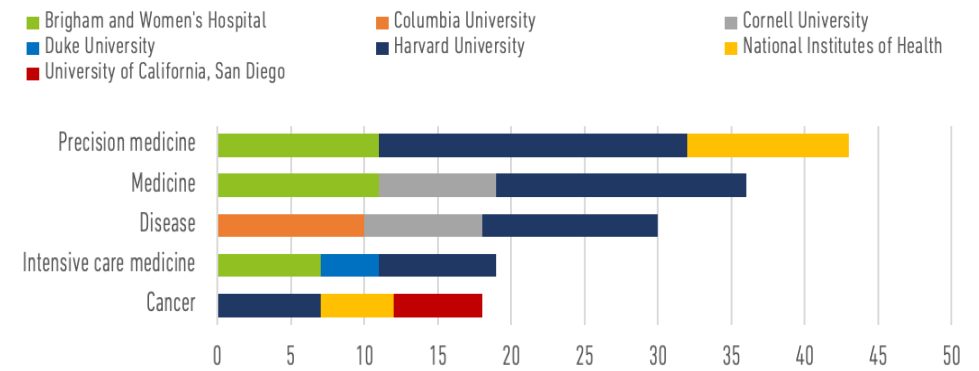


Fig 29. Campos de estudio cubiertos por las universidades más activas. Adaptado de: Lens.org (2020)



Asimismo, las instituciones por tipo se destacan las de educación, las relacionadas a salud y le siguen las de Gobierno, donde a su vez se destaca el Instituto Nacional de Salud.

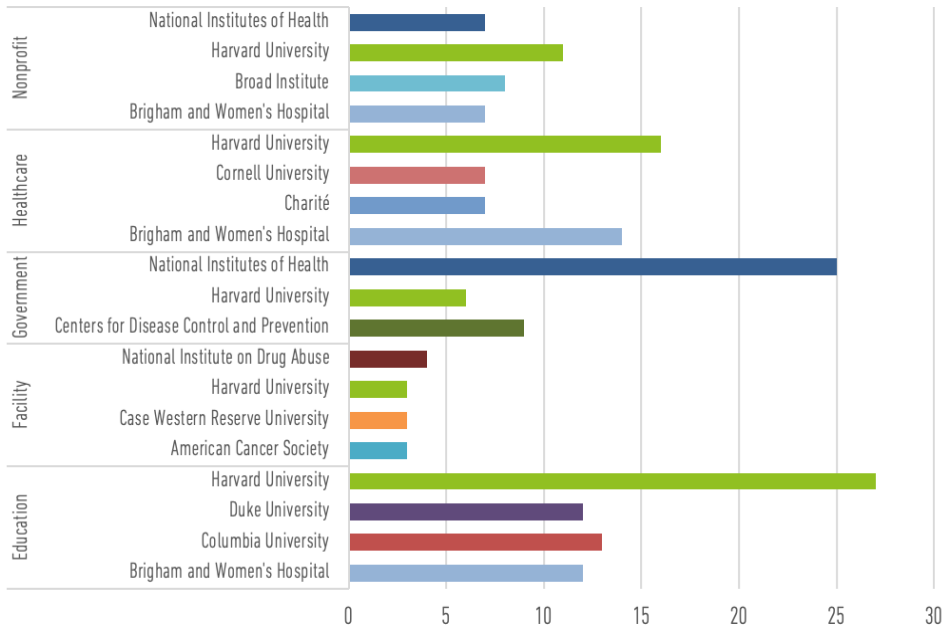


Fig30. Tipos de instituciones top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org

Finalmente, la siguiente gráfica muestra una línea de tiempo de puntos clave en la Medicina de Precisión, donde recientemente se hablaba de sólo genes, luego, hoy en día se habla de paneles multigenes y punto de atención diagnóstico, y en un futuro se hablará de genómica e inteligencia artificial.

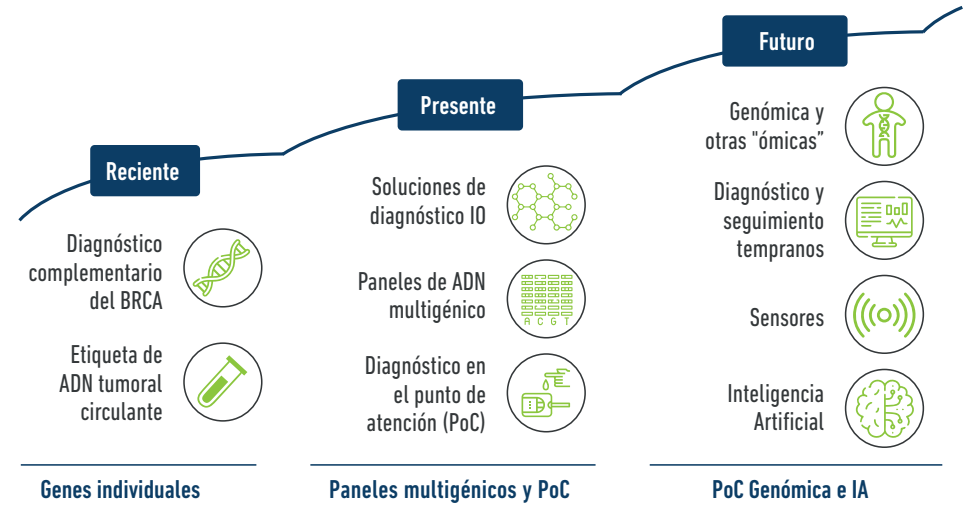


Fig 31. Línea de tiempo de la Medicina de Precisión. Adaptado de: Gutjahr (2018)

4.1.3. Tendencias en Desarrollo Tecnológico

Una vez analizadas las tendencias teóricas, es necesario expandir y analizar las patentes relevantes a las temáticas, como por ejemplo desde grandes avances en el desarrollo de nuevas tecnologías. La base de datos brindada por la plataforma Lens, en cuanto a patentes y tomando en cuenta la siguiente ecuación de búsqueda, se obtienen las siguientes visualizaciones y conclusiones sobre esta:

Palabras clave: Precision Medicine, Prevention, Medicine.

En este caso, las categorías IPCR se relacionan a temáticas relevantes al área de prevención de enfermedades, donde la primera se relaciona con: Preparados para fines médicos, dentales o inodoro (A61K), Microorganismos o enzimas y sus composiciones (C12N); Bioinformática o TICs especialmente adaptadas para el procesamiento de datos genéticos o temas relacionados con proteínas en biología molecular computacional (G16B); y Péptidos (C07K).

Tomando en cuenta los últimos cuatro años, la evolución de la totalidad de patentes en el tiempo tuvo un comportamiento creciente (leve) a excepción de los últimos 2 años, en el cual hubo una reducción.

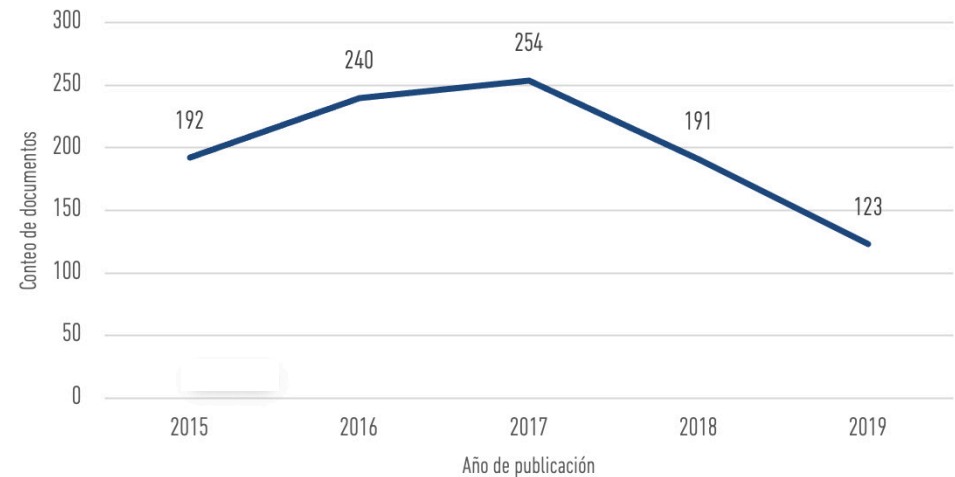


Fig 32. Jurisdicciones Top en el mundo por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

Por otra parte, respecto a las jurisdicciones más destacadas se encuentran China con una ventaja muy considerable respecto a los demás países que en general tienen un conteo de documentos relativamente parecido.

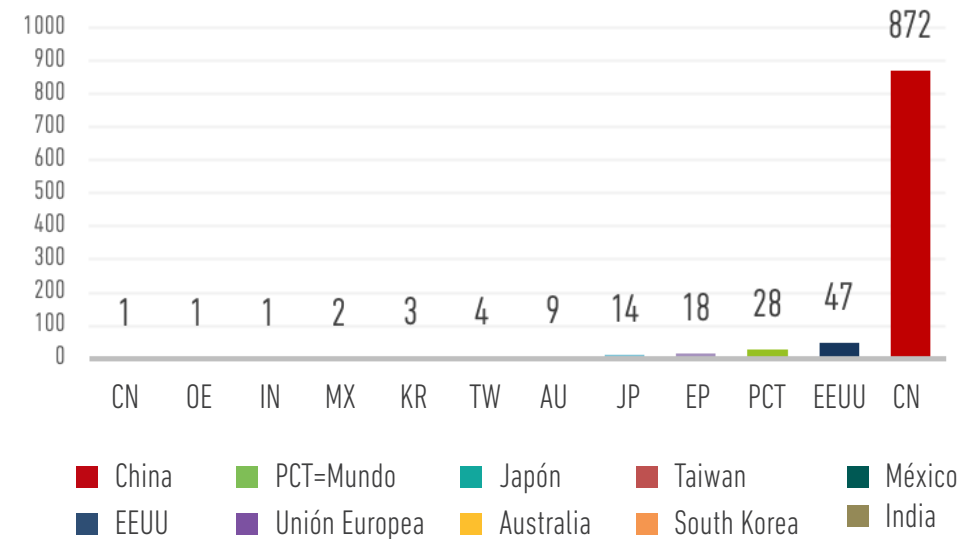


Fig 33. Jurisdicciones Top en el mundo por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)



Los inventores más destacados son los siguientes: en su mayoría diferentes inventores renunciaron al derecho de ser nombrados; seguidamente, se encuentra Li Jinan, Wan Zhuoting y Gong. En el primer caso, tomando en cuenta los criterios de búsqueda, han trabajado en los siguientes tipos de patente por clasificación IPCR : Preparaciones medicinales de constitución indeterminada que contienen material de algas, líquenes, hongos o plantas, o sus derivados, en este caso se centra en maíz o caña de azúcar (A61K36 / 899) y Agentes antineoplásicos (A61P35 / 00).

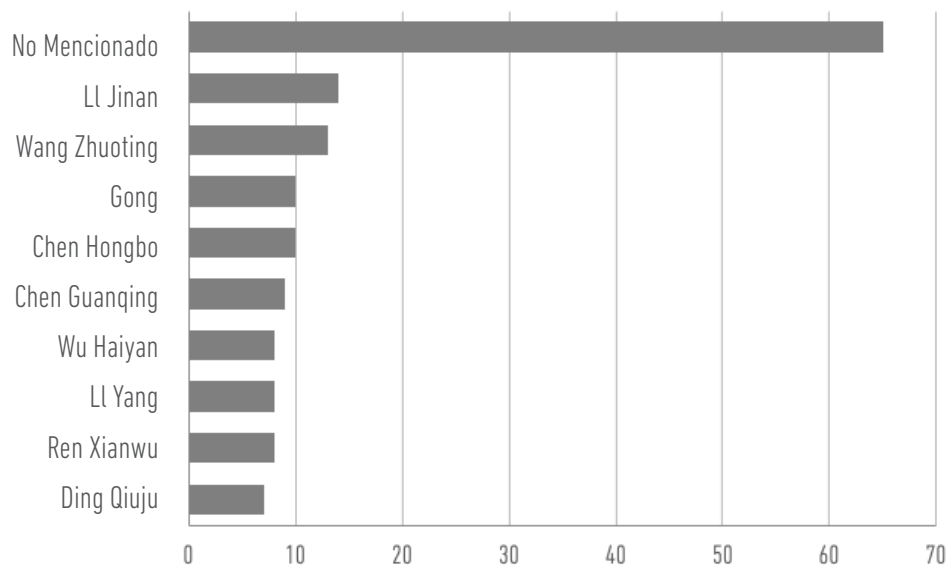


Fig 34. Inventores top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

Finalmente, tomando en cuenta la clasificación IPCR, los tipos de patentes que más se encontraron son: Agentes antineoplásicos relacionados a higiene y actividades terapéuticas específicas de compuestos químicos o preparados medicinales (A61P35 / 00); luego están los agentes analgésicos, antipiréticos o antiinflamatorios no centrales, por ejemplo, agentes antirreumáticos Medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (A61P29/00); y le siguen los antibióticos, antisépticos, quimioterapéuticos, específicamente agentes antibacterianos (A61P31/04).

885 A61K31/045	1,097 A61K35/64	1,179 A61K36/899	1,025 A61K36/9068	962 A61P1/00
1,269 A61P1/16	1,567 A61P11/00	848 A61P15/00	1,170 A61P17/00	1,109 A61P25/00
1,111 A61P25/28	2,158 A61P29/00	1,363 A61P3/10	1,775 A61P31/04	922 A61P31/14
3,132 A61P35/00	921 A61P37/04	1,030 A61P9/00	1,556 A61P9/10	818 A61P9/12



Fig 35. Clasificaciones IPCR top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

Finalmente, es importante tomar en cuenta que las leyes de propiedad intelectual de los países y cómo estas pueden afectar el desarrollo científico y legal de las patentes. En el caso de Estados Unidos, según Kulkarni y Czban (2018) en el Circuito Federal se han invalidado patentes que cubren temas fundamentales para la medicina de precisión, como las relaciones entre las variaciones genéticas y los diagnósticos o tratamientos de enfermedades. Haciendo la comparación con la función protectora de la corteza de un árbol, las relaciones clínicas identificadas en las investigaciones han sido caracterizadas por los tribunales como “leyes de la naturaleza” y, por lo tanto, no son elegibles para la protección por patente. Aun así, las investigaciones continúan, pero también es necesario que los investigadores tomen en cuenta tales leyes para la elegibilidad de las patentes, y puedan demostrar cómo la invención es el resultado de un descubrimiento real y metódico.

4.1.4. Tendencias en Innovación

Gracias a información obtenida en la base de datos arrojado por Crunchbase, se logró obtener información valiosa para realizar diferentes análisis a partir de los siguientes filtros:

Palabras claves: precision medicine, personalized medicine, preventive medicine.

Industries: health care, medical.

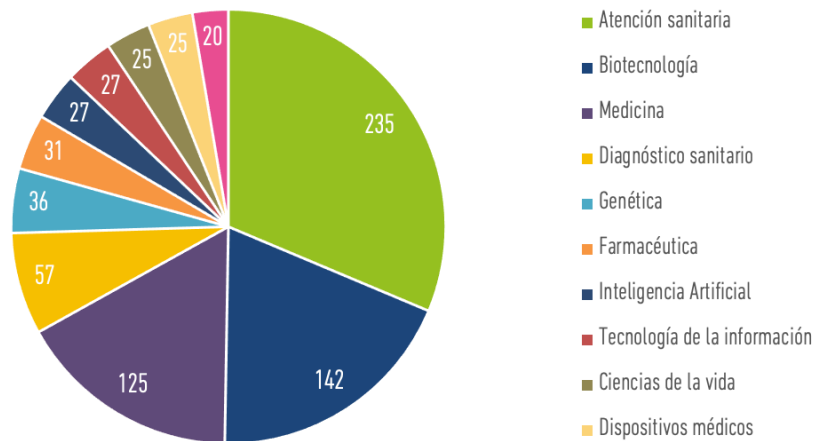


Fig 36. Top 10 de las industrias con mayor participación en las empresas.
Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

La dinámica de emprendimiento a través de los años muestra también un interés particular de los emprendedores entre 1986 y 1998, sin embargo, cerca al 2005 es donde se evidencia un punto de inflexión mostrando el crecimiento a través del tiempo de la creación de empresas. A pesar de evidenciar un pico máximo en el 2015, a partir del 2017 decreció el número de empresas creadas pasando de 32 a 16 para el 2017.

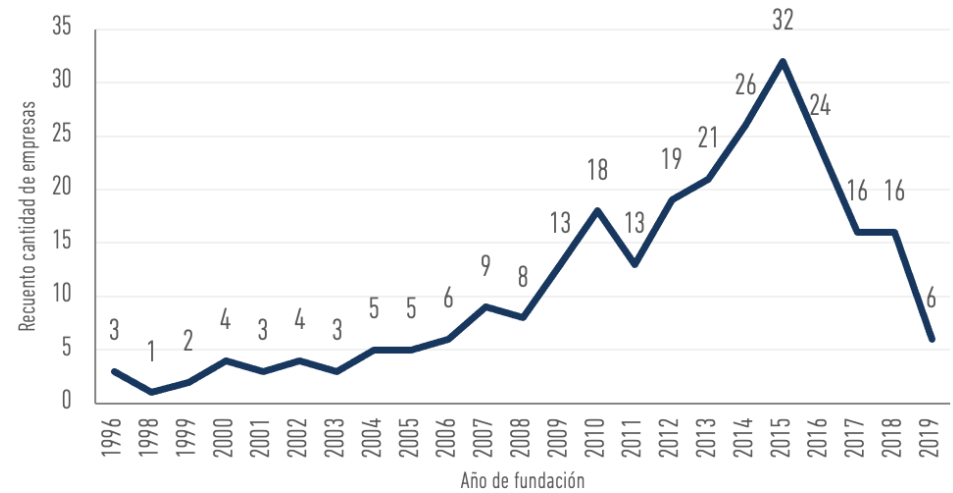


Fig 37. Cantidad de empresas fundadas entre 1996 a 2019.
Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Algunas de las empresas ubicadas en su etapa inicial (Early Stage Venture) o startup, que obtuvieron una última financiación de capital social (Equity Funding Amount) de alto valor en comparación con las otras, realizado en el 2019, son: la compañía biofarmacéutica BlackThorn Therapeutics, se encuentra destinada a desarrollar la medicina de precisión para los trastornos del sistema nervioso central (SNC). Por otra parte, Beijing Gene+ Technology (conocida como Beijing Gene Plus), es una empresa que proporciona servicios de pruebas genéticas para la prevención del cáncer y la detección temprana, así como brindar datos para la medicina de precisión. Un último ejemplo, es la empresa de electrónica molecular Roswell Biotechnologies, la cual transforma la secuenciación del ADN; su última plataforma ENDSeq™ (Electronic Nano-Device Sequencing), despliega la nanotecnología de sensor de molécula única en un formato de chip semiconductor escalable, ofreciendo así la entrega del chip en una hora para su uso en medicina de precisión.

En el análisis de 31 empresas que se encuentran en etapa inicial, creadas entre el 2015 y 2019, se evidenció que fue necesario en promedio un total de USD 25.286.090 para el monto de la financiación del capital social (Equity Funding Amount) la cual indica el proceso de obtención de capital mediante diferentes fuentes como la venta de acciones, amigos, familiares, los inversores, oferta pública inicial, entre otros.

Por otro lado, los inversionistas que más han incursionado en diferentes empresas se muestran en el siguiente top 5 donde encabezan La Agencia Europea para la Pequeña y Mediana Empresa (EASME por sus siglas en inglés) quien gestiona programas programas de la UE en los ámbitos de apoyo a las PYME e innovación, medio ambiente, acción climática, energía y asuntos marítimos. Seguidamente, Qiming Venture Partners empresa de capital riesgo con sede en China, especializada en la construcción de nuevas empresas, la cual, desde su establecimiento, han estado invirtiendo en las industrias de Tecnología, Medios y Telecomunicaciones (TMT) y cuidado de la salud en las etapas iniciales y de crecimiento. Asimismo, se encuentra StartX y StartX Med, dedicadas a la innovación médica y biotecnológica, las cuales proporcionan a los fundadores acceso a una poderosa red de empresarios, inversores, mentores y socios de la industria, junto con espacio de oficina y una variedad de otros recursos.

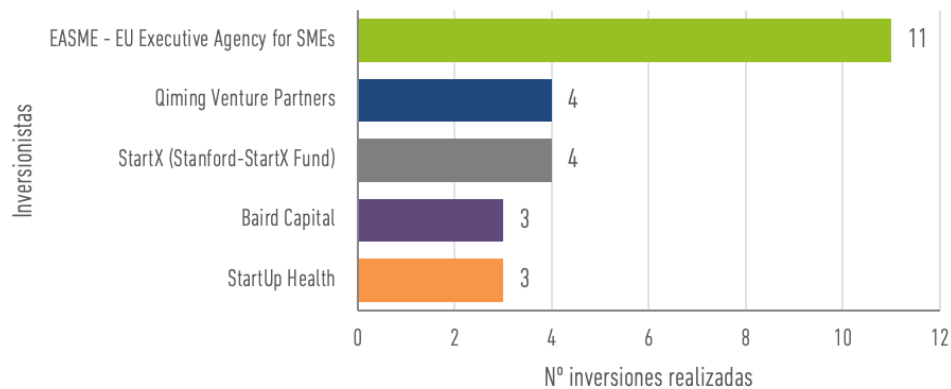


Fig 38. Top 5 inversionistas. Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Finalmente, los países más activos en términos de emprendimiento e innovación se encuentran ubicados, en primer lugar, en Estados Unidos con 169 empresas, luego se encuentra China con 15 empresas, Canadá y Reino Unido con 14. En los 4 países nombrados anteriormente, sus industrias top encuentran consistencia en los filtros proporcionados inicialmente, siendo los más importantes en Medicina de Precisión. Es importante señalar que, aunque estas industrias son las principales mostradas por la base de datos de crunchbase, existe una gran variedad de empresas cuya finalidad se encuentra relacionada con varias industrias al mismo tiempo.

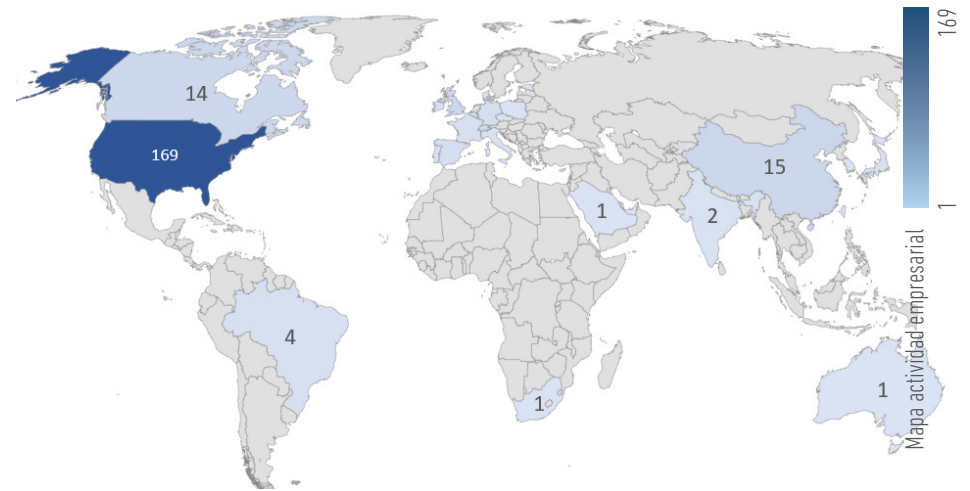


Fig 39. Mapa actividad empresarial. Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Aunque hasta el momento la plataforma de bases de datos de Crunchbase no cuenta con registros de empresas provenientes de Colombia, se logró obtener información de un país latinoamericano como Brasil; cuenta con una serie de empresas que se están desarrollando en las industrias de salud, diagnósticos de salud, Inteligencia Artificial (IA), entre otros. Por ejemplo, Conexa Saud mediante la creación de su plataforma digital promueven la conexión de los pacientes y los profesionales de la salud a través de la tecnología, mientras que GlucoGear utiliza la IA para personalizar los tratamientos de la diabetes.

Por último, Precision Medicine Alliance (s.f.b) indica algunos proveedores destacados dentro de la cadena de valor:



KineMed: tiene biomarcadores analíticos que capturan tasas clave de cambio molecular para identificar el seguimiento de los procesos de modificación de enfermedades.



Syapse: proporciona una plataforma de datos de medicina de precisión para que los proveedores de salud utilicen perfiles moleculares para diagnosticar y tratar pacientes.



Alacris: desarrolla soluciones sostenibles para revolucionar la atención médica, el descubrimiento de biomarcadores y el desarrollo de medicamentos, con un enfoque inicial en oncología molecular y medicina de precisión (Alacris, s.f.).



4D Healthware: es un software de participación del paciente que hace posible la medicina personalizada a través de un enfoque de datos conectados.



Angle PLC: desarrolla productos para su uso en diagnósticos que permiten la detección temprana, identificación precisa de la condición de un individuo para la prevención, tratamiento y monitoreo de enfermedades (Angle, s.f.).

Asimismo, Venture Radar (s.f.) brinda algunas compañías de medicina de precisión:



Tempus: su plataforma recoge y organiza los datos (informes de laboratorio, notas clínicas, exploraciones radiológicas, e imágenes de patología), ayudando a los médicos a hacer planes de tratamiento más personalizados e informados.



Benevolent.ai: su plataforma líder de descubrimiento computacional y experimental permite a científicos encontrar nuevas formas de tratar las enfermedades y personalizar las medicinas a los pacientes.



Mimetas: empresa de microfluidos que se centra en sistemas de órganos en un chip de alto rendimiento para pruebas de toxicología predictiva, detección de eficacia y terapia personalizada.



Valencell: desarrolla sensores de datos biométricos de rendimiento; se pueden llevar puestos y miden continuamente el ritmo y la actividad del corazón.

4.1.5. Tendencias en habilidades requeridas

Dado a que la medicina de precisión se considera como la medicina del futuro, viene con innovadoras formas de practicar esta misma, las cuales conducirán a rediseñar también la forma en que se enseña. Es importante señalar que la educación médica deberá modificar el enfoque de su contenido para el desarrollo de habilidades y competencias integradoras; luego, temas básicos como los siguientes se consideran primordiales para comprender y practicar la medicina de precisión:

- Biología molecular
- Biología celular
- Genética
- Fisiopatología

Asimismo, otra competencia de alta importancia a considerar en la educación médica son las habilidades interpersonales, pues se le exigirá a los médicos ser capaces de comunicarse y discutir las opciones de tratamiento no sólo con sus pacientes sino también con todos los profesionales con los que se deben cooperar (de manera interna y externa) como por ejemplo enfermeras, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, ingenieros, físicos, entre otros, en la medicina de precisión. Para la próxima generación de médicos, también será beneficioso comprender temas (al menos en un nivel básico) que no están incluidos en el actual plan de estudios de medicina como la codificación, la inteligencia artificial, el blockchain, la impresión en 3D, entre otros (Gameiro et al., 2018).

Así pues, la necesidad de nuevas estrategias educativas guiadas por la medicina de precisión es evidente cuando se consideran las formas que ésta ha transformado y transformará la medicina; algunos de los programas o áreas de formación que van a ser requeridos, son:

- Formación de médicos (Formación básica general)
- Programas de enfermería
- Asistentes médicos (PA por sus siglas en inglés)
- Programas de campo de la ciencia de los datos (por ejemplo, análisis y programación de dato)
- Ciencias de la información
- Programas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (por ejemplo, genética humana, asesoramiento genético, bioestadística)
- Computación y biomedicina
- Análisis de Datos para la Medicina de Precisión

Para desarrollar un programa educativo de medicina de precisión se recomienda:

1. Incluir nuevas disciplinas
2. Fomentar el trabajo interdisciplinario
3. Preparar a los proveedores de atención médica para la adaptabilidad de nuevas tecnologías a medida que estas surjan
4. Promover eficazmente la equidad en materia de salud dentro del estado

Adicionalmente, se debe tener en cuenta un reentrenamiento de la fuerza de trabajo existente, ya que una de las cosas que la medicina de precisión ha sacado a la luz es: una fuerza de trabajo de la salud que está mal equipada para satisfacer las crecientes necesidades de los pacientes en esta nueva era de la medicina genómica (The Precision Medicine Advisory Committee, 2018). A medida que el campo de la medicina de precisión madura, se requieren mejoras tecnológicas cada vez mayores en una base más amplia de disciplinas.



4.2. Temática: Gestión de Datos Clínicos

4.2.1. Definición del tema

En las instalaciones de salud como hospitales, centros médicos, laboratorios, entre otros, se reciben una gran cantidad de datos de pacientes en el tiempo, lo cual significa un reto de manejo de información que es relevante tanto para las organizaciones como para la investigación. La documentación clínica es el núcleo de los encuentros y del análisis a los pacientes, y en esta es necesario que la información sea clara, coherente, completa, precisa, confiable, oportuna y legible para reflejar con precisión la situación de los pacientes y el alcance de los tratamientos y servicios prestados (AHIMA, s.f.a).

En relación con estos datos, existe una amplia gama de herramientas para su análisis, sin embargo, existen diversos desafíos dado que estos datos se recopilan de una variedad de sistemas y dispositivos, como portales de pacientes en línea, registros médicos electrónicos y distintos dispositivos, existe una gran variedad de formatos, desde notas clínicas hasta imágenes médicas como tomografías computarizadas, y se da también que los datos no están estructurados (Amarasingham et al., 2014). La simplificación de la recopilación y organización de los datos es un primer paso prometedor para la mayoría de las organizaciones sanitarias. Además, tener las herramientas que ayuden a la clasificación de la información para encontrar los datos más útiles será clave para que las organizaciones obtengan el máximo valor de los macrodatos, y así mejorar la atención médica (IBM, s.f.)

En este caso, el uso de las distintas herramientas de software que pueden mejorar la labor de los hospitales en este sentido es:

- **Machine learning:** puede usarse, por ejemplo, para encontrar patrones en los datos para mejorar las vías de atención.
- **Manejo de bases de datos:** dada la heterogeneidad de la información requiere de innovaciones y métodos como opciones de código abierto como Open Database Connectivity (ODBC); asimismo, una interfaz de programación de aplicaciones (API) que faciliten la conexión entre bases de datos.
- **Computación en la nube:** brinda oportunidades de ahorro al eliminar los costos de implementaciones locales, y permite que las organizaciones mantengan actualizada su tecnología sin invertir recursos en activos físicos.
- **Análisis predictivo:** permite extraer datos de distintas fuentes como equipos y dispositivos médicos, por ejemplo, y adicionalmente, facilita la limpieza de datos y el cálculo de riesgos.
- **Visualización de datos:** permite un mejor entendimiento de los mismos; Analítica, dado que un mayor enfoque en mejores prácticas y plataformas tecnológicas que recopilan, procesan y analizan datos, es esencial para la atención médica actual (Amarasingham et al., 2014).
- Otra tecnología relevante es **Blockchain**, la cual tiene el potencial de reducir o eliminar distintos desafíos relevantes a la gestión de datos de la salud, como lo pueden ser: silos de datos, propiedad de los datos, privacidad y consentimiento de los pacientes, gobernanza de la información y reconciliación de cambios conflictivos de múltiples fuentes (Fintech News, 2020).

Por ejemplo, NEJM Catalyst (2018) indica en la siguiente imagen las diferentes aplicaciones para Big Data que se pueden presentar en el sector:








- 
Diagnóstico
 La minería de datos y el análisis de información usados para la identificación de las causales de enfermedades.
- 
Medicina Preventiva
 La analítica predictiva y el análisis de datos genéticos, de estilo de vida y de circunstancias sociales usados para prevenir las enfermedades.
- 
Medicina de precisión
 Aprovecha la agregación de diferentes fuentes de datos para ultra personalizar el cuidado médico.
- 
Investigación médica
 La investigación médica y farmacológica basada en datos para buscar curas a enfermedades y descubrir nuevos tratamientos y medicinas.
- 
Reducción de efectos adversos en la medicación
 La recolección de BigData para identificar mejor los posibles errores de medicación y marcar posibles reacciones adversas.
- 
Reducción de costos
 Identificación de valor que impulse mejores resultados para el paciente, llevando a ahorros a largo plazo.
- 
Salud de la población
 El monitoreo mediante BigData para identificar tendencias en enfermedades y postular así estrategias médicas basadas en demografía, geografía y socio economía.

Fig 40. Distintas aplicaciones del Big Data en el sector de la medicina.

Adaptado de: NEJM Catalyst (2018)

Big Data puede aportar en los diagnósticos ya que con la recopilación de datos y su respectivo análisis se logra identificar las causas de la enfermedad que se presentan en el paciente, asimismo, se lograría un análisis predictivo y de datos de genética con el objetivo de prevenir enfermedades.

Otro uso que se puede dar con esta herramienta es la reducción de costos, ya que entre más información se obtenga y se encuentre a disposición del médico, se logra una mejor atención al paciente, estancias hospitalarias más cortas y menos ingresos y reingresos.

Asimismo, la institución resalta que la combinación de datos clínicos tradicionales con datos no disponibles anteriormente (información social, genómica, biométrica, etc) permite la personalización de la atención médica. Entre mayor evolución haya en la infraestructura de los datos, la recopilación, integración y análisis en tiempo real de los pacientes puede llegar a ser posible. Es importante señalar que, en el futuro se espera que los datos fluyan sin problemas entre diferentes plataformas, con el objetivo de generar una colaboración proactiva (NEJM Catalyst, 2018).

El manejo de los datos de los proveedores de salud puede mejorar al priorizar categorías de datos en las rutinas de datos dependiendo del proyecto, adquiriendo experiencia en gobernanza de datos, y buscando el desarrollo de programas de mejora de la documentación clínica que capaciten a los médicos sobre cómo garantizar que los datos sean útiles para análisis y los tratamientos. Por otra parte, también es importante la limpieza o depuración de los datos para garantizar que estos sean precisos, correctos, coherentes, relevantes y sin errores ni corrupciones. En este caso las empresas de tecnologías de la información ofrecen herramientas automatizadas que utilizan reglas lógicas para comparar, contrastar y corregir grandes conjuntos de datos.

Por otra parte, aunque muchas instalaciones de salud aún usen almacenamientos tradicionales de datos, el uso de la nube está tomando cada vez mayor popularidad a medida que los costos bajan y la confiabilidad aumenta. El desarrollo de metadatos completos, precisos, actualizados y con una historia de autores y modificaciones clara, es un componente clave de un plan de gobierno de datos exitoso, y evita la creación de conjuntos de datos aislados que tienen una utilidad limitada. En suma, es necesario tener herramientas y protocolos de consulta, como el caso del lenguaje de consulta estructurado (SQL), y tener una interfaz amigable a las personas que quieran entender los datos (Health IT Analytics, 2017).

A medida que la digitalización se está volviendo cada vez más importante para este sector, tanto a nivel de usuarios, organización y el sistema de salud en sí, las capacidades de intercambiar y usar datos se convierten en habilitadores fundamentales para la transformación. Adicionalmente, los datos son uno de los activos más importantes de las organizaciones, por lo que es esencial desmitificar la gobernanza de los datos y articular su importancia a la hora de generar valor para los pacientes y los profesionales de la salud. En la siguiente gráfica se muestran los cuatro componentes más importantes de la gobernanza de datos, que son la administración de datos, propiedad de los datos, las políticas de datos y los estándares, según KPMG (2018):

Componentes del gobierno de datos



Administración de datos
La administración de datos es la responsabilidad de la gestión de los activos de datos. Los administradores de datos no son dueños de los datos, sino que son los guardianes de los activos de datos empresariales, lo que garantiza la calidad, precisión y seguridad de los datos.



Propiedad de los datos
La propiedad de los datos es la responsabilidad en la creación de los datos y la construcción de reglas de negocio. Esta restringe o define como se usarán los datos en la organización



Políticas de datos
Las políticas de datos son las reglas que una empresa utiliza para gestionar sus recursos de datos, incluidos los esfuerzos por autenticación y derechos de acceso a los datos, además del cumplimiento de las leyes y regulaciones.



Estándares de datos
Los estándares de datos son criterios precisos, especificaciones y reglas para la definición, creación, almacenamiento y uso de los datos en la organización.



Fig 41. Gobernanza de los datos y sus componentes desde las soluciones de la consultora KPMG. Adaptado de: KPMG (2018).

a. ¿Qué está pasando en el mundo respecto a la temática?

Entre los casos relevantes a ciudades que han buscado el mejoramiento de los datos del sector, se encuentra Estonia, que comenzó a desarrollar una infraestructura de ciber salud a principios de la década de 2000. Inicialmente, este sistema tenía cuatro componentes principales: registro de salud electrónico para que los proveedores registren información relevante en una base de datos centralizada; servicios de registro digital para respaldar las referencias digitales y la programación de citas de pacientes; programa de imágenes digitales; y recetas digitales tanto para proveedores y farmacias. En este caso, los factores de éxito de su iniciativa fueron la disponibilidad de conocimientos técnicos, el compromiso continuo del gobierno, la alfabetización digital del público y la confianza en el gobierno, dado que se requería un marco legal completamente nuevo para respaldar la salud electrónica. En este caso, tales factores son importantes, como también lo muestra el caso de Países Bajos, que también tuvo un comienzo temprano con la salud electrónica, pero se encontró con el obstáculo de presiones políticas que causaron que el sistema pasará de la exclusión voluntaria de personas a la inclusión voluntaria, lo que causó que muchos datos no legalizados fueron destruidos, además, la responsabilidad de la implementación de la ciber salud se transfirió a la industria. Sin embargo, tal problemática se ha ido mitigando gracias a la gran cantidad de proveedores de salud que se unieron al sistema y a ciudadanos que se han sumado voluntariamente a compartir sus datos (Deloitte, 2019).

En lo referente a unificación de los datos, se puede hablar de “mi Carpeta Salud” en La comunidad de Madrid, que es un servicio mejorado y potenciado con el que la comunidad puede consultar de manera ágil y segura la siguiente información: datos clínicos, resultados de pruebas diagnósticas, pruebas de imagen médica y analíticas.

El acceso a la información se realiza mediante DNIe, Certificado Digital y a través del sistema de identificación Clave de la Administración del Estado, el cual ofrece información personalizada y ayuda a conocer la evolución de problemas de salud para promover la calidad y la prevención (Servicio Madrileño de Salud, 2018). Otro servicio similar es el “L’Entrepôt de Données de Santé” en el hospital Foch de París, que es una producción de un almacén de datos de salud que hace posible la convergencia de todos los datos administrativos y médicos (consulta, hospitalización, informes de imágenes, resultados de biología, patología, etc.) de los diversos softwares utilizados por los profesionales de la salud, en una sola base de datos. Permitirá multiplicar los usos de los datos de salud masivos para mejorar la atención al paciente y acelerar la investigación clínica (Hospital Foch, s.f.).

Para Europa, una de las iniciativas destacadas es BigMedilytics por sus siglas en inglés y significa Big Data para analítica médica, que es la mayor iniciativa financiada por la Unión Europea para transformar el sector sanitario de la región mediante el uso de tecnologías de big data para lograr una productividad al reducir los costes, mejorar los resultados de los pacientes y ofrecer un mejor acceso a las instalaciones. Este proyecto está compuesto por 12 pilotos que abordan tres temas de mayor impacto en el sector: salud poblacional y manejo de enfermedades crónicas, oncología e industrialización de los servicios de salud. Por otra parte, está compuesta por treinta y cinco entidades de tipos como proveedores de atención médica, empresas de tecnología, empresas farmacéuticas, institutos de investigación y universidades de 12 países diferentes en Europa y es liderada por Philips (BigMedilytics, 2020).

En el caso de Estados Unidos, se encuentra Dignity Health, que ocupa el quinto puesto en sistemas de salud más grande en el país, y hace uso de una plataforma de big data y análisis avanzado para predecir posibles casos de sepsis en las etapas más tempranas, cuando la intervención es más útil, en un programa de biovigilancia de la sepsis. Este proyecto funciona de la siguiente forma, al recopilar datos de los registros médicos electrónicos de los pacientes, utilizan el procesamiento del lenguaje natural y un motor de reglas para monitorear continuamente los factores que podrían indicar una infección por sepsis, y así enviar alarmas al personal médico en casos de alta probabilidad (Instituto SAS, s.f.)

Seguidamente, desde el enfoque de la medicina de precisión, se encuentra el Proyecto IASIS, el cual consiste en desarrollar herramientas informáticas que permitan integrar datos de diferentes fuentes, incluyendo genómica, registros sanitarios electrónicos y datos bibliográficos para aplicar métodos analíticos avanzados que permitan descubrir patrones de utilidad (Fundación Instituto Roche, 2019).

Estos casos difieren en términos de épocas, tecnologías, y contextos, dado que se encuentran: distintos niveles de adaptación tecnológica, distintas políticas públicas, varios niveles de presupuestos disponibles para la creación de proyectos, distintos niveles de privatización de los sistemas de salud y de participación empresarial, entre otros factores. Sin embargo, se pueden encontrar entre los casos ciertos aspectos en común, como lo es la participación conjunta de partes interesadas, es decir, se busca tomar en cuenta las necesidades de varios agentes. También es importante la inclusión tecnológica y de profesionales en tecnologías de la información, porque aumentan la eficiencia del manejo de los datos. Por último, los proyectos buscan aprovechar los datos de distintas fuentes y hacer un seguimiento continuo de estos.

b. Cuáles son los actores principales relacionados

- **IBM:** En este caso hablando de su solución, IBM Watson Health, la cual busca identificar opciones de tratamiento para pacientes con mutaciones genéticas específicas utilizando datos genómicos y otros análisis de atención médica. De la misma forma, está creando soluciones para habilitar un sistema de salud más inteligente y conectado que pueda ayudar a los médicos a brindar una mejor atención. La empresa realiza inversiones en investigación e innovación de tecnologías sanitarias, y sus soluciones sanitarias ayudan a que las organizaciones logren una mayor eficiencia en sus operaciones (IBM, s.f.).
- **BridgeHead:** cuenta con una solución que ayuda a los hospitales a superar los desafíos respecto a la gestión de datos y almacenamiento, particularmente en torno a los cambios que está trayendo la gran cantidad de información a la que se están enfrentando los departamentos de TI en la salud en términos de sus operaciones, eficiencia, efectividad y costo, en las dimensiones de almacenamiento, protección y distribución de la información (BridgeHead, s.f.).
- **Sociedad de sistemas de gestión e información sanitaria:** (HIMSS, por sus siglas en inglés) es un asesor global líder sin ánimo de lucro con sede en Chicago, Estados Unidos, que apoya a la transformación del ecosistema de la salud a través de la información y la tecnología. Sus miembros incluyen a más de 80,000 personas, 480 organizaciones de proveedores, 470 socios sin fines de lucro y 650 organizaciones de servicios de salud. Esta ofrece información clave, educación y eventos a proveedores de atención médica, gobiernos y proveedores del mercado (HIMSS, s.f.).

- **La Asociación de analítica datos de atención médica:** (HDAA, por sus siglas en inglés) es una organización de voluntarios compuesta por más de dos mil de los principales profesionales en análisis de datos de la industria de la salud de más de 400 proveedores líderes de atención médica en Estados Unidos. Cada mes, los miembros colaboran a través de seminarios webs sobre temas relevantes a la analítica de datos en la salud, incluyendo temas como: Big Data, Machine Learning, Inteligencia Artificial, Análisis predictivo, desarrollo de algoritmos, Almacenamiento de datos y “lagos de datos”, análisis de los principales proveedores, gestión de datos no estructurados y provenientes de dispositivos (HDAA, 2018).
- **La Asociación Estadounidense para el Manejo de la Información de Salud:** (AHIMA, por sus siglas en inglés) es la autoridad en información de salud. Trabajan conjuntamente en los temas de atención médica, tecnología y negocios (AHIMA, s.f.b).
- **Centro para la investigación en Big Data de salud:** Ubicado en Australia y es el primer centro de investigación australiano dedicado a la investigación en salud (dominios biomédicos, clínicos, de servicios de salud y de salud pública) utilizando big data. Trabajan temas como: desempeño del sistema de salud, evaluación de políticas y programas utilizando datos vinculados, métodos analíticos innovadores para big data de salud, uso de evidencia en políticas y prácticas, seguridad de los medicamentos, salud materna e infantil, enfermedades crónicas y, entre otros (Centro de Investigación de Big Data en Salud, s.f.).
- **El Instituto Australiano de Salud Digital:** (AIDH, por sus siglas en inglés) ubicado en Melbourne (Australia), tiene como áreas de interés en salud digital las siguientes: ciberseguridad, informática clínica, informática de enfermería, Health UX, hospitales digitales y medicina de precisión (AIDH, s.f.)



4.2.2. Tendencias en investigación

Teniendo en cuenta que estas tecnologías están en constante desarrollo, es importante conocer cuáles son aquellas temáticas en las que se profundiza, de esta forma es posible identificar posibles experiencias asociadas a nivel local, además de identificar aquellas instituciones e investigadores más referenciados para la temática. Es así como, a continuación, se realiza un barrido por las principales publicaciones científicas asociadas con las investigaciones top de la temática.

Desde una perspectiva de la base de datos de la plataforma Lens, en lo referente a los trabajos académicos, y tomando en cuenta las palabras clave presentadas a continuación, se obtienen las visualizaciones y conclusiones sobre los trabajos académicos contenidos en la misma:

Palabras clave: Medical record, Patient data, Healthcare

En este caso, al realizar una búsqueda en el título, resumen, palabras clave y campo de estudio, con los términos mencionados anteriormente, la búsqueda arrojó 270 resultados.

En lo referente a las temáticas más tratadas según los resultados de la búsqueda, encontramos: cuidado de la salud, historial médico, medicina y ciencia computacional. Asimismo, otras temáticas que son de interés o son posiblemente apalancadores de ciertas investigaciones son: ciencia de datos, big data, minería de datos, informática de la salud, privacidad de la información y tecnologías de la información.

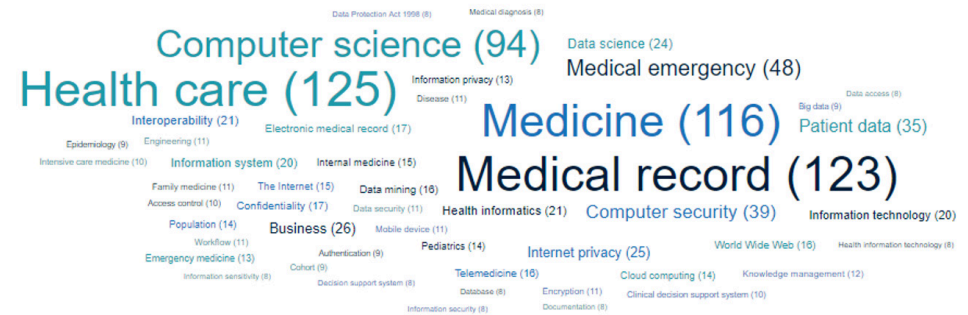


Fig 42. Mapa de temas claves a partir de la ecuación de búsqueda. Adaptado de: Lens.org (2020)

Por otro lado, se encontró que algunas de las instituciones más activas por número de documentos, son: la Universidad de Harvard, Partners HealthCare y la Universidad del Estado de Pensilvania. En el caso de la primera institución, tomando en cuenta el filtro temático inicial, trabaja principalmente los temas de: medicina, población, historial médico y grupo, y cuenta con autores como Shawn N. Murphy (destacado por conteo único de citación y por ser el más activo a la vez) e Isaac S. Kohane; la segunda trabaja en: ciencia computacional e historial médico; y la última en: historial médico, cuidado de la salud y manejo del conocimiento.



Fig 43. Instituciones Top por conteo de documentos. Adaptado de: Lens.org (2020)

Luego, los países más activos son: Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos y Alemania. En este caso la distribución geográfica de las instituciones por conteo es muy variable.

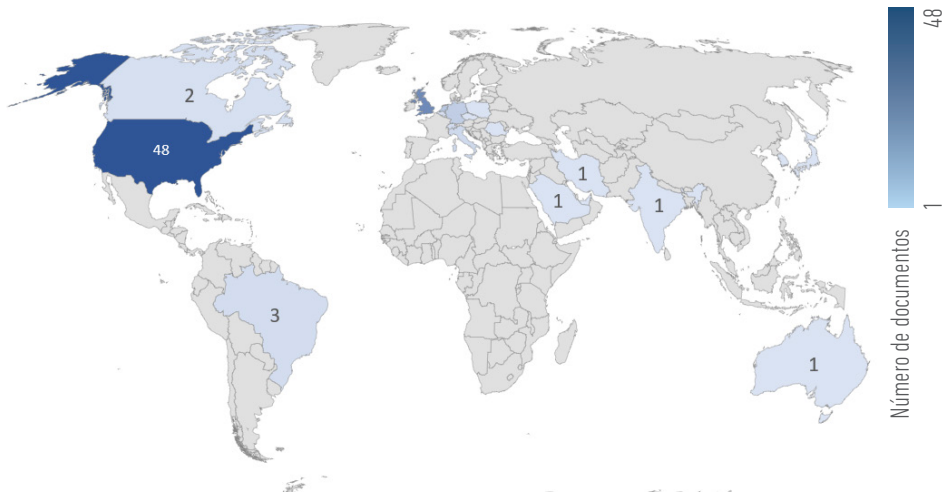


Fig 44. Top países de origen de las instituciones por conteo de documentos. Adaptado de: Lens.org (2020)



En este caso, el comportamiento en el tiempo de los trabajos académicos relacionados se encontró una tendencia creciente en el tiempo con algunas caídas a lo largo del tiempo principalmente en los primeros años, y en los últimos años se evidencian los mayores crecimientos, especialmente en el último. En cuanto a los trabajos por tipo de publicación, predominan los artículos en revistas académicas y le siguen los de tipo desconocido, y cabe notar que los artículos asociados a conferencias y capítulos de libros están aumentando con el tiempo.

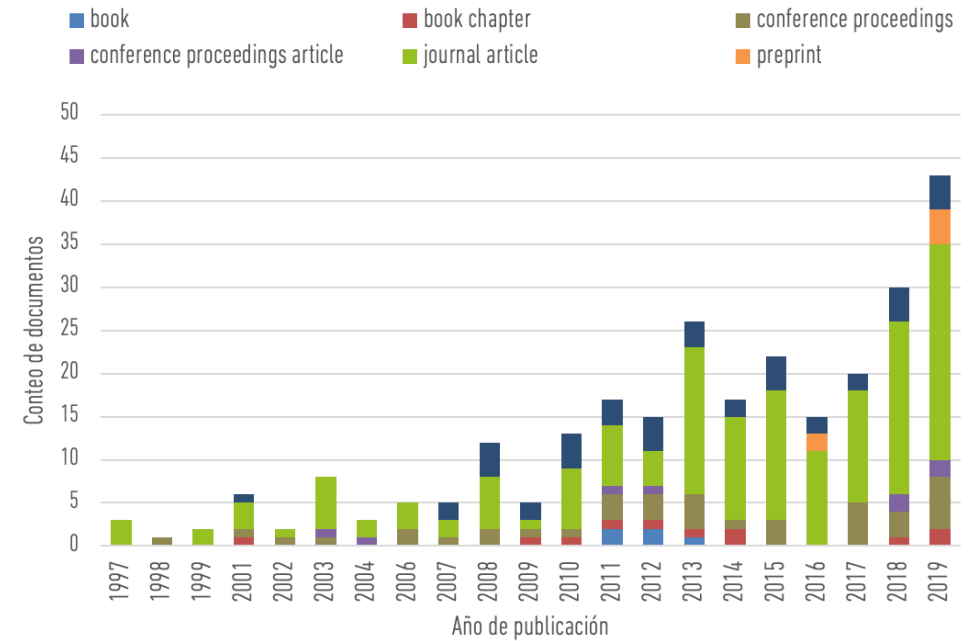


Fig 45. Línea de tiempo de los trabajos académicos, dividida por tipo de publicación. Adaptado de: Lens.org (2020)

Seguidamente, en cuanto a los autores con más citas (por conteo único), se evidencian los siguientes: Bandar Alhaqbani, Collin J. Fidge y Benjamin S. Glicksberg empatado con otro más. El primer autor se asocia a organizaciones como la Universidad Tecnológica de Queensland y trabaja principalmente en temas de: control de acceso, seguridad computacional entre otros. El siguiente, se asocia a la misma universidad, y trabaja principalmente en temas de control de acceso; el tercero, se asocia por ejemplo a la Universidad de Harvard, y ha trabajado temas como bioinformática.

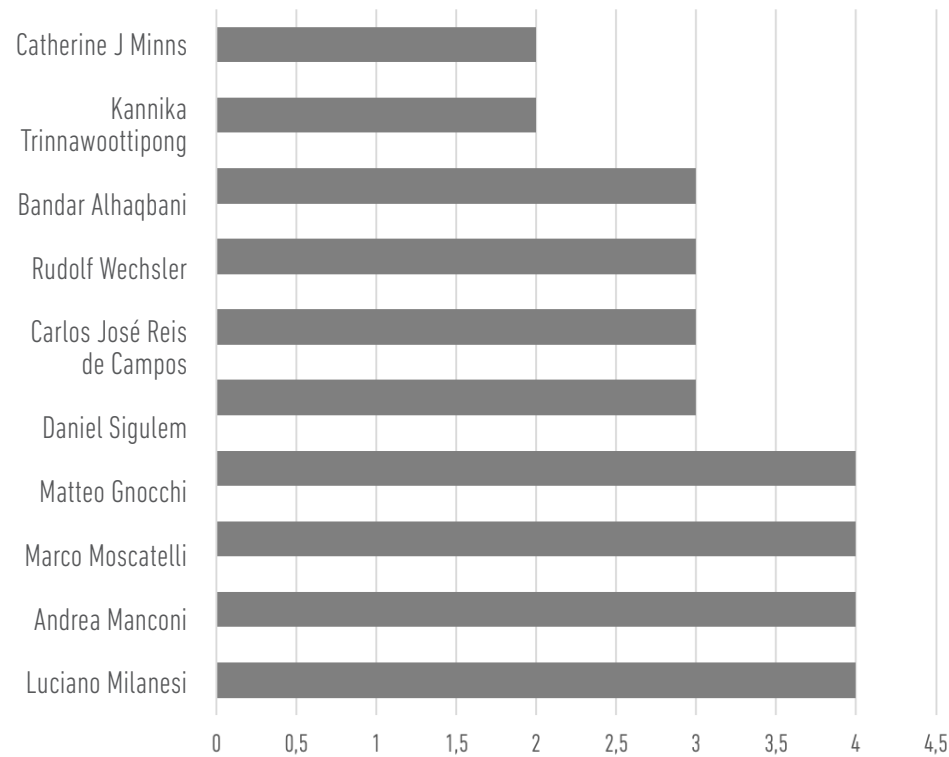


Fig 46. Top de autores por conteo único de citación. Adaptado de: Lens.org (2020)

Las instituciones más activas por tipos de publicación más destacadas se muestran en el siguiente gráfico, donde los temas más importantes en cuanto a conteo de documentos son historial médico, medicina y ciencia computacional. Asimismo, se destacan la Universidad de Harvard y la Universidad del Estado de Pensilvania.

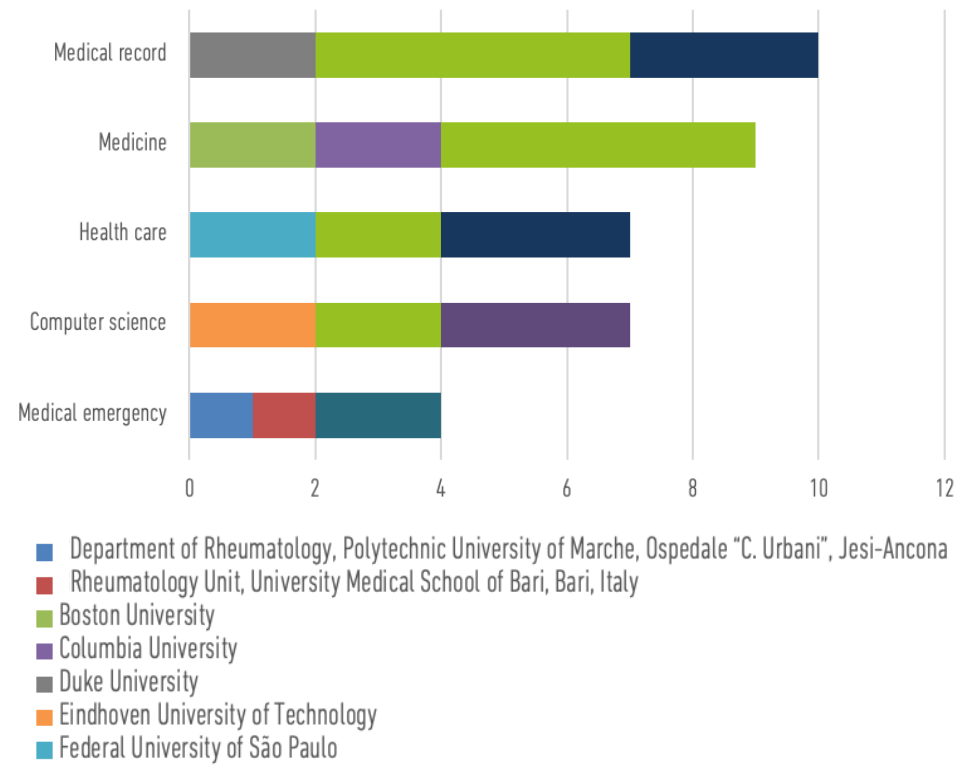


Fig 47. Campos de estudio cubiertos por las universidades más activas. Adaptado de: Lens.org (2020)

En el siguiente gráfico, se clasifican las instituciones por tipo como un acercamiento a qué clase de agentes tienen interés en la temática, donde se destacan las instituciones educativas principalmente y le siguen las de salud y las compañías. Las primeras trabajan principalmente temas de cuidado de la salud, ciencia computacional e historial médico.

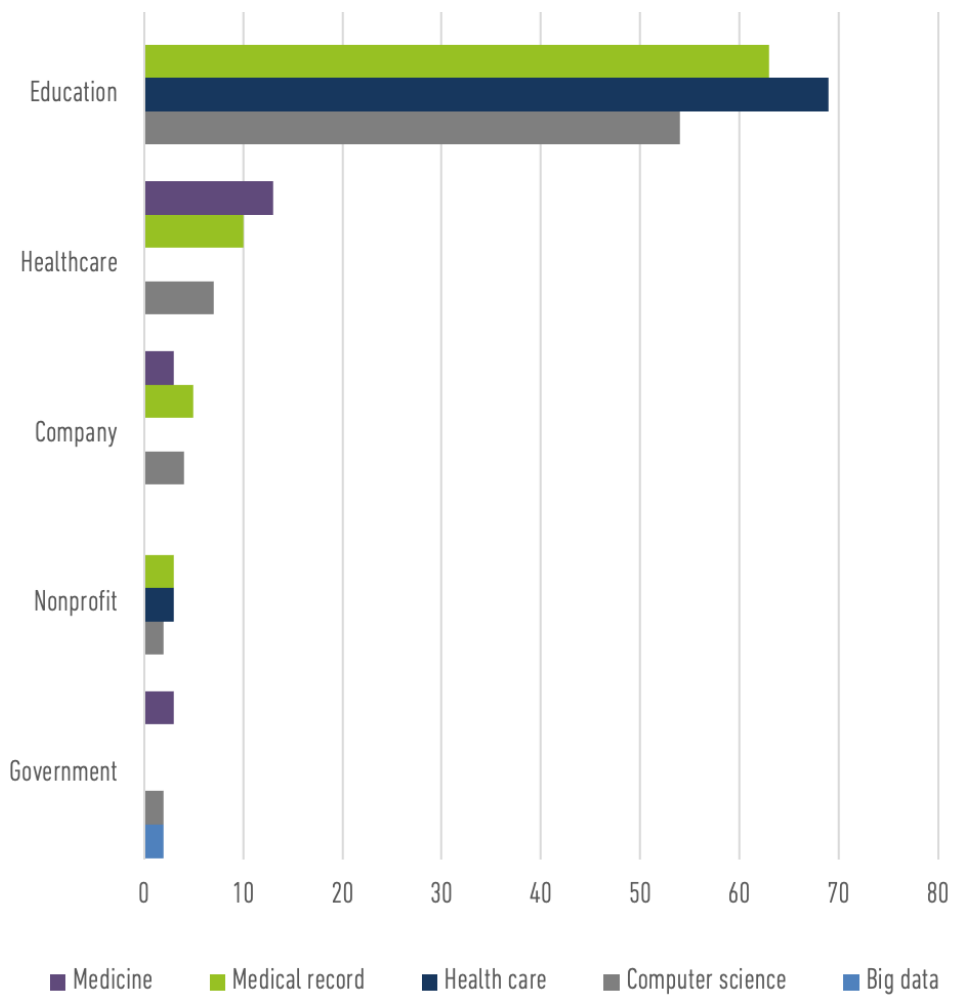


Fig 48. Tipos de instituciones top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org

4.2.3. Tendencias en Desarrollo Tecnológico

Una vez analizadas las tendencias teóricas, es necesario expandir y analizar las patentes relevantes a las temáticas, como por ejemplo desde grandes avances en el desarrollo de nuevas tecnologías. La base de datos brindada por la plataforma Lens, en cuanto a patentes y tomando en cuenta la siguiente ecuación de búsqueda, se obtienen las siguientes visualizaciones y conclusiones sobre la misma:

Palabras clave: Patient data, Medical record, Healthcare

Tomando en cuenta los últimos cuatro años, la evolución de la totalidad de patentes en el tiempo tuvo un comportamiento variable, a excepción del último año (respecto al conteo de documentos) en donde hubo un aumento significativo, después de una caída.

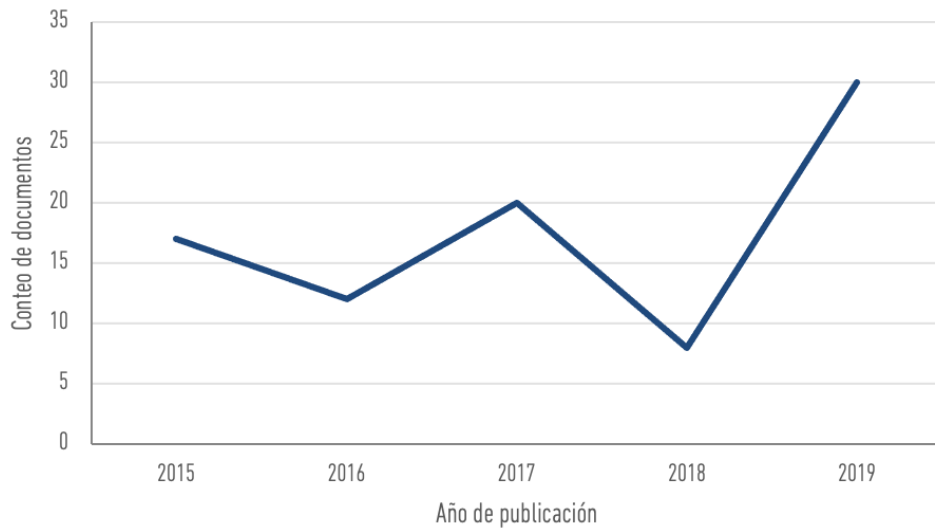


Fig 49. Patentes publicadas en el tiempo. Adaptado de Lens.org (2020)

Continuando con las jurisdicciones más destacadas, hay una relevancia de Estados Unidos, y le sigue WIPO.

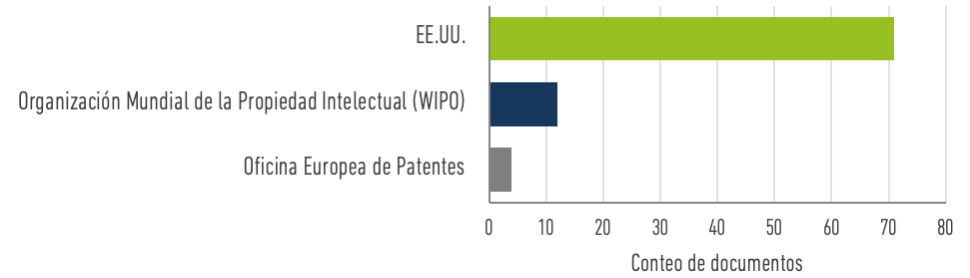


Fig 50. Jurisdicciones Top en el mundo por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

A su vez, los inventores más destacados son Herasevich Vitaly y Gajic Ognjen. El primer autor, tomando en cuenta los criterios de búsqueda, ha trabajado en los siguientes tipos de patente por clasificación IPCR : sistemas o métodos especialmente adaptados para sectores comerciales específicos, en este caso trabajo social (G06Q50/22), y pertenece a la Fundación Mayo para la educación e investigación médica. Lo mismo ocurre para el segundo autor.

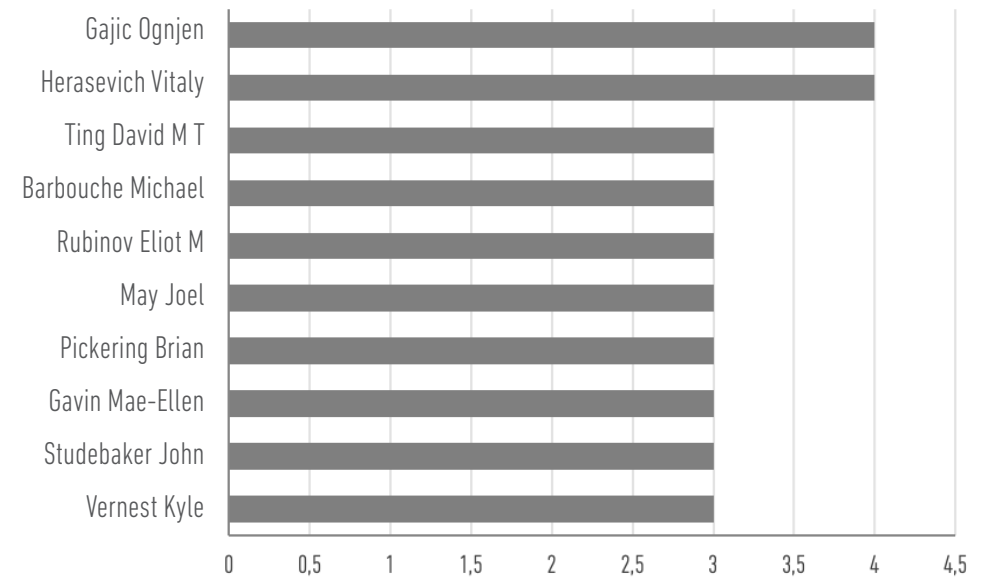


Fig 51. Inventores top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

Finalmente, tomando en cuenta la clasificación IPC R, los tipos de patentes que más se encontraron son para tecnologías que buscan o se asocian a: Tratamiento eléctrico digital de datos (G06F), Tecnologías de la información especialmente adaptadas para el manejo o procesamiento de datos médicos o sanitarios relacionados con datos específicos del paciente (G16H10/60) y Sistemas o métodos especialmente adaptados para sectores comerciales específicos, en este caso trabajo social (G06Q50/22).

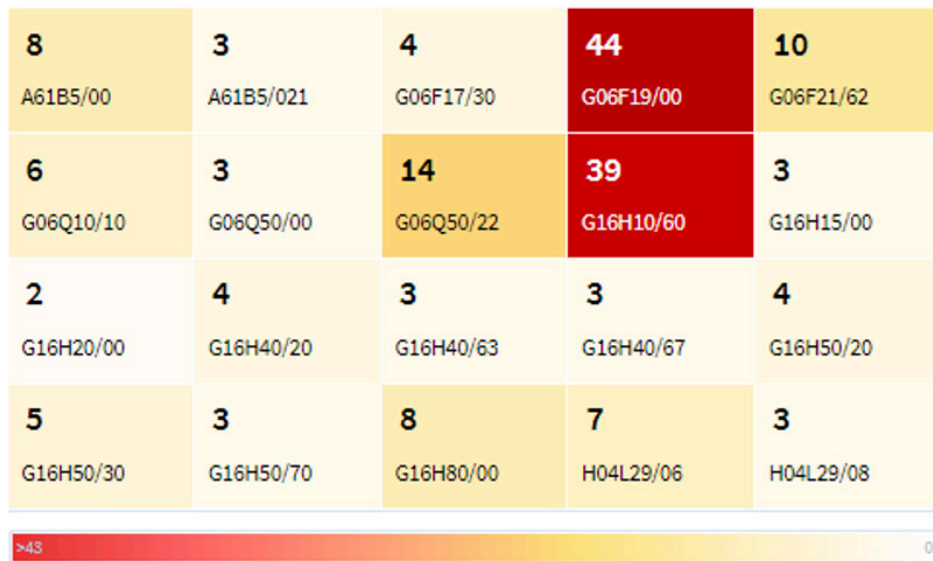


Fig 52. Clasificaciones IPCR top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)

4.2.4. Tendencias en Innovación

Gracias a información obtenida en la base de datos arrojado por Crunchbase, se logró obtener información valiosa para realizar diferentes análisis a partir de los siguientes filtros:

Palabras claves: patient data, medical record, clinical data

Industrias: Health Care

A partir de estos filtros, se logró obtener información donde se identifica un aumento en la creación de empresas relacionadas al manejo de los datos clínicos a través del tiempo. A continuación, se indica el top 10 de áreas de sectores con mayor actividad empresarial y de innovación, donde se encuentran: Cuidado de la salud, software, médico, tecnologías de la información, registro electrónico médico, hospital, analítica, ensayos clínicos, SaaS e inteligencia artificial.

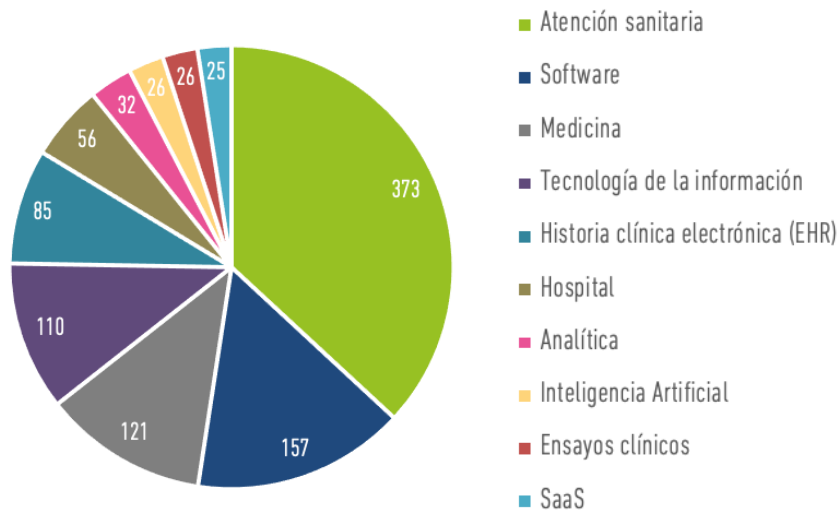


Fig 53. Top 10 de las industrias con mayor participación en las empresas.
Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Seguidamente, la dinámica de emprendimiento a través de los años muestra un comportamiento tardío, pero que al final del período, a pesar de varias caídas, se ha mantenido (tendencia). En los últimos años se ven los mayores crecimientos.

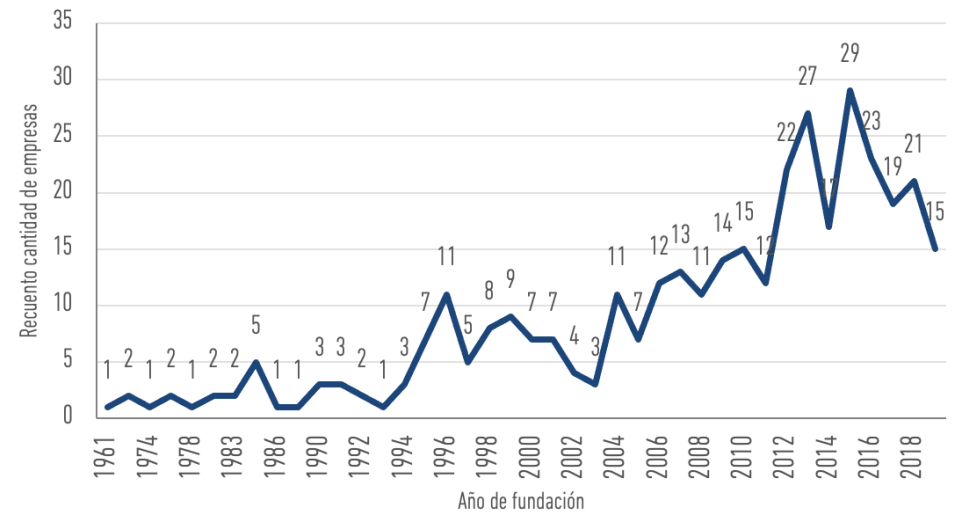


Fig 54. Cantidad de empresas fundadas entre 1960 a 2019.
Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Por otra parte, algunas de las empresas ubicadas en su etapa inicial que obtuvieron una última financiación de capital social (Equity Funding Amount) de alto valor en comparación con las otras son:

- Modernizing Medicine la cual creó el “Electronic Medical Assistant”, un sistema de registro médico electrónico basado en la nube y específico para especialidades.
- HealthMEDX Inc. la cual ofrece soluciones de software de rehabilitación, cuidados a largo plazo y atención domiciliaria, y ofrece también un conjunto de gestión de conocimiento llamado

- Decadoo, que es una compañía de Suiza que que proporciona soluciones digitales de estilo de vida móvil a través de aplicaciones móviles, además, esta plataforma está basada en datos clínicos de más 300 millones de personas-año, y su puntaje de salud en tiempo real patentado hace que la salud se pueda medir individualmente, lo que también favorece a los clientes empresariales, que pueden tener una forma efectiva de medir el impacto de programas de bienestar en la salud de las personas;
- Dedalus Grupo, es una empresa italiana de sistemas informáticos sanitarios.
- CareMEDX; y Nanthealth, que es una empresa de atención médica que ofrece una plataforma basada en evidencia para el diagnóstico de la salud.

La siguiente gráfica, indica los inversionistas que más han incursionado en diferentes startups:

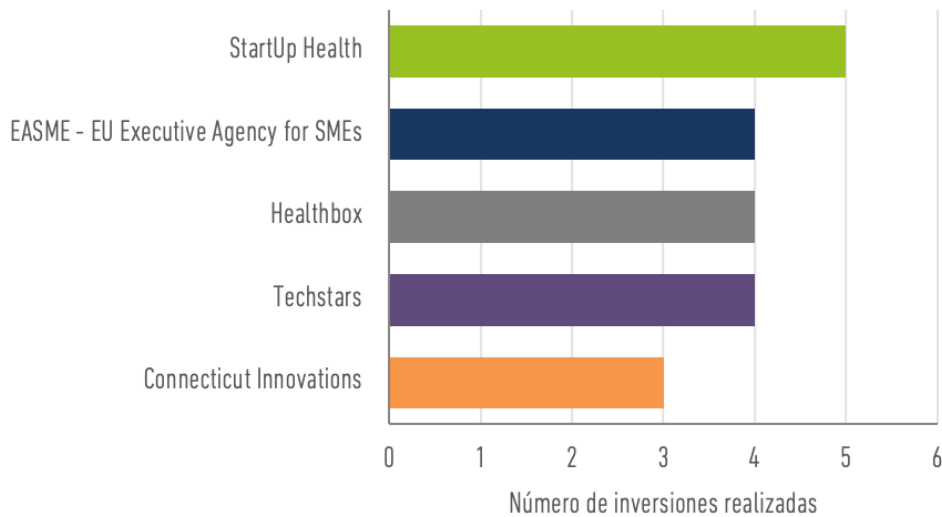
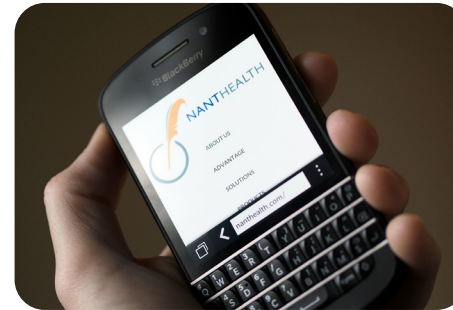


Fig 55. Clasificaciones IPCR top por conteo de documentos. Adaptado de Lens.org (2020)



StartUp Health, invierte en más de 340 empresas de salud innovadoras o que apenas están comenzando en todo el mundo (su cartera abarca 26 países) desde el 2011. También forma una comunidad y redes mundiales para apoyar los emprendimientos. Hasta la fecha, han recaudado colectivamente más de US \$1.9 mil millones y más del 40% de nuestras empresas en etapa inicial han recaudado con éxito rondas o más tarde (StartUp Health, 2020).

Seguidamente, la Agencia Ejecutiva para las Pequeñas y Medianas Empresas (EASME), creada por la Comisión Europea ha creado para gestionar en su nombre varios programas de la en los campos de apoyo e innovación a las PYME, medio ambiente, acción climática, energía y asuntos marítimos (Comisión Europea, s.f.). La última del top 5 es Connecticut Innovations, la cual es la principal fuente de financiamiento y apoyo continuo para las empresas de la ciudad que son innovadoras y en crecimiento. Ofrece principalmente inversiones de capital, conexiones y asesores de negocios (Connecticut Innovations, 2020).

Finalmente, tomando en cuenta un total de 402 empresas encontradas en crunchbase, en un rango de tiempo 1926 a 2019, los países más activos en términos de emprendimiento e innovación se encuentran ubicados en primer lugar en Estados Unidos con 267 empresas, luego se encuentra India con 15 empresas, Canadá con 10, Países Bajos y Reino Unido con 7 cada una. En los 4 países nombrados anteriormente, sus industrias top encuentran consistencia en los filtros proporcionados inicialmente, siendo los más importantes el sector Health Care. Es importante señalar que, aunque estas industrias son las principales mostradas por la base de datos de crunchbase, existe una gran variedad de empresas cuya finalidad se encuentra relacionada con varias industrias al mismo tiempo.

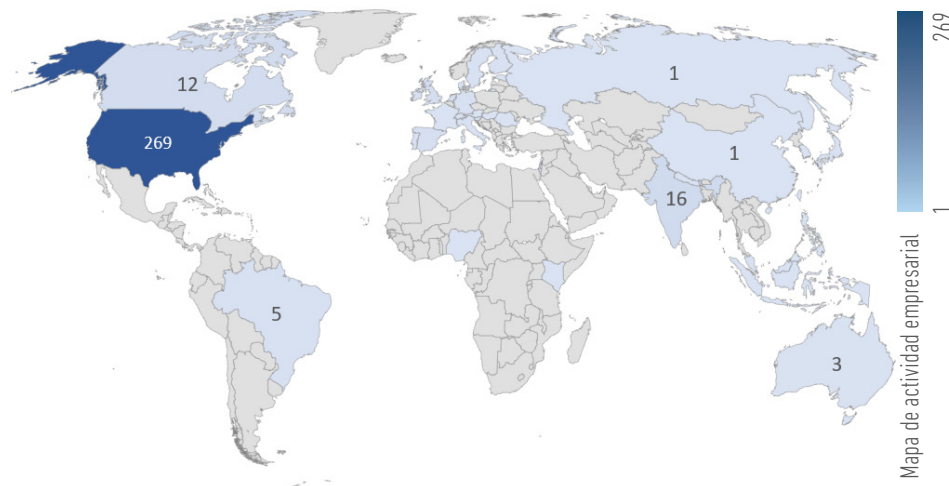


Fig 56. Mapa actividad Empresarial, Fuente: elaboración propia a partir de Crunchbase.

Aunque hasta el momento la plataforma de bases de datos de Crunchbase no cuenta con registros de empresas provenientes de Colombia, se logró obtener información de un país latinoamericano como Brasil. Este cuenta con una serie de empresas que dentro de su actividad incluye industrias como cuidado de la salud, software, y SaaS.

4.2.5. Tendencias en habilidades requeridas

Según KPMG (2018), la tecnología es importante, pero por sí sola no creará una función de gobierno de datos eficaz. Para cumplir con la habilitación, integración y mejoramiento continuo de componentes clave de la gobernanza de datos, los ejecutivos de las organizaciones deben adoptar un marco de capacidad que incorpore a personas, procesos y tecnología. En la siguiente gráfica se muestran estas áreas y las capacidades necesarias para cada una, en donde en el componente de personas, las habilidades se relacionan a los humanos en general y su papel en la organización, en el de procesos se relaciona a conocimientos y estándares, y la de tecnología a herramientas y posibilidades de uso.



Fig 57. Áreas de capacidad dentro de la gobernanza de datos. Adaptado de: KPMG (2018).

En general, las habilidades requeridas se asocian al manejo general de datos, y las bases de creación de bases de datos y sistemas de información. Según Enhacv (2020), el conjunto de habilidades fundamentales de gestión de datos es: Evaluación, procesamiento y validación de datos, análisis, seguridad de los datos, transferencia de datos, SQL, optimización del flujo de trabajo, sistemas de información y análisis de mercado.

Estas a su vez se relacionan con habilidades informáticas generales, como programación (Python por ejemplo), manejo de herramientas de Office y distintos enfoques.

Continuando con las carreras y trabajos que se asocian a la labor del manejo de los datos del sistema de salud, se pueden encontrar desde personas dedicadas a la estadística de datos en general, hasta personal de la salud con especializaciones en manejo de este tipo de datos. Algunas de estas carreras son:

■ **Analistas de datos sanitarios:** recopilan, administran y analizan información de atención médica, su trabajo se centra en las estadísticas, con el objetivo de identificar formas de reducir costos y mejorar los servicios. Algunas de las habilidades técnicas necesarias es el conocimiento de al menos un lenguaje de programación como (Noodle, 2020b):

- R
- Python
- SQL
- Java
- SAS

Algunos posibles programas para llegar a este puesto, son:

- Ciencias del Comportamiento
- Bioestadística
- Negocio
- Ciencias de la Computación
- Ciencias económicas
- Epidemiología
- Informática de la salud
- Matemáticas
- Ciencias Sociales
- Estadísticas

- **La gestión de información de salud (HIM):** es una especialización popular entre los analistas de salud. Con este título, lograran trabajar posteriormente en clínicas, hospitales, consultorios médicos y organizaciones de salud pública (Noodle, 2020b).
- **Científico de datos:** recopilan y organizan grandes cantidades de datos para resolver problemas de procesos y estrategias en los negocios y en otras empresas. Existen diferentes tipos de carreras ya que depende del enfoque que se desee (si le preocupan las historias que cuentan los datos, las herramientas para aprovechar los datos o la infraestructura que alberga los datos). Algunas de estas son (Noodle, 2020a):
 - Analista de negocios
 - Analista de datos
 - Ingeniero de datos
 - Estadístico
 - Generalista de ciencia de datos
 - Ingeniero de aprendizaje automático
 - Analista de marketing

The background is a photograph of a library bookshelf, heavily overlaid with a dark blue color. The text '05' is prominently displayed in a large, white, sans-serif font in the upper right quadrant. Below it, the word 'REFERENCIAS' is written in a smaller, white, sans-serif font. The book spines are visible, with some titles like 'HISTORIA DEL HOMBRE' and 'LENGUAJE' partially legible. A white geometric line is visible in the top left corner.

05

REFERENCIAS

5. REFERENCIAS

- Academia Peruana de Salud. (2014). Resumen comentado sobre el sistema de salud francés, el número uno del mundo. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/rev_academia/2014_n1/pdf/a10v21n1.pdf
- Agencia de Información de Salud. (2019). Health system performance: how does Victoria fare nationally and internationally? Recuperado de <https://bit.ly/30QT3HI>
- AHIMA. (s.f.a). Clinical Documentation Integrity Education & Training | AHIMA. Recuperado de: <https://www.ahima.org/education-events/education-by-topic/>
- AHIMA. (s.f.b). Leadership | AHIMA. Recuperado de: <https://www.ahima.org/who-we-are/about-us/>
- Alacris (s.f.). Who we are – Alacris Theranostics. Recuperado de: <http://www.alacris.de/who-we-are/>
- Allied Market Research. (2017). Precision Medicine Market Size, Share & Trends | Report Analysis -2023. Recuperado de: <https://bit.ly/3ts5zta>
- Amarasingham, R., Patzer, R. E., Huesch, M., Nguyen, N. Q., & Xie, B. (2014). Implementing electronic health care predictive analytics: Considerations and challenges. *Health Affairs*, 33(7), 1148–1154. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2014.0352>
- American Association for Precision Medicine (s.f.). About – AAPM. Recuperado de: <https://www.aapm.health/about/>
- American Cancer Society. (2020). California Cancer Statistics. Recuperado de <https://bit.ly/3cEiFNf>
- American Hospital of Paris. (s.f.a). A Center for Cancer Prevention, Screening and Early Diagnosis. Recuperado de <https://bit.ly/3eO2mjj>
- American Hospital of Paris. (s.f.b). Bienvenue à l'Hôpital Américain de Paris. Recuperado de <https://www.american-hospital.org/en/clinical-services/check-ups.html>
- Angle (s.f.). Mission - ANGLE PLC. Recuperado de: <https://angleplc.com/mission/>
- Argenomix (s.f.). Argenomics: Medicina genómica en Argentina. Recuperado de <http://argenomics.com/>
- Australian Genomics. (2020a). Cancer. Recuperado de <https://www.australiangenomics.org.au/our-research/disease-flagships/cancer-flagships/>
- Australian Genomics. (2020b). Rare Disease - Australian Genomics. Recuperado de <https://bit.ly/3s8Wh4U>
- BigMedilytics. (2020). Big Data Project | BigMedilytics | The largest initiative to transform healthcare sector. Recuperado de: <https://www.bigmedilytics.eu/big-data-project/>
- BridgeHead. (s.f.). Healthcare Data Management (HDM) – BridgeHead Software. Recuperado de: <https://bit.ly/2OGBXtm>
- Buenos Aires Ciudad. (2019). Lo que hay que saber sobre el servicio de salud de la Ciudad de Buenos Aires. Recuperado de <https://bit.ly/38Qd0T8>
- Buenos Aires Ciudad. (s.f.a.). Prevención en Salud. Recuperado de <https://www.buenosaires.gob.ar/salud/prevencionensalud>
- Buenos Aires Ciudad. (s.f.b). Salud | Buenos Aires Ciudad - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Recuperado de <https://www.buenosaires.gob.ar/salud>
- Built In SF. (2020). 21 San Francisco Bay Area Healthcare Companies You Should Know. Recuperado de <https://bit.ly/3bSAetQ>
- Cámara de Comercio Medellín. (s.f.). Cluster Medellín Health City. Recuperado de <https://bit.ly/3eWDk1A>
- Centro para la investigación en Big Data de salud. (s.f.). CDRH. Recuperado de: <https://cdrh.med.unsw.edu.au/about-us>
- Clarify. (s.f.). Health Systems, Physicians & ACOs. Recuperado de <https://clarifyhealth.com/customers/health-systems-physicians-acos/>
- Comisión Europea. (s.f.). EASME | Executive Agency for SMEs. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/easme/en>
- Comisión Europea. (s.f.). ESTRATEGIAS NACIONALES Y REGIONALES PARA LA ESPECIALIZACIÓN INTELIGENTE (RIS3). Recuperado de <https://bit.ly/3vCB3P2>
- Comunidad de Madrid. (2019a). Observatorio de resultados - Portal de Salud de la Comunidad de Madrid. Recuperado de <http://observatorioresultados.sanidadmadrid.org/EstadoPoblacion.aspx?ID=2>
- Comunidad de Madrid. (2019b). Observatorio de resultados del Servicios Madrileño de Salud. Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM020357.pdf>

- Comunidad de Madrid. (2019c). El IRYCIS participa en un proyecto para la medicina personalizada con financiación europea Recuperado de <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/tarjeta-sanitaria>
- Comunidad de Madrid. (2020). Una aplicación pionera para mejorar la salud y calidad de vida de pacientes con cáncer. Recuperado de <https://bit.ly/3vCm5ZF>
- Comunidad de Madrid. (s.f.). Tarjeta Sanitaria. Recuperado de <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/tarjeta-sanitaria>
- Connecticut Innovations. (2020). Who We Are | Connecticut Innovations Connecticut Innovations. Recuperado de: <https://bit.ly/3bUSzWW>
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2018). El CONICET y el Hospital Italiano lanzan MAGenTA: medicina de precisión para tratamientos contra el cáncer | CONICET. Recuperado de <https://bit.ly/3cLLwzn>
- Crunchbase. (2020). Crunchbase. Recuperado de: <https://www.crunchbase.com/home>
- Datosmacro. (s.f.). Francia: Economía y demografía 2020. Recuperado de <https://datosmacro.expansion.com/paises/francia>
- Defensoría Provincia de Buenos Aires. (2019). INFORME TÉCNICO CONDICIONES DE LA SALUD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES. Recuperado de <https://bit.ly/30RhRPx>
- Deloitte. (2017). The future awakens. Recuperado de: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/life-sciences-health-care/cz-lshc-predictions-2022.pdf>
- Deloitte. (2019). Digital health technology: Global case studies | Deloitte Insights. Recuperado de: <https://bit.ly/2OL35r0>
- Departamento de Medio Ambiente de San Francisco. (2011). San Francisco Local Public Health System Assessment. Recuperado de <http://www.cdc.gov/nphpsp/documents/local/Local.BookletA.pdf>
- Departamento de Salud del Gobierno de Australia. (2019). The Australian health system. Recuperado de <https://www.health.gov.au/about-us/the-australian-health-system>
- Departamento de Salud. (2019). \$65 million to unlock the potential of personalised medicine through genomics | Health Portfolio Ministers. Recuperado de <https://bit.ly/3bWV0s0>
- DGS. (2020). Organisation de la direction générale de la santé (DGS). Recuperado de <https://bit.ly/3vCPNhc>
- Dignity Health. (s.f.a). Cancer Care Center in San Francisco, CA. Recuperado de <https://www.dignityhealth.org/bayarea/locations/stmarys/services/cancer-care>
- Dignity Health. (s.f.b). Center for Advanced Gynecology and Minimally Invasive Surgery. Recuperado de <https://dignityhlth.org/3lrvUoh>
- Dignity Health. (s.f.c). Pain Management. Recuperado de <https://www.dignityhealth.org/bayarea/locations/saintfrancis/services/center-for-pain-management>
- Dignity Health. (s.f.d). Surgical & Robotic Surgical Services. Recuperado de <https://dignityhlth.org/3clZbqQ>
- Dzau, V., Ginsburg, G. S., Finkelman, E., Balatbat, C., Flott, K., & Prestt, J. (2016). PRECISION MEDICINE A GLOBAL ACTION PLAN FOR IMPACT. Recuperado de: <https://bit.ly/3lnQZQJ>
- Enhancv. (2020). Data Management Skills on Resume | Top Data Management Skills List. Recuperado de: <https://enhancv.com/resume-skills/data-management/>
- Finkel, A., Wright, A., Pineda, S., & Williamson, R. (2018). PRECISION MEDICINE. Recuperado de: <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/Precision-medicine-final.pdf>
- Fintech News. (2020). Top 4 ways to use blockchain for healthcare data management - Fintech News. Recuperado de: <https://bit.ly/3bZQLwd>
- Forward. (s.f.). San Francisco Bay Area. Recuperado de <https://goforward.com/san-francisco-bay-area-ca>
- Fundación Espriu. (2018). La medicina personalizada. Recuperado de https://www.fundacionespriu.coop/sites/default/files/revista/cv_112_cs.pdf
- Fundación Instituto Roche. (2019). MEDICINA PERSONALIZADA DE PRECISIÓN EN ESPAÑA: MAPA DE COMUNIDADES. Recuperado de: <https://bit.ly/3bV7Aln>
- Fundación Instituto Roche. (s.f.). La medicina personalizada de precisión, nuestra razón de ser. Recuperado de <https://www.institutoche.es/lafundacion/cartapresentacion>
- Gameiro, G. R., Sinkunas, V., Liguori, G. R., & Auler-Júnior, J. O. C. (2018, December 3). Precision Medicine: Changing the way we think about healthcare. Clinics (Sao Paulo, Brazil), Vol. 73, p. e723. <https://doi.org/10.6061/clinics/2017/e723>
- Genomics England (s.f.). About Genomics England | Genomics England. Recuperado de: <https://www.genomicsengland.co.uk/about-genomics-england/>
- Genomics4RD (s.f.). Genomics4RD - Canada's rare disease research platform. Recuperado de: <https://www.genomics4rd.ca/>

- Ginsburg, G. S., & Phillips, K. A. (2018). Health Aff (Millwood). 37(5), 694–701. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2017.1624>
- Global Market Insights. (2020). Precision Medicine Market Share Forecasts | Growth Outlook 2026. Recuperado de: <https://bit.ly/3eTdStZ>
- Gobierno de la ciudad de Buenos Aires. (2020). Buenos Aires Ciudad - Organigrama. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/areas/organigrama/min_salud.php
- Gobierno de Victoria. (2017). Victorian Population Health Survey 2017 - VHISS. Recuperado de <https://bit.ly/2Nxgqms>
- Gobierno del Estado de Victoria. (2018). Melbourne Biomedical Precinct FROM RESEARCH ENGINE TO ECONOMIC POWERHOUSE. Recuperado de <https://bit.ly/397q32T>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.a). Healthcare system in Victoria - Better Health Channel. Recuperado de <https://bit.ly/3rXMw9V>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.b). Integrated care. Recuperado de <https://www2.health.vic.gov.au/primary-and-community-health/integrated-care>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.c). Patient care - health.vic. Recuperado de <https://www2.health.vic.gov.au/hospitals-and-health-services/patient-care>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.d). Population screening - health.vic. Recuperado de <https://www2.health.vic.gov.au/public-health/population-screening>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.e.). Preventive health - health.vic. Recuperado de <https://www2.health.vic.gov.au/public-health/preventive-health>
- Gobierno del Estado de Victoria. (s.f.f.). Primary & community health - health.vic. Recuperado de <https://www2.health.vic.gov.au/primary-and-community-health>
- Grant, D., & Director, M. (2019). Precision Medicine Roundtable White Paper. Recuperado de: [https://www.mtpconnect.org.au/images/2019 Precision Medicine White Paper.pdf](https://www.mtpconnect.org.au/images/2019%20Precision%20Medicine%20White%20Paper.pdf)
- Gutjahr, T. S. (2018). Precision Medicine in non-Oncology therapeutic areas. Recuperado de: https://www.feam.eu/wp-content/uploads/Gutjahr_Round-table-PM_20180927.pdf
- Health and Human Resources. (s.f.). Department of Health and Human Services Victoria. Recuperado de <https://www.dhhs.vic.gov.au/our-organisation>
- Health IT Analytics. (2017). Top 10 Challenges of Big Data Analytics in Healthcare. Recuperado de: <https://bit.ly/3qVjO8m>
- HIMSS. (s.f.). Who we are | HIMSS. Recuperado de: <https://www.himss.org/who-we-are>
- Hospital Foch. (s.f.). L'Entrepôt de Données de Santé (EDS). Recuperado de: <https://www.hopital-foch.com/patients-familles/recherche/lentrepot-de-donnees-de-sante-eds/>
- <https://bit.ly/3d1wiWV>
- Hygea Precision Medicine. (s.f.). About us - Hygea Precision Medicine. Recuperado de <https://www.hygeamedicine.com/about/>
- IBioBA. (s.f.). Líneas de investigación – IBioBA. Recuperado de <http://ibioba-mpsp-conicet.gov.ar/index.php/es/lineas-de-investigacion/>
- IBM. (s.f.). Healthcare Data Analytics | Watson Health | IBM. Recuperado de: <https://www.ibm.com/nl-en/watson-health/learn/healthcare-data-analytics>
- ICPeMed. (2019). ICPeMed Conference “Personalised Medicine – From Vision to Practice.” Recuperado de <https://www.icpermed.eu/en/ICPerMed-Conference-2020.php>
- Institut Montaigne. (2018). French Healthcare System: Strong Assets, New Challenges. Recuperado de <https://bit.ly/3lr2S8v>
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2016). COUNTY PROFILE: San Francisco County, California. Recuperado de <https://bit.ly/3bZR4Hn>
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2020a). GBD Compare | IHME Viz Hub. Recuperado de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2020b). GBD Compare. Recuperado de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2020c). GBD Compare. Recuperado de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. (2020). Indicadores de estructura demográfica. Recuperado de <https://bit.ly/3s2Ddpi>
- Instituto SAS. (s.f.). Big data in health care | SAS. Recuperado de: https://www.sas.com/en_us/insights/articles/big-data/big-data-in-healthcare.html
- Institutos Nacionales de Salud. (2018). Precision Medicine Initiative (PMI) Working Group - NIH Advisory Committee to the Director. Recuperado de: <https://bit.ly/39aXmIj>
- Integrative Health. (s.f.). Medicina Holística | Terapia Holística. Recuperado de <https://medicinaintegrativayfuncional.com/>
- Kinghorn Cancer Center. (s.f.). Personalised medicine in Australia. Retrieved July 19, 2020, from <http://tkcc.org.au/about-tkcc/personalised-medicine-in-australia/>

- KPMG. (2018). Data governance: Driving value in healthcare. Recuperado de: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/06/data-governance-driving-value-in-health.PDF>
- Lasalvia, L., & Merges, R. (2019). EXPANDING PRECISION MEDICINE. In thejournalofprecisionmedicine.com Journal of Precision Medicine | (Vol. 5). Recuperado de: <https://bit.ly/3qXQyxD>
- Lens. (2020). The Lens - Free & Open Patent and Scholarly Search. Recuperado de: <https://www.lens.org/>
- Life Length. (2019). Los beneficios de la medicina personalizada y de precisión | Life Length BLOG. Recuperado de: <https://bit.ly/3f9oo0e>
- Livet. (2020). LIVET GENÉTICA, SERVICIO DE MEDICINA PERSONALIZADA EN MADRID. Recuperado de <https://bit.ly/3tyeFEC>
- Medellín Cómo Vamos. (2019a). INFORME DE CALIDAD DE VIDA DE MEDELLÍN, 2018. Recuperado de <https://bit.ly/3vzd9nM>
- Medellín Cómo Vamos. (2019b). INFORME Encuesta de Percepción Ciudadana Medellín, 2018. Recuperado de <https://bit.ly/3qUMzSx>
- Medical Xpress. (2018). Macron announces changes to France's health care system. Recuperado de <https://medicalxpress.com/news/2018-09-macron-france-health.html>
- Melbourne Biomedical Precinct. (s.f.). Digital health and clinical informatics. Recuperado de <https://bit.ly/3qVsNpS>
- Melbourne Functional Medicine. (2020). Our healthcare program. Recuperado de <https://melbournefunctionalmedicine.com.au/healthcare-program/>
- Ministerio de Asuntos Sociales y Salud. (s.f.). Missions du ministère des Solidarités et de la Santé. Recuperado de <https://bit.ly/38NPaxE>
- MSCBS. (2019). Principales datos del sistema nacional de salud. Recuperado de https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/portada/docs/DATOS_SNS_DESCARGAR.pdf
- MTPCONNECT. (2019). Precision Medicine Roundtable White Paper. Recuperado de [https://www.mtpconnect.org.au/images/2019 Precision Medicine White Paper.pdf](https://www.mtpconnect.org.au/images/2019%20Precision%20Medicine%20White%20Paper.pdf)
- Murdoch Children's Research Institute. (2018). Genomics and Personalised Medicine. Recuperado de <https://www.mcri.edu.au/research/priorities/genomics-and-personalised-medicine>
- National Human Genome Research Institute NIH (s.f.). Genomics and Medicine. Recuperado de: <https://bit.ly/3qVkc6O>
- NEJM Group. (2018). Healthcare Big Data and the Promise of Value-Based Care. Recuperado de: <https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.18.0290>
- New York University. (2018). The french health care system. Recuperado de [https://wagner.nyu.edu/files/faculty/publications/French.health.system.03.2018 %281%29.pdf](https://wagner.nyu.edu/files/faculty/publications/French.health.system.03.2018%20%281%29.pdf)
- Noodle. (2020a). The Pros and Cons of Becoming a Data Scientist | Noodle. Recuperado de: <https://www.noodle.com/articles/the-pros-and-cons-of-becoming-a-data-scientist>
- Noodle. (2020b). What Degrees Do You Need to Become a Healthcare Data Analyst? Recuperado de: <https://bit.ly/397qytN>
- OCDE. (2019). State of Health in the EU. Recuperado de https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/state/docs/2019_chp_es_spanish.pdf
- Oficina australiana de estadística. (2016). 2016 Census QuickStats: Victoria. Recuperado de <https://bit.ly/2Q5PpXY>
- Oficina de Planificación e Investigación. (s.f.). Precision Medicine Projects. Recuperado de <https://opr.ca.gov/ciapm/projects/>
- OPS. (2019). Indicadores básicos Argentina 2019. Recuperado de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51796/indicadores_basicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OPS. (s.f.). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de <https://www.paho.org/es/quienes-somos>
- Paris Convention and Visitors Bureau. (2018). Why is Paris the world capital for medicine ? Recuperado de <https://bit.ly/3ttlKX3>
- Paris Healthcare Group. (s.f.). Paris Health Clinic. Recuperado de <https://www.parishealthgroup.com/practices/paris-health-clinic>
- Pharmatech. (2017). Más cerca de las vacunas a medida. Recuperado de <https://www.pharmatech.es/noticias/20171219/mas-cerca-vacunas-a-medida#.XxNIWChKJIW>
- Precision for Medicine (s.f.). Our Passion | Precision for Medicine. Recuperado de: <https://www.precisionformedicine.com/about-us/our-passion/>
- Precision Medicine Alliance (s.f.a). MEMBERSHIP | Precision Medicine Alliance. Recuperado de: <https://precisionmedicinealliance.org/index.php/membership/>
- Precision Medicine Alliance (s.f.b). PRECISION MEDICINE SUPPLIERS | Precision Medicine Alliance. Recuperado de: <https://bit.ly/38NPINE>
- Precision medicine. (s.f). Precision medicine: Hu-PreciMED project. Recuperado de <https://bit.ly/3lr3fQr>

- Republique Francaise. (2019). Qu'est-ce qu'une agence régionale de santé. Recuperado de <https://www.ars.sante.fr/quest-ce-quune-agence-regionale-de-sante>
- Roche. (2020). Roche en Argentina. Recuperado de https://www.roche.com.ar/es/sobre_roche/Roche_Argentina.html
- Safer Care Victoria. (s.f.). About Safer Care Victoria. Recuperado de <https://www.bettersafecare.vic.gov.au/about-us/about-safer-care-victoria>
- San Francisco Health Plan. (2019). San Francisco Health Plan Receives 4-Star NCQA Medical Health Plan Rating. Recuperado de <https://prn.to/3rWj9F1>
- San Francisco Tobacco-Free. (2018). Chronic Disease Prevention Grants. Retrieved July 18, 2020, from <https://bit.ly/3s0bG7J>
- Scipedia. (2018). Hacia una medicina personalizada y sostenible. Recuperado de https://www.scipedia.com/public/Ramia_2018aSecretaría de Gobierno de Salud. (2019).
- Secretaría de Gobierno de Salud. (2019). ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD REPÚBLICA ARGENTINA. Recuperado de <https://bit.ly/3sljH7n>
- Secretaría de Gobierno de Salud. (2020). ¿Cuánto gasta Argentina en salud? Recuperado de <https://bit.ly/3rc5w3e>
- Secretaría de Salud de Medellín. (2020). ANEXO 2: PLAN TERRITORIAL DE SALUD DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN. Recuperado de <https://bit.ly/2NODSf5>
- Servicio Madrileño de Salud. (2018). MEMORIA 2018. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM020283.pdf>
- Sima Kulkarni, by S., & Czaban, J. N. (2018). The Challenges of Patenting Precision Medicine in the Era of Mayo and Myriad. Recuperado de: <https://bit.ly/3fb4rX1>
- Sociedad Argentina de Cardiología. (2017). El Sistema de Salud Argentino. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/06.pdf>
- Southgate Medical Centre. (2017). Personalised Medicine Australia. Recuperado de <https://southgatemedical.com.au/personalised-medicine-australia/>
- Startup Health. (2020). Getting Started — StartUp Health. Recuperado de: <https://www.startuphealth.com/getting-started>
- Statista. (2019). Ingresos per cápita de las ciudades más pobladas de Estados Unidos 2017. Recuperado de <https://bit.ly/3rljXls>
- Sutter Health. (2018). Tracking Health Data: the Key to Unlocking Prevention of Chronic Disease | Newsroom | Sutter Health. Recuperado de <https://bit.ly/3cjrAo8>
- The Australasian Institute of Digital Health (AIDH). (s.f.). Health Data Analytics 2019 Melbourne Digital Health - About. Recuperado de: <https://digitalhealth.org.au/hda/about-aidh/>
- The Healthcare Data and Analytics Association HDAA. (2018). Home. Recuperado de: <https://www.hdwa.org/>
- The Precision Medicine Advisory Committee. (2018). Precision Medicine: An Action Plan for California. Recuperado de: <https://bit.ly/2NNQDX7>
- UK Pharmacogenetics and Stratified Medicine Network. (2018). Precision medicine: Hu-PreciMED project. Recuperado de <https://bit.ly/3f82Q47>
- Universidad Autónoma de Madrid. (2020). Hacia una medicina personalizada del cáncer. Recuperado de <https://bit.ly/3cKOAvg>
- Universidad de Antioquia. (2019). Con LIME, UdeA es pionera en medicina personalizada. Recuperado de <https://bit.ly/3bSsF6n>
- Universidad de Buenos Aires. (s.f.). Laboratorio de Farmacocinética Farmacogenómica y Medicina Personalizada | Facultad de Medicina UBA. Recuperado de <https://www.fmed.uba.ar/farmacovigia/laboratorio-farmacocinetica>
- Universidad de California San Francisco. (s.f.). Research Overview. Recuperado de <https://www.ucsf.edu/research>
- Universidad Nacional de Colombia. (2019). Laboratorio Genómico One Health. Recuperado de <https://bit.ly/2OIIcmH>
- VAHI. (s.f.). About VAHI | Better Safer Care. Recuperado de <https://www.bettersafecare.vic.gov.au/about-us/about-vahi>
- Venture Radar (s.f.). Top Precision Medicine companies | VentureRadar. Recuperado de: [https://www.ventureradar.com/keyword/Precision Medicine](https://www.ventureradar.com/keyword/Precision%20Medicine)
- WEF. (2020). Precision Medicine Vision Statement A Product of the World Economic Forum Global Precision Medicine Council. Recuperado de: <https://bit.ly/2P2GVjM>
- WIPO. (s.f.). International Patent Classification (IPC). Recuperado de: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>
- World Innovation Summit For Health WISH. (2018). What is WISH? - World Innovation Summit for Health - WISH. Recuperado de: <https://bit.ly/2Ns3PAX>

OBSEVATORIO CT+i

ÁREA DE OPORTUNIDAD: SALUD

OPERA:
rutaⁿ
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

