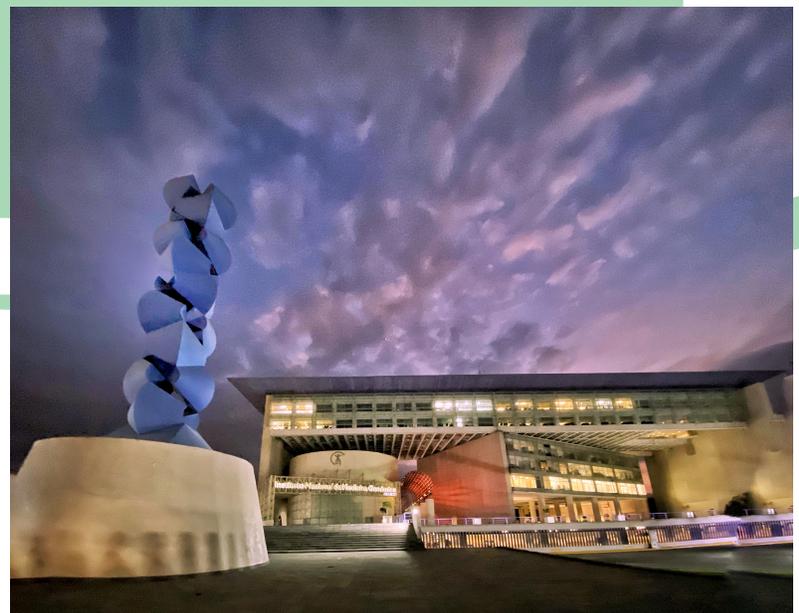


Abril, 2023

**Programa de trabajo  
2023-2028  
para la  
Dirección General  
del Instituto  
Nacional de Medicina  
Genómica.**



---

---

## ÍNDICE

---

---

<b>PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA</b> .....	<b>2</b>
<b>LOS PROBLEMAS DE SALUD PÚBLICA EN MÉXICO</b> .....	<b>5</b>
<b>EL ENTORNO DE LA MEDICINA GENÓMICA EN MÉXICO</b> .....	<b>12</b>
MEDICINA GENÓMICA EN EL MUNDO .....	15
BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDICINA GENÓMICA EN MÉXICO .....	19
SITUACIÓN DEL INMEGEN .....	22
<b>ESTRATEGIA OPERATIVA PARA EL INMEGEN</b> .....	<b>28</b>
PLAN DE TRABAJO .....	29
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>

# PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

---

El Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) aporta un modelo único y dinámico para el desarrollo de la medicina en México, que permite transitar desde la atención de individuos enfermos, pasando por la mejor comprensión de los mecanismos que explican las diferentes enfermedades, hasta el desarrollo tecnológico que permitirá el uso futuro de la terapia génica y de la medicina regenerativa. En el ámbito clínico ya existen múltiples opciones genómicas para mejorar la capacidad diagnóstica o pronóstica de diferentes enfermedades y en la vida cotidiana ya se ofrecen servicios que informan a individuos y familias de riesgos genéticos para la salud y de datos de ancestría, que permiten recrear sus orígenes étnicos. Esta información, junto con el conocimiento de los efectos genéticos de factores ambientales como la dieta, conocido como epigenética, el papel de la microbiota en la modulación de nuestra fisiología y la edición de genes, conformarán pronto de forma definitiva el concepto de la medicina personalizada y de precisión, momento para el que el INMEGEN tendrá la madurez necesaria para seguir desarrollando y colaborando a trasladar estos avances a nuestro país.

El desarrollo de la Medicina Genómica en México no puede desprenderse de la realidad de un sistema de salud que busca ofrecer servicios de salud esenciales y de calidad para la población y que enfrenta desafíos nuevos y rezagos históricos, ambos caracterizados por asimetrías en los efectos que las enfermedades más comunes tienen en la salud y bienestar de los sectores más pobres y

desprotegidos de nuestro país. La pandemia de la COVID-19, además de sus efectos directos en la población, trajo de regreso condiciones carenciales que se suman a los efectos ya vigentes de las enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad y la diabetes, que comprometen a sectores amplios de población y en especial, a grupos vulnerables como las mujeres embarazadas, los niños y los adultos mayores.

La atención de la salud de la población requiere de una visión moderna y cada vez más eficiente y justa, en la que el trabajo que realiza el sector en sus diferentes niveles de atención se actualice de manera continua, se adecúe y resulte en beneficio creciente, así como de aplicación universal. Dos de los muchos y complejos componentes que alimentan un proceso de esta naturaleza son la producción de conocimiento científico multidisciplinario pertinente y el desarrollo tecnológico aplicado a la salud. El INMEGEN es el único sitio en nuestro país en el que se reúne infraestructura y una masa crítica de expertos en genómica humana, que tienen un enfoque traslacional de la investigación en salud, que lo hace óptimo para aportar al desarrollo del sistema de salud de México y colaborar al derecho a la salud de toda la población.

Este documento describe rutas de oportunidad para el desarrollo del INMEGEN en el contexto del trabajo sustantivo del sistema de salud de México y establece mecanismos para colaborar en la solución de los problemas de salud relevantes para nuestra sociedad.

El programa de trabajo para el INMEGEN está compuesto de tres secciones, primero identifica los temas relevantes de salud en México a los que la institución debe aportar, después caracteriza los principales factores internos y externos que condicionan su capacidad

de trabajo presente y futura y al final describe la estrategia operativa que propongo seguir para cumplir y solucionar los contenidos planteados de las primeras dos secciones.

# LOS PROBLEMAS DE SALUD PÚBLICA EN MÉXICO

---

Nuestro país ha experimentado durante las últimas décadas un cambio profundo en el tipo de enfermedades que aquejan a su población, con aumento acelerado de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), dentro de las que las patologías metabólicas como la obesidad y la diabetes, las cardiovasculares como la hipertensión y los cánceres son las contribuyentes principales a la morbilidad y mortalidad general en la actualidad<sup>1,2</sup>, si se excluyen las muertes asociadas a la violencia o accidentes.

Las ECNT tienen un perfil de evolución clínica equivalente, ya que su historia natural se desarrolla a lo largo de años o décadas, de donde deriva su connotación de crónicas<sup>3</sup>; es en esta ventana, en la que deben concentrarse todos los esfuerzos preventivos. El sobrepeso y la obesidad, que afectan a más del 70% de la población adulta en México<sup>4</sup>, son factores de riesgo que se encuentran vinculados con todas las ECNT y se reconocen como causa directa de las patologías metabólicas como el síndrome metabólico, la diabetes tipo 2, la diabetes gestacional y la aterosclerosis por lo que, la obesidad constituye el problema de salud pública más relevante a nivel global<sup>5,6</sup>.

**“..las enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad y la diabetes, son las contribuyentes principales a la morbilidad y mortalidad general en México.”**

Las ECNT también tienen en común que cuando las manifestaciones clínicas se agravan y los daños a la salud aparecen, sus consecuencias son irreversibles, afectan la calidad de vida, requieren de atención médica especializada y son por consecuencia, de costo económico y social muy alto<sup>7</sup>. Una característica adicional de las ECNT es que, pese a los esfuerzos globales, su prevalencia ha aumentado de forma constante y nuestro país tiene el penoso honor de compartir las peores estadísticas mundiales en obesidad en adultos y niños, prevalencia de diabetes y en varios otros de estos problemas de salud<sup>3,8</sup>. La frecuencia de presentación de las ECNT y la gravedad de sus complicaciones han impulsado a que los sistemas de salud a nivel global refuercen sus estrategias para que la base de la pirámide de la atención de la salud se oriente a desarrollar medidas preventivas aplicables en el nivel de atención primaria de la salud y

**“...las ECNT son el resultado de la interacción entre la exposición a diferentes factores nocivos contenidos en el medio ambiente y la arquitectura genética y epigenética de los individuos.”**

al mismo tiempo, contar con un sistema de salud especializado sólido que permita el tratamiento de las enfermedades crónicas y sus complicaciones con las medidas más eficientes.

Ahora sabemos que el origen, la gravedad de las manifestaciones y las complicaciones más comunes de las ECNT son el resultado de la interacción entre la exposición a diferentes factores nocivos contenidos en el medio ambiente y la arquitectura genética y epigenética de los individuos<sup>9</sup>. Una de las contribuciones más tempranas de la Medicina Genómica es la construcción creciente del cuerpo de

conocimiento que permite identificar la susceptibilidad genética para desarrollar diferentes enfermedades, así como sus complicaciones. Las ECNT son aún un reto en este sentido, ya que por un lado tienen un perfil poligénico del que no se conocen todos sus detalles y, además las características genéticas y epigenéticas, así como los factores ambientales tienen peculiaridades propias de cada sector de población y/o región, que obliga a que los esfuerzos para su caracterización incluyan elementos propios de cada país o región geográfica.

Todos los conceptos previos no son de ninguna manera novedosos, ya que la importancia de estos problemas de salud es global y se han descrito con diferentes tonos de alarma en documentos nacionales e internacionales desde la década de 1990<sup>10,11</sup>, sin embargo, existen varias condiciones asociadas que son de vigencia e importancia creciente para nuestro país. La más relevante de ellas es el efecto asimétrico que las ECNT tienen en el estado de salud de diferentes grupos y estratos de la población nacional, ya que existe mayor prevalencia de estas patologías, así como mayor número de complicaciones y comorbilidades en los sectores de población con mayor pobreza, que no solo tiene menos recursos económicos, sino inequidad multidimensional<sup>4,12</sup>. No hay duda de que nuestro país está viviendo una versión nueva de lo que Celis y Nava llamaron en 1970 la “patología de la pobreza”<sup>13</sup>, ya que seguimos teniendo las mismas enfermedades de esa época, como tuberculosis y cirrosis hepática, pero éstas han sido desplazadas en número y gravedad por las ECNT,

**“..nuestro país  
está viviendo una  
versión nueva de  
lo que Celis y  
Nava llamaron en  
1970 la “patología  
de la pobreza”.**

que al mismo tiempo han aumentado sus efectos en los sujetos más pobres y en algunos sectores específicos de nuestra población, como sucede en otros países<sup>12</sup>. Un ejemplo de la asimetría es la presencia de sobrepeso y obesidad en la población adulta de México, que afecta de forma desproporcionada a las mujeres y con ello, las complicaciones asociadas a la obesidad como las enfermedades metabólicas y cardiovasculares afectan cada vez más al sexo femenino, lo que introduce otra injusticia social emergente.

**“Un ejemplo de la asimetría es que ... las enfermedades metabólicas y cardiovasculares afectan cada vez más al sexo femenino, lo que introduce otra injusticia social.”**

Según el INEGI más del 35% de la población, que incluye a un núcleo importante afectado por ECNT no tiene acceso a los servicios médicos privados, ni tampoco es beneficiaria de los sistemas de seguridad social como el IMSS o el ISSSTE<sup>14</sup> y el cuidado de su salud recae en los sistemas estatales de salud. Estas entidades de los gobiernos de los estados son de organización y capacidades muy heterogéneas a lo largo del país, pero

comparten antecedentes de pocos recursos especializados y bajo equipamiento tecnológico. Esta condición, sumado a la complejidad de la etiología de las ECNT, hace difícil establecer políticas públicas de prevención y contención del daño a la salud derivado de esas enfermedades, pero también introduce factores que se manifiestan como una brecha de conocimiento científico de los determinantes de la salud y enfermedad de los sectores más desprotegidos y que incluyen a poblaciones urbanas marginadas, poblaciones rurales, comunidades indígenas y migrantes. Sabemos que la mayor parte de la investigación científica en salud está concentrada en las

instituciones de tercer nivel y en centros de educación superior o universidades públicas, todos ellos localizados en los centros de población más importantes de México, que han aportado información valiosa de su población de influencia, pero no han tenido el mismo acceso a las poblaciones que conforman al menos al 35% de la población nacional.

La pandemia de COVID-19 introdujo varios factores que aumentaron la presión sobre los sectores más desprotegidos de nuestra sociedad, para los que la desaceleración de las actividades económicas y el confinamiento social redujo de manera inmediata y drástica los ingresos familiares<sup>15</sup>, que tuvieron impacto, entre otras cosas, en la compra de alimentos, con deterioro de la calidad de la dieta y el desarrollo de patologías carenciales múltiples. Estos efectos fueron



documentados en mujeres embarazadas y niños de la Ciudad de México, en los que se encontró ganancia de peso inadecuada durante el embarazo en hasta el 45% de las mujeres, incremento de 300% en la prevalencia de diabetes gestacional

y aumento de desnutrición infantil a cifras que no habíamos visto en décadas en nuestro país<sup>16</sup>. Este impacto en la salud era esperado, ya que organismos como el World Food Program<sup>17</sup>, el Fondo Monetario

Internacional<sup>18</sup> y la CEPAL<sup>19</sup> ya habían calculado el impacto en la calidad de la alimentación de la pandemia y en forma reciente, la UNICEF liberó un reporte sumamente preocupante acerca de la prevalencia de desnutrición infantil<sup>20</sup>, que contiene cifras muy equivalentes a las que documentamos en México<sup>21</sup>. Desde hace mucho tiempo sabemos que la dieta inadecuada condiciona durante los primeros 1000 días de vida, una serie de complicaciones a la fisiología y a la salud que resultan durante la vida adulta, en el desarrollo de ECNT<sup>22,23</sup>.

El papel que instituciones como el INMEGEN tienen para colaborar a paliar esta serie de problemas palidecen ante la complejidad del esfuerzo que tenemos por delante, por lo que sería inocente proponer soluciones simples o rápidas cuando requerimos como país de programas intersectoriales complejos, que atiendan la profunda y compleja condición actual de la salud de todos los mexicanos. Sin embargo, el INMEGEN tiene recursos humanos y tecnológicos únicos, de altísimo valor social, que pueden aportar de forma significativa a mejorar la calidad de la atención de nuestra población, lo cual solo será posible si se establece comunicación directa con las instituciones de salud, de la forma como se describe en la sección del plan operativo de este programa de trabajo.

Toda esta sección describe de forma general el espectro de acciones a las que se debe orientar el trabajo sustantivo del INMEGEN y que, por un lado, debe ofrecer apoyo para resolver los problemas de salud pública más apremiantes y mantener el desarrollo de frontera en medicina genómica y biomedicina para por un lado, aumentar el conocimiento, colaborar a desarrollar recursos tecnológicos para el diagnóstico, estratificación y manejo clínico de las patologías de

nuestra población y además debe ser la institución encargada del desarrollo y aplicación de la medicina genómica del futuro en México. Ambos objetivos son compatibles de ser desarrollados de forma simultánea.

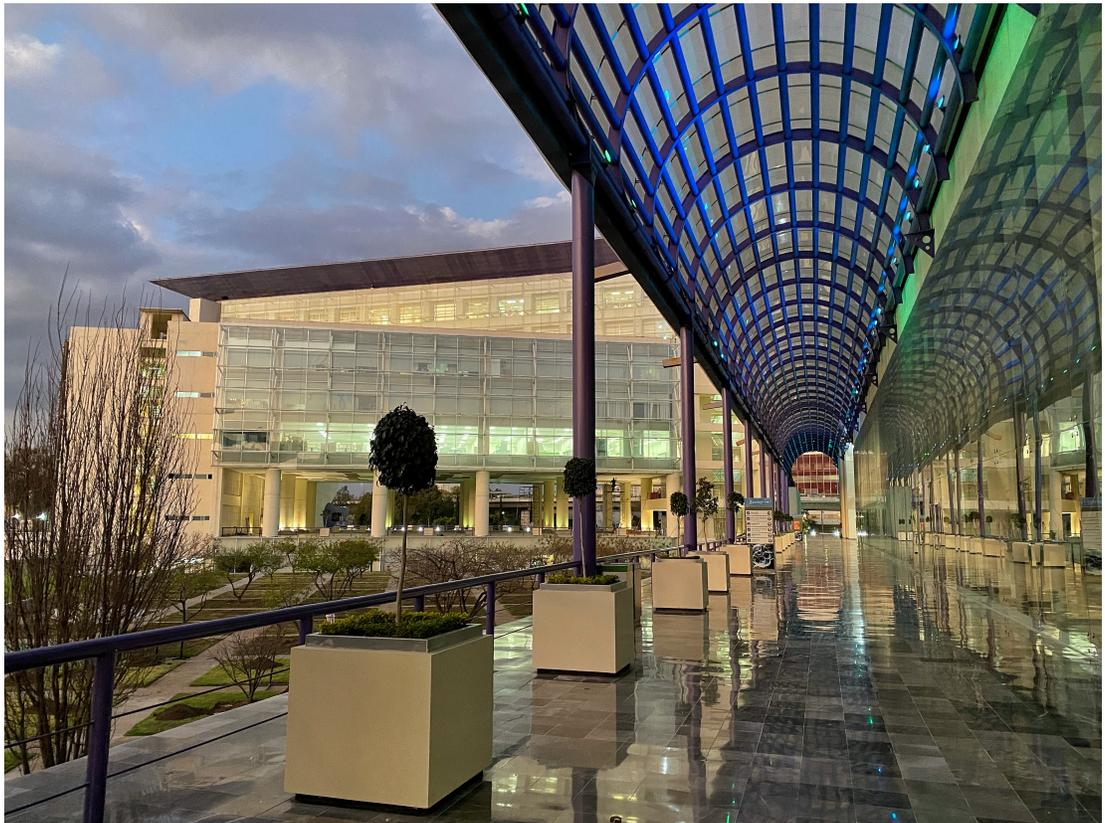
# EL ENTORNO DE LA MEDICINA GENÓMICA EN MÉXICO

---

La genómica es la disciplina científica de mayor crecimiento en el mundo durante las últimas décadas y ha generado un paradigma biológico nuevo que tiene aplicación directa a la medicina humana. Al entusiasmo mundial que acompañó la secuenciación de la primera versión del genoma humano en la década de los 80, siguió una explosión biotecnológica y una promesa inmediata de desarrollar soluciones aplicables a los problemas de salud, que catalizaron la aparición de la Medicina Genómica. Nuestro país se unió a este enfoque global con la creación del INMEGEN, por decreto presidencial, el 19 de julio de 2004 y este año cumplirá 19 años de actividad, aunque su planta física definitiva fue abierta en el 2012. La Medicina Genómica es un componente en la atención de la salud y su desarrollo debe estar condicionado por un lado por su capacidad de acercar el conocimiento y la tecnología que mejor aporte a la solución de los problemas de salud pública, en las instituciones que atienden al grueso de la población y al mismo tiempo tiene la capacidad y obligación de desarrollar conocimiento de frontera en medicina genómica que permita la introducción futura en nuestro país de la medicina regenerativa, la terapia génica, el diagnóstico prenatal, la medicina

**“La medicina genómica debe aportar a la solución de los problemas de salud pública y al mismo tiempo introducir la medicina regenerativa, la terapia génica, etc.”**

y nutrición personalizada, el diagnóstico molecular de las infecciones y nuevas capacidades para enfoques preventivos, predictivos y personalizados de la salud. Una visión de la medicina genómica como ésta ya existe y tiene su mejor ejemplo en como diferentes especialidades médicas se han beneficiado con conocimiento y desarrollos tecnológicos que ya son de uso práctico en la atención clínica cotidiana<sup>24</sup>. En este sentido, el INMEGEN no solo tiene capacidad de expandir el uso de pruebas genómicas existentes, sino que ha venido generando información científica y desarrollos tecnológicos que ya son de aplicación directa para el entorno nacional pues ofrece una cartera de pruebas de diagnóstico de enfermedades



raras, ha puesto en operación el uso de diversas aplicaciones de farmacogenómica y ha aumentado de manera paulatina la disponibilidad de herramientas moleculares para el diagnóstico, la estratificación clínica y el tratamiento de los cánceres más comunes.

El futuro de la medicina genómica es tan amplio como es el conocimiento encerrado en los 3 mil millones de pares de bases del genoma humano, que además cuenta con el desarrollo acelerado de la tecnología genómica, que entre otros avances ha disminuido el costo de los equipos y métodos genómicos de mayor poder, tales como la secuenciación masiva. El desarrollo inmediato de la medicina genómica solo está limitado por los acuerdos universales de las normas éticas que regirán el futuro de la investigación y de su desarrollo, que deberá ir acompañado de normatividad y regulación de metodologías como la edición genética. Ha dejado de ser fantasía la posibilidad de incursionar en la medicina regenerativa o en la

terapia génica



La Medicina Genómica es por definición una disciplina científica traslacional, que aprovecha e integra el cúmulo de conocimiento de los

niveles de organización molecular de los seres humanos para entender e intervenir en sus patologías. Su paradigma se construye con un enfoque de ciencias de la complejidad, que se alimenta de datos biológicos masivos y que requieren de herramientas informáticas sofisticadas.

El reto más grande del INMEGEN es su integración con el sistema de salud pública para proveer conocimiento y desarrollos tecnológicos aplicables a la salud individual y colectiva. La Medicina Genómica

como especialidad médica y el INMEGEN en el entorno de México, se enfrentan a diferentes retos para su integración al sistema de salud y para modelar su desarrollo potencial, por lo que considero útil describir de forma rápida el estado de desarrollo que sigue la medicina genómica en otros países y usar sus estrategias como marco de referencia para lo que podemos esperar del INMEGEN en el mediano y largo plazo.

## MEDICINA GENÓMICA EN EL MUNDO

---

Ya hay una lista grande de gobiernos que han incorporado con distintos énfasis en sus sistemas de salud el uso de la Medicina Genómica y en una vista general, el Reino Unido tiene el sistema más avanzado en este sentido. La mayor parte de los países, como los USA<sup>25</sup>, Francia<sup>26</sup>, Australia<sup>27</sup>, Estonia, Eslovenia, Países Bajos<sup>28</sup> y Alemania, han seguido un modelo de desarrollo en el que es posible distinguir la estrategia general: 1. Cuentan con una entidad gubernamental que se hace responsable de coordinar todos los esfuerzos en materia de desarrollo de la medicina genómica. 2. Las entidades responsables coordinan la actividad de grupos clínicos, de investigación, de análisis y bancos de información genómica, de educación a la comunidad y del desarrollo del marco legal y ético para la medicina genómica. Casi todos los países que cuentan ya con este enfoque enuncian el objetivo de incorporar los diagnósticos genómicos a los sistemas de información como el expediente clínico electrónico o para la generación de datos que faciliten la toma de decisiones clínicas.

El sistema de salud del Reino Unido, denominado *National Health Service* o NHS, ya ha integrado a la medicina genómica en su sistema

de salud pública y marca como sus metas institucionales el desarrollo de mejores tratamientos y métodos diagnósticos, el desarrollo de fármacos nuevos y la expansión de la industria biotecnológica. Tiene

**“El sistema de salud del Reino Unido es el primero en integrar a la medicina genómica en su sistema de salud pública”**

dos brazos operativos, uno denominado *NHS Genomic Medicine Service* y un instituto denominado *Genomics England*. El primero consiste en una serie de centros clínicos distribuidos en diferentes partes del país, en los que se recluta a los usuarios potenciales, se toman las muestras biológicas y se captura la información clínica en un expediente electrónico sistematizado; además en estos lugares se ofrece asesoría y consejería genética. Cuentan con una segunda red de centros que conforman una red bioinformática,

que ofrece almacenamiento de la información genómica y clínica, la interpretación y uso de la información generada, que pone a disposición de sus centros clínicos para ser utilizada para el beneficio de pacientes y de sus familias, así como de utilidad para los diferentes proyectos de investigación que se realizan en diferentes centros de salud y para el desarrollo de las compañías biotecnológicas. Su presupuesto anual es de 1 billón de libras esterlinas (22.6 mil millones de pesos) y ofrece más de 10,000 empleos directos.

*Genomics England* identifica varios proyectos estratégicos principales, que son completamente equivalentes a los que describen los sitios de internet de otros países que cuentan con programas gubernamentales en medicina genómica y que reflejan las áreas más desarrolladas de esta especialidad médica. El proyecto principal se denomina Cancer 2.0 y ya alcanzó la meta de cubrir todos los diagnósticos de más de 300,000 pacientes adultos e infantiles por año que tienen un diagnóstico de cáncer en UK, con el uso de secuenciación masiva del material genético del tumor, que también provee de información al oncólogo para ajustar el tratamiento específico para cada paciente, lo que asegura mejores resultados al tratamiento. Toda la información genómica está integrada al



expediente clínico y a los bancos de información para investigación y desarrollo tecnológico, que conforman parte de las políticas de salud del gobierno inglés. Parece interesante en especial el modelo de desarrollo de la industria biotecnológica, que estimula el desarrollo de esta actividad económica con inversiones privadas abiertas, que

evitan el monopolio en esta industria. Este abordaje del problema médico es la contribución más relevante de la genómica a la medicina, que se basa en el uso de características de cada individuo y de su enfermedad, que también se denomina medicina personalizada y de precisión.

Los demás proyectos estratégicos están orientados al diagnóstico de las enfermedades raras, al desarrollo de la farmacogenómica, identificación clínica de microorganismos patógenos y al estudio de las enfermedades poligénicas como la diabetes. Además, se desarrolla un proyecto masivo de caracterización de la diversidad genómica de la población mediante la secuenciación del genoma completo, que completó la primera fase de 100,000 genomas secuenciados en el año 2018 y que tiene por objetivo entender que cada sujeto humano exhibe peculiaridades en su genoma que explican su individualidad y qué al mismo tiempo, comparte otras características genéticas que lo vinculan con su población de origen y, además, otras que son comunes para nuestra especie. Para la salud pública o colectiva, el conocimiento genómico puede ofrecer nuevas maneras de diferenciar grupos y subgrupos dentro de las poblaciones que puede resultar en la estratificación y tamizaje de individuos con diferente carga de riesgo para enfermedades específicas o el diseño de intervenciones preventivas enfocadas a determinados grupos poblacionales.

Por su relevancia, es necesario mencionar dos áreas de la medicina genómica que han seguido un crecimiento exponencial en la última década, una es el estudio de los microorganismos que conforman la microbiota normal y patológica y la otra, el entendimiento de los cambios que ocurren en la expresión del genoma en respuesta a la

exposición a factores presentes en el medio ambiente, conocida como epigenética. Estas subdisciplinas se encuentran en desarrollo y muy pronto deberemos desarrollar áreas de aplicación nuevas.

## BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDICINA GENÓMICA EN MÉXICO

---

En términos generales, la Medicina Genómica tiene un desarrollo y aceptación muy incipiente en nuestro país, se desconoce su potencial de uso tanto dentro de los profesionales de la medicina, como con el público en general y tampoco se ha generado el compromiso político con las autoridades sanitarias para contar con el plan de desarrollo de esta especialidad en México. Por otro lado, el marco legislativo existente y que atañe al ejercicio de la Medicina Genómica es muy general y se requiere el desarrollo más específico de normas legislativas, regulatorias y éticas pertinentes para el área. Este último planteamiento parece relevante ante la presión creciente del uso comercial de diferentes pruebas genómicas sin la vigilancia sanitaria correspondiente y que pueden conducir al uso indiscriminado y poco ético de algunas de estas pruebas. El INMEGEN tiene la capacidad de funcionar como tercero autorizado para la evaluación de reactivos y kits genómicos para uso humano, aportar un marco de referencia de control de calidad de su uso y además proveer insumos para la revisión del uso ético de las tecnologías genómicas, así como la protección de los derechos individuales derivados del uso de la información genética individual o familiar.

A continuación, presento una revisión no sistemática de componentes que se deben tomar cuenta para la integración de la medicina genómica en México, con el objetivo de ilustrar la

complejidad que encierra un objetivo como éste. He tomado y modificado una tabla del documento preliminar de Cobo Armijo y Vadillo-Ortega<sup>29</sup>, para enunciar las barreras identificadas para el desarrollo de la Medicina Genómica que fueron mencionadas en un foro público realizado por la Fundación Mexicana para la Salud en 2019 (Tabla 1). No es mi propósito analizar de forma exhaustiva en este documento cada una de estas barreras y me limito a usar la información en forma enunciativa. Todos estos aspectos serán recogidos, analizados y sistematizados en el “Plan de desarrollo de la Medicina Genómica en México”, que se menciona en la siguiente sección.

<b>Tabla 1. BARRERAS PARA EL DESARROLLO DE LA MEDICINA GENÓMICA EN MÉXICO.</b>	
<b>Validación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay estándares de calidad para las pruebas diagnósticas que se usan en México.</li> <li>• No existe base de datos genómicos de mexicanos que permita la comparación y validación de los diagnósticos genómicos.</li> </ul>
<b>Insumos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe plan de gastos gubernamental para el desarrollo de la medicina genómica.</li> <li>• Los recursos para comprar las pruebas genómicas son escasos y las aseguradoras públicas y privadas no los cubren.</li> <li>• Poco personal capacitado para la implementación de un plan nacional.</li> <li>• Ausencia de coordinación para potenciar el uso de la infraestructura de laboratorios públicos y privados.</li> </ul>
<b>Socialización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca o nula conciencia poblacional y de los profesionales de la salud sobre el valor de las pruebas genómicas.</li> </ul>
<b>Propiedad de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de marco operativo para proteger los datos genómicos y clínicos de los pacientes.</li> <li>• No existe un plan de almacenamiento y uso de datos genómicos y clínicos para el desarrollo y planeación en salud.</li> <li>• México no ha actualizado la legislación nacional con los estándares internacionales de protección de datos.</li> </ul>

<b>Discriminación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario revisar las leyes pertinentes para evitar que las personas sean discriminadas por sus antecedentes genéticos.</li> </ul>
<b>Manejo de información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No está definido el marco regulatorio de uso de datos genómicos por los pacientes, familia y profesionales de la salud.</li> <li>• No hay claridad sobre el acceso a la información genómica de procedimientos forenses.</li> <li>• Inexistencia de una ley federal que regule y armonice los esfuerzos de los estados para crear leyes reguladoras en materia de medicina genómica.</li> <li>• México no ha actualizado la legislación nacional con los estándares internacionales.</li> </ul>
<b>Comunicación de resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de métodos adecuados para obtener el consentimiento informado e informar resultados genómicos.</li> <li>• Falta de asesores especialistas en genómica clínica y consejería genética.</li> </ul>
<b>Soberanía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la normatividad aplicable al concepto de "soberanía genómica" y adecuarlo a los criterios internacionales para tener acceso a marcadores de otras poblaciones.</li> </ul>
<b>Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de armonizar criterios clínicos para establecer diagnósticos y proveer muestras biológicas representativas.</li> <li>• Estandarizar el manejo previo al procesamiento de muestras clínicas valiosas.</li> <li>• Poca apertura para compartir información entre grupos e instituciones.</li> <li>• Las normas oficiales y reglamentos de investigación están desactualizados a la realidad de las pruebas genómicas.</li> <li>• Estandarizar el consentimiento informado para investigación genómica, en especial lo relativo a la conservación del material genómico.</li> </ul>
<b>Diagnóstico y atención médica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca o nula información sobre datos genómicos de la población mexicana.</li> <li>• México no cuenta con legislación nacional aplicable a las intervenciones con medicina genómica.</li> </ul>
<b>Educación para la salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de programas o estrategias educativas para informar sobre la utilidad de los datos genómicos.</li> <li>• Pocos profesionales capacitados para el uso clínico de la medicina genómica.</li> </ul>
<b>Médicos especialistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacitación a los especialistas para el manejo adecuado de las pruebas genómicas.</li> </ul>
<b>Control registro sanitario y</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de normatividad para la venta y adquisición comercial de pruebas genómicas importadas y sus insumos asociados.</li> <li>• Ausencia de entidades para evaluar y autorizar las pruebas genómicas.</li> <li>• México no ha actualizado la legislación nacional con los estándares internacionales.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desactualización del reglamento de control sanitario en la disposición de tejidos y la norma oficial de disposición de sangre humana para uso en pruebas genómicas.</li> </ul>
<b>Insumos para la salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de una norma oficial mexicana para regular el informe de resultados de una prueba diagnóstica genómica.</li> <li>• Regulación de la venta de reactivos y pruebas importadas que solo tienen autorización por FDA para uso en investigación.</li> <li>• Ausencia de normatividad y falta de supervisión del funcionamiento de los equipos y protocolos de laboratorio utilizados para pruebas de diagnóstico genómico.</li> </ul>
<b>Importación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En necesario revisar y actualizar la normatividad para la importación de insumos y reactivos que serán utilizados para las pruebas de diagnóstico genómico.</li> </ul>

## SITUACIÓN DEL INMEGEN

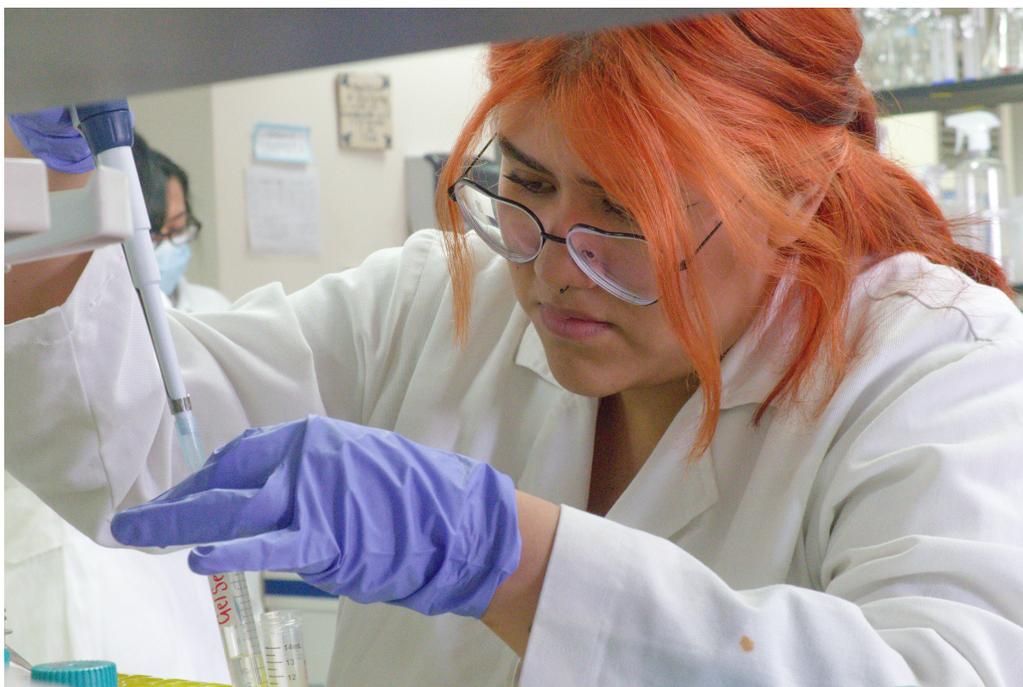
---

La transición administrativa que acompaña al proceso de definición del nuevo titular de la Dirección General del INMEGEN, requiere de una revisión exhaustiva del estado de funcionamiento de las partes sustantivas de la operación de la institución, con objeto de incorporar en el programa de trabajo las estrategias a seguir para aprovechar las fortalezas y oportunidades, así como prevenir los efectos de las amenazas y debilidades.

A continuación, presento una descripción general de aspectos que saltan a primera vista de la revisión de los datos estadísticos públicos de la institución o de comentarios directos de la comunidad del INMEGEN, con los que tuve oportunidad de comentar mi interés por presentarme a la convocatoria para elección del nuevo titular de la Dirección General.

## **Investigación.**

La plantilla de investigadores tiene 85 integrantes, de los que 72 tienen reconocimiento en el SNI e incluye a investigadores que pertenecen al sistema institucional de la Secretaría de Salud, investigadores con labores directivas e investigadores externos asociados por convenios. Cuarenta y tres de estos investigadores están calificados como candidatos o nivel 1 del SNI, lo que significa que 60% de los investigadores del INMEGEN se encuentran al inicio de sus carreras científicas. Esta plantilla tuvo productividad científica en 2022 que alcanzó 2.46 publicaciones por investigador, con una proporción preponderante de reportes en revistas con impacto científico alto, lo que, junto con el dato previo, refuerza que la



comunidad científica del INMEGEN es de las de mayor calidad en el contexto de los Institutos Nacionales de Salud.

Existe inquietud entre la plantilla de investigadoras porque la productividad científica de las mujeres es menor a la del género masculino, a pesar de que la proporción de mujeres con nombramiento como investigador es mayor. Ya existe un análisis preliminar que fue solicitado por la Junta de Gobierno, para caracterizar el problema y proponer medidas para su corrección, pero el documento con sus conclusiones no ha sido difundido aún. Dada la relevancia del tema, hago una propuesta en la sección del plan operativo para dar continuidad al análisis de esta situación.

También se externó dentro de la comunidad científica la inquietud de la parálisis de revisión y registro de proyectos de investigación nuevos ya que, en el último año solo se aprobaron 2, lo que genera una problemática grave para los investigadores, que ven afectado entre otros problemas, el financiamiento interno y externo para su trabajo.

### **Enseñanza y Divulgación.**

La Enseñanza para el pregrado y posgrado se ha realizado de forma muy dinámica, en forma de asignaturas para diferentes licenciaturas, cursos de educación continua, cursos de capacitación, cursos de posgrado en genómica aplicada a la salud, un programa de maestría y dos de doctorado en colaboración con la UNAM y cursos de posgrado de alta especialidad en medicina genómica. El INMEGEN ha incrementado de forma constante su oferta como sede para la elaboración de tesis de los alumnos de diferentes programas de posgrado nacionales, aunque también creció el número de estudiantes de servicio social, de licenciatura, Verano de la Ciencia y asistentes voluntarios. La eficiencia terminal es muy alta en todos los niveles.

La tarea de difusión también se ha atendido con estrategias como eventos académicos, eventos para público en general y comunicación social digital mediante portales electrónicos y en redes sociales, boletines de notas informativas en salud y difusión de los resultados de la labor del INMEGEN.

### **Desarrollo Tecnológico.**

Esta Dirección de Área desapareció del organigrama vigente y sus funciones fueron asignadas a otras direcciones y no se ha socializado en la comunidad del instituto la nueva versión de organización y funciones de las subdirecciones y departamentos que formaban parte de esa dirección de área.

La información disponible acerca del estado de funcionamiento de las instalaciones de supercómputo es escasa y no está disponible un documento de diagnóstico actualizado. Como usuario del INMEGEN he observado que se lanzó un programa de renovación de los equipos de supercómputo que se encuentra en desarrollo. Desconozco el estado del equipo y software de soporte como el de aire acondicionado, unidades UPS, red de conexión a internet, intranet y telefonía, software académico, administrativo y de ciberseguridad. Carecemos de portales de información sistematizados y seguros para el resguardo e intercambio académico de información.

No me fue posible obtener información relativa al estado del área de Ingeniería Biomédica, que ofrece vigilancia y mantenimiento a los equipos de uso general en el INMEGEN, en especial el cuidado de la red fría. En resumen, se trata de un área indispensable para el funcionamiento de la institución y que debería estar funcional de acuerdo con la expectativa de funcionamiento actual y crecimiento de la institución.

## **Vinculación y Desarrollo Institucional.**

Esta área es responsable de la formalización de los convenios de colaboración con todas las entidades externas tanto de investigación como enseñanza, sean nacionales o internacionales. La cartera de convenios deberá acrecentarse de manera sustancial con la agenda de trabajo que se presenta adelante. La Dirección de Vinculación es también responsable del manejo de transferencia de tecnología y registro de propiedad intelectual, cuenta con un grupo que ya tiene experiencia amplia en estos procesos.

## **Dirección de Administración.**

Es necesario establecer mejor comunicación y vincular de una forma más expedita el trabajo de los integrantes de la Dirección de Administración con las necesidades y procesos de las otras áreas sustantivas y al mismo tiempo, cumplir con los requerimientos y normatividad de funcionamiento de una institución pública de las características del INMEGEN.

Contrasta con la calidad de la actividad en investigación el abandono en que se tienen las áreas comunes de trabajo tales como los cuartos de cultivo, áreas de lavado y esterilizado, algunas de las unidades de alta tecnología, en las que existen numerosos equipos inservibles o a punto de ser obsoletos e irreparables. Sin duda destaca la ausencia de aire acondicionado en todos los laboratorios, que hace inoperantes y peligrosas a estas áreas en ciertas épocas del año.

Estas problemáticas requieren de un análisis profundo, para buscar el balance óptimo de uso de los recursos priorizar acciones y

adquisiciones y ofrecer el mejor servicio posible para todos los usuarios.

### **Laboratorio de Diagnóstico Genómico.**

Este laboratorio ha evolucionado como un área de servicio clínico que ofrece una cartera amplia de diagnósticos genómicos y cuenta con servicio de consejería genética. Su carga de trabajo es menor, ya que realiza menos de 7 procedimientos al día, pero sin duda se trata de un modelo de trabajo para la institución. Tampoco se ha socializado la expectativa que se tiene para esta área, luego de su mudanza al área recién acondicionada en el segundo piso.



# ESTRATEGIA OPERATIVA PARA EL INMEGEN

---

El Instituto Nacional de Medicina Genómica es el facilitador primario que se requiere para promover la incorporación de la medicina genómica en el sistema de salud de nuestro país, para lo que cuenta con un equipo de investigadores, técnicos y administrativos especializados, equipamiento moderno y complejo, habilidad técnica operativa de alto nivel y capacidad de análisis de información masiva, todo orientado para generar conocimiento y desarrollos tecnológicos aplicados a los problemas de salud pública de México, así como para la adaptación de tecnologías genómicas disponibles en la actualidad y en el futuro. El INMEGEN es un bien único y preciado para el desarrollo de la medicina en nuestro país.

La especialidad médica que cultiva el INMEGEN es todavía una disciplina emergente, cuyo estado de desarrollo se explica por su creación reciente, pero que se apoya en la base teórica de conocimiento más formidable que hemos sido capaces de desarrollar como humanidad y que encontró su expresión más clara en la secuenciación completa del genoma humano, de lo que ha derivado una derrama enorme de conocimiento y desarrollos tecnológicos que ya tienen aplicaciones directas en muchas otras áreas, además de la medicina. Sin embargo, aún persiste la duda genuina de cuál es la utilidad social de esta disciplina médica y ello se explica porque su tarea aún se encuentra en desarrollo inicial en países como el nuestro. Como se describió antes, el pionero en el desarrollo del uso generalizado de la medicina genómica es UK, que ya la ha incluido

como parte de su sistema universal de atención a la salud y es un hecho que el impulso de crecimiento que tiene esta especialidad médica en el mundo generará desarrollos de utilidad generalizada a un ritmo rápido y constante en todos los países.

Para calcular las capacidades potenciales de la medicina genómica, es necesario dimensionar la capacidad de las acciones derivadas del conocimiento de la información genética contenida en el ADN humano y que además, para explorarlo contamos con un soporte metodológico moderno y complejo que se nutre de todas las disciplinas biológicas y médicas, que hacen a la medicina genómica muy versátil en sus enfoques de trabajo ya que se adaptan por igual a la complejidad del estudio de mecanismos moleculares en células o tejidos, como a ensayos clínicos o estudios de poblaciones; es una disciplina médica de carácter multidisciplinaria y traslacional.

## PLAN DE TRABAJO.

---

El desarrollo e inserción de la medicina genómica en el sistema de salud de México es un proceso de largo plazo que requiere de un plan estratégico de desarrollo en coordinación con las autoridades sanitarias. La creación de un documento que describa de manera detallada el “Plan para la inserción de la Medicina Genómica en México”, es el primer compromiso operativo que propongo dentro de este plan de trabajo. La primera versión consensuada al interior de la comunidad de la institución estará completada hacia el final del primer semestre de 2024, así como la estrategia específica para su discusión con las autoridades sanitarias y con toda la comunidad

interesada. Este será un documento de trabajo para plantear la ruta futura en la que el INMEGEN estará envuelto, para promover el desarrollo de la disciplina de la Medicina Genómica en México durante los siguientes 10 años.

En tanto este plan se estructura, el trabajo sustantivo del INMEGEN debe orientar su quehacer cotidiano con el enfoque propuesto en la sección inicial de este programa de trabajo, para lo que propongo será necesario definir proyectos prioritarios, ensayar modelos de trabajo novedosos, fomentar alianzas estratégicas nuevas, consolidar su capacidad tecnológica acorde a las metas de mediano y largo plazo, aumentar la búsqueda de recursos económicos externos y contar con un modelo administrativo transparente, facilitador y eficiente.

El enfoque general del plan de trabajo para el INMEGEN reconoce seis propósitos:

1. Desarrollar conocimiento científico de frontera para contribuir al avance de la medicina genómica y proponer nuevos accesos diagnósticos, pronósticos y de tratamiento de las enfermedades de mayor relevancia para la sociedad y dirigir de forma preferencial estos esfuerzos para los núcleos de población con menor desarrollo social, económico y educativo de nuestro país.
2. Establecer alianzas estratégicas con diferentes instituciones de salud para desarrollar proyectos de investigación multidisciplinarios para beneficio de los núcleos de población más marginados y promover el desarrollo de la calidad de la oferta asistencial, en especial en el nivel primario de atención.

3. Adecuar y promover la utilización generalizada del conocimiento y la tecnología genómica disponible para contribuir a incrementar la calidad de la atención de los enfermos en diferentes campos clínicos, en especial en instituciones de tercer nivel de atención.
4. Continuar los programas de educación y divulgación de la Medicina Genómica y hacer énfasis en la disseminación de los contenidos de la medicina genómica dentro de los programas de formación del personal del área de atención de la salud, con objeto de educar y promover su uso generalizado.
5. Contribuir al análisis de las implicaciones éticas y sociales de la tecnología genómica y proporcionar insumos para la elaboración de normas y políticas públicas en el área de la medicina genómica.
6. Contribuir al manejo estandarizado, regulado y eficaz de las diferentes tecnologías genómicas de aplicación clínica en México.

Todas las actividades asociadas a este plan operativo serán de ejecución simultánea, solo matizadas con énfasis temporales en algunas de ellas, pero siempre coordinadas para garantizar el cumplimiento de los propósitos en el corto, mediano y largo plazo.



**Propósito 1.** Desarrollar conocimiento científico de frontera para contribuir al avance de la medicina genómica y de esa manera, proponer nuevos accesos diagnósticos, pronósticos y de tratamiento de las enfermedades de mayor relevancia para la sociedad y dirigir de forma preferencial estos esfuerzos para los núcleos de población con menor desarrollo social, económico y educativo de nuestro país.

**Medios:**

1.1 Desarrollar proyectos estratégicos de investigación en al menos 5 temas: obesidad, desnutrición infantil, síndrome metabólico/diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer.

1.2 Incluir en el contenido de los proyectos de investigación la directriz de evaluar y desarrollar nuevos accesos diagnósticos, pronósticos o de tratamiento para cada área temática.

1.3 Involucrar en el desarrollo de los proyectos de investigación a grupos de investigadores extrainstitucionales con la capacidad de aportar visiones complementarias al entendimiento de los determinantes sociales y educativos de las enfermedades.

1.4 Incluir en todos los proyectos productos dirigidos a mejorar la calidad de la atención a la salud de las poblaciones de las que provienen los pacientes involucrados.

1.5 Estandarizar y mantener control de calidad en todos los procedimientos y equipos de las Unidades de Alta Tecnología del INMEGEN con el objetivo de establecer un sistema de laboratorio nacional de referencia en medicina genómica.

1.6 Desarrollar un sistema de información y análisis de datos genómicos y datos clínicos.

**Actividades:**

1.1 Convocar a los investigadores líderes del INMEGEN con antecedentes en las líneas de investigación prioritarias para definir proyectos de investigación e identificar alianzas estratégicas potenciales nacionales e internacionales.

1.2 Someter a financiamiento externo todos los proyectos de investigación prioritarios.

1.3 Actualizar la infraestructura de equipamiento de los laboratorios, de las áreas comunes y de las unidades de alta tecnología.

1.4 Elaborar manuales de procedimientos y de control de calidad para todas las Unidades de Alta Tecnología del INMEGEN.

1.5 Desarrollar un sistema informático con capacidad para almacenar información genómica masiva de datos de secuenciación y datos clínicos.

1.6 Realizar una evaluación y diagnóstico de funcionamiento de las instalaciones de supercómputo, para desarrollar un plan de desarrollo a 10 años.

1.7 Promover un plan de actividades y gestiones administrativas dirigidas a aumentar la capacidad de inversión en equipo e infraestructura.

1.8 Revisar dentro de la comunidad de la institución defectos estructurales del funcionamiento de los grupos de investigación que generan disparidad de género y que se manifiestan con productividad científica diferencial.

**Propósito 2.** Establecer alianzas estratégicas con diferentes instituciones de salud para desarrollar proyectos de investigación multidisciplinarios para beneficio de los núcleos de población más marginados y promover el desarrollo de la calidad de la oferta asistencial, en especial en el nivel primario de atención.

**Medios:**

2.1 Establecer convenios de colaboración con entidades de salud de la Ciudad de México tales como la Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de México, el IMSS o el ISSSTE, para la cooperación en materia de investigación, enseñanza y difusión de la ciencia. La Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de México cuenta con una red de 374 centros de salud y 32 hospitales, representados en todas las zonas geográficas de la Ciudad de México y que ofrecen más de dos millones y medio de consultas al año para una cobertura total potencial de casi 3.5

millones de habitantes, que corresponden a poblaciones urbanas marginadas y sin acceso en su mayoría, a los servicios de seguridad social federales.

2.2 Insertar personal de salud especializado perteneciente a la plantilla del INMEGEN en las instituciones de salud en las que se desarrollen los proyectos de investigación estratégicos.

2.3 Promover la capacitación de médicos generales, personal de enfermería y otro personal de salud de primer contacto perteneciente a las instituciones de salud en temas que aumenten la calidad de los servicios asistenciales.

2.4 Establecer convenios de colaboración para involucrar en los proyectos estratégicos del INMEGEN a otras instituciones educativas, de servicios, de la sociedad civil, etc., con objeto de contar con enfoques multidisciplinarios al desarrollo de los proyectos.

**Actividades:**

2.1 Establecer un programa de identificación de aliados estratégicos potenciales y gestionar su integración a los convenios de colaboración interinstitucionales.

2.2 Gestionar ante las autoridades competentes la inclusión de plazas de médicos especialistas, enfermeras/os, nutriólogas/os y psicólogas/os a la plantilla del INMEGEN.

El INMEGEN tiene una cláusula de exclusión en la ley que lo rige y que lo restringe de ofrecer prestación de servicios de atención médica de alta especialidad. Esta perspectiva se consideró hace 19 años como una característica necesaria y deseable, para el entonces naciente INMEGEN y deberá ser revisada en el futuro

próximo. La medicina genómica ha evolucionado de forma rápida y ha desarrollado diversos nichos aplicativos en varias especialidades médicas, que ya son de utilidad práctica cotidiana en la atención a la salud. En el INMEGEN ya existe un grupo médico de especialistas en Genética que ofrecen consejería de su especialidad a pacientes que forman parte de diferentes proyectos de investigación. Este modelo básico tiene que ser replicado para incorporar médicos especialistas de otras áreas médicas a la plantilla del INMEGEN, así como personal de salud con otros enfoques, tales como enfermeras/os, nutriólogas/os o psicólogas/os. Este personal de salud deberá tener entrenamiento específico en medicina genómica y metodología de la investigación clínica y su función será complementar el diseño y desarrollo de los proyectos de investigación, además actuarán como vínculo operativo con el personal de salud de los diferentes sitios con los que se establezcan proyectos conjuntos para apoyar la atención médica y supervisar el desarrollo de los proyectos de investigación en los hospitales y centros de salud aliados. En los centros de atención primaria a la salud no existen médicos especialistas y solo hay médicos generales, enfermeras y en algunos pocos casos nutriólogas; en los hospitales de segundo nivel si existen especialistas, pero al igual que en los centros de salud, la carga de trabajo siempre es cercana a la saturación y por ello el personal local tienen poco interés y poco entrenamiento en el desarrollo de proyectos de investigación. Un enlace clínico en la figura de un especialista médico encaja



en cualquier estructura hospitalaria o en centros de salud y de forma simultánea se puede asegurar la calidad homogénea de la atención médica de los pacientes de los proyectos de investigación y, además, promover la calidad de la atención, desarrollar cursos de capacitación para el personal de salud en temas como orientación alimentaria, reconocimiento de factores de riesgo para diferentes complicaciones de salud en adultos y

niños, identificación de problemas de salud mental, etc. La especialidad de origen de estos médicos se puede definir de acuerdo con los proyectos que se desarrollen, aunque es posible visualizar la necesidad de contar de inicio con endocrinólogos o internistas, gineco-obstetras y pediatras. El INMEGEN ya tiene cursos de alta especialidad en Medicina Genómica, el perfil de ingreso a estos cursos con reconocimiento universitario incluye contar con una especialidad médica. Sería ideal contar con más plazas para esta subespecialidad y tramitar la inclusión de los egresados de estos programas en la plantilla del INMEGEN.

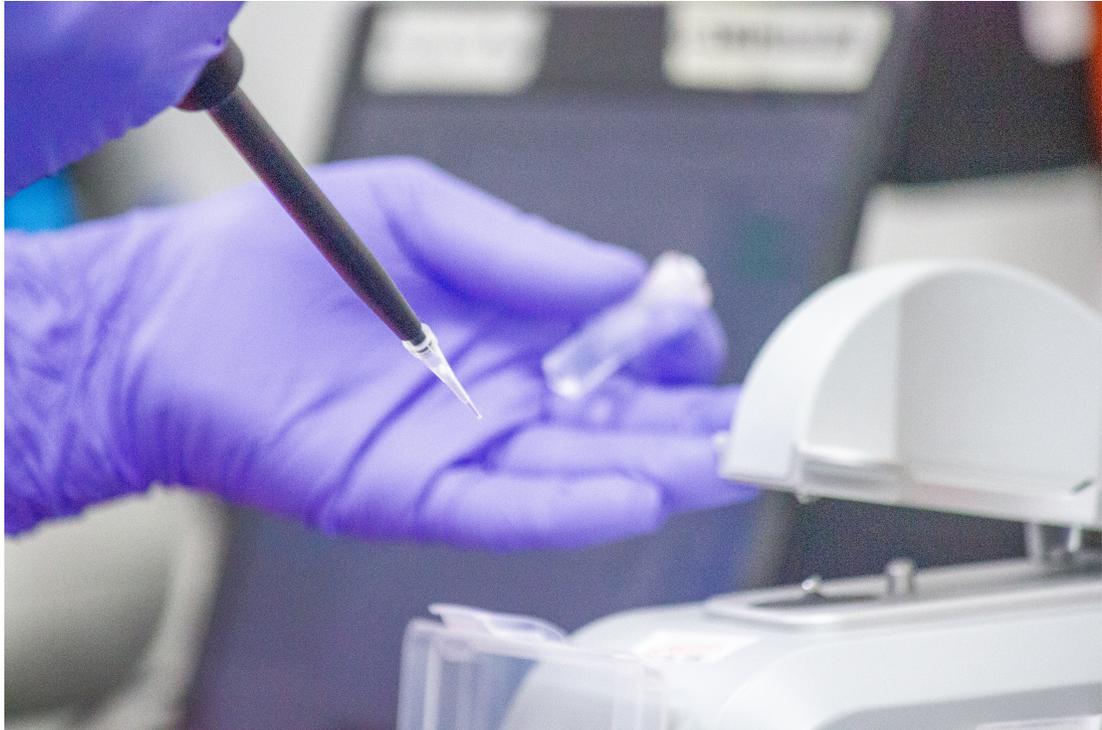
2.3 Desarrollar en colaboración con las autoridades centrales de las instituciones aliadas, un sistema de expediente electrónico con aplicación en el sistema de atención primaria a la salud.

**Propósito 3.** Adecuar y promover la utilización generalizada del conocimiento y la tecnología genómica disponible para contribuir a incrementar la calidad de la atención de los enfermos en diferentes campos clínicos, en especial en instituciones de tercer nivel de atención.

**Medios:**

3.1 Establecer y gestionar los medios administrativos para colaborar de forma eficiente con instituciones de salud de tercer nivel, incluyendo los Institutos Nacionales de Salud, para desarrollar, acercar o evaluar nuevas herramientas de diagnóstico o pronóstico genómico.

3.2 Gestionar el desarrollo de proyectos de investigación con instituciones de salud de alta especialidad que incluyan el uso, validación o control de calidad de herramientas genómicas.



**Actividades:**

3.1 Difundir las capacidades tecnológicas y metodológicas existentes en el INMEGEN para el conocimiento de las instituciones de salud de alta especialidad en México.

3.2 Revisar los procedimientos administrativos requeridos para ofrecer servicios genómicos a las instituciones de tercer nivel del sector salud en México.

3.3 Gestionar ante las autoridades hacendarias la revisión de las normas y procedimientos para la importación de equipos, materiales y reactivos destinados a proyectos de investigación con valor social.

**Propósito 4.** Continuar los programas de educación y divulgación de la Medicina Genómica y hacer énfasis en la disseminación de los contenidos de la medicina genómica dentro de los programas de

formación del personal del área de atención de la salud, con objeto de educar y promover su uso generalizado.

**Medios:**

4.1 Desarrollar programas educativos en Medicina Genómica dirigidos distintos niveles de educación en salud.

4.2 Formar profesionales del sector salud con entrenamiento específico en Medicina Genómica.

4.3 Socializar la utilidad de la Medicina Genómica en ámbitos de profesionales para la salud y para público general.

**Actividades:**

4.1 Proponer a la Facultad de Medicina de la UNAM la creación de una materia optativa en Medicina Genómica para estudiantes de años intermedios de la Licenciatura, que será ofrecida por docentes del INMEGEN. Explorar la posibilidad de realizar convenios con otras universidades con programas de licenciatura en Medicina.

4.2 Gestionar la inclusión de nuevos cursos de alta especialidad en Medicina Genómica en la oferta académica del INMEGEN, avalados por la UNAM.



**Propósito 5.** Contribuir al análisis de las implicaciones éticas y sociales de la tecnología genómica y proporcionar insumos para la elaboración de normas y políticas públicas en el área de la medicina genómica.

**Medios:**

5.1 Desarrollar un plan de trabajo específico para revisar, analizar y proponer normas éticas aplicables al uso de la Medicina Genómica en México.

5.2 Revisar la normatividad aplicable al uso de la Medicina Genómica en México.

**Actividades:**

5.1 Reforzar el grupo de trabajo que tiene la capacidad de revisar y proponer la adecuación del marco normativo para el uso de la medicina genómica y sus métodos diagnósticos asociados en México.

**Propósito 6.** Contribuir al manejo estandarizado, regulado y eficaz de las diferentes tecnologías genómicas de aplicación clínica en México.

**Medios:**

- 6.1 Establecer el mapa y catálogo de uso de las pruebas genómicas en el sistema de salud nacional público y privado.
- 6.2 Revisar el estado de la normatividad para adquisición y uso de pruebas genómicas en México

**Actividades:**

6.1 Establecer un grupo que hará un catálogo de laboratorios públicos y privados en México que ofrecen servicios genómicos, así como las pruebas que ofrecen. Verificará los mecanismos de normatividad que cumplen los usuarios, proveedores, gestores y los sistemas de información vinculados con ellos.

# BIBLIOGRAFÍA

---

1. Dirección General de Epidemiología. *Panorama Epidemiológico de las Enfermedades No Transmisibles en México, Cierre 2021*. 2022.
2. Campos Nonato I, Cuevas Nasdu L, González Castell L, et al. Epidemiología de la obesidad y sus principales comorbilidades en México. In: Rivera Dommarco JA, Colchero MA, Fuentes ML, et al, eds. *La obesidad en México Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control*. Instituto Nacional de Salud Pública; 2018:chap 1.
3. Popkin B. Recent dynamics suggest selected countries catching up to US obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2010;91:284S-288S.
4. INSP. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. INSP. Accessed May 7, 2020. <https://www.ensanut.insp.mx>
5. Catalano P, Shankar K. Obesity and pregnancy: mechanisms of short term and long term adverse consequences for mother and child. *British Medical Journal*. 2017;360:j1.
6. Rivera Dommarco JÁ, Colchero MA, Fuentes ML, et al. *La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control*. Instituto Nacional de Salud Pública, UNAM, Academia Nacional de Medicina; 2018:270.
7. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, et al. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med*. Jul 06 2017;377(1):13-27. doi:10.1056/NEJMoa1614362
8. Bonvecchio A, Safdie M, Monterrubio E, Gust T, Villalpando S, Rivera J. Overweight and obesity trends in Mexican children 2 to 18 years of age from 1988 to 2006. *Salud Publica de Mexico*. 2009;51(4):S586-S594.
9. Oestreich AK, Moley KH. Developmental and transmittable origins of obesity-associated health disorders. *Trends in Genetics*. 2017;33(6):399-407. doi:10.1016/j.tig.2017.03.008
10. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity Trend in Latin American; Transiting from under-to overweight. *Journal of Nutrition*. 2001;131:893S-899S.
11. Popkin B. Does global obesity represent a global public health challenge? *American Journal of Clinical Nutrition*. 2011;93:232-233.
12. Braveman P, Egerter S, Williams D. The social determinants of health: coming of age. *Annual Review of Public Health*. 2011;32:381-398.
13. Celis Salazar A, Nava Segura J. Patología de la pobreza. *Revista Médica del Hospital General*. 1970;33:371-385.
14. INEGI. Derechohabiencia. INEGI. Accessed April,8, 2023. [inegi.org.mx/temas/derochohabiencia/](http://inegi.org.mx/temas/derochohabiencia/)
15. INEGI. Perspectiva en cifras COVID-19. Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática. Accessed Abril 8, 2023. [inegi.org.mx/investigacion/covid/](http://inegi.org.mx/investigacion/covid/)

16. Vadillo-Ortega F, Garcés M, Soriano Valdéz J, et al. Effects of COVID-19 in low-resource urban population in Mexico City. *JADA*. Enviado;
17. (WFP) PMdA. Millones en riesgo de inseguridad alimentaria en América Latina y el Caribe. WFP. Accessed Agosto 5, 2020. <https://es.wfp.org/noticias/millones-en-riesgo-de-inseguridad-alimentaria-en-america-latina-y-el-caribe>
18. FMI. Política económica en América Latina y el Caribe en tiempo de la COVID-19. Fondo Monetario Internacional. Accessed Agosto 5, 2020. [blog-dialogoafondo.imf.org](http://blog-dialogoafondo.imf.org)
19. CEPAL. *Dimensionar los efectos del COVID-19 para pensar en la reactivación. Informe especial COVID-19*. 2020. 2. [cepal.org](http://cepal.org)
20. UNICEF/WHO/World Bank Group. *Levels and trends in child malnutrition*. 2021.
21. Consejo de Evaluación del Desarrollo Social de la Ciudad de México. *Infancias en la Ciudad de México*. 2020.
22. Estrada-Gutierrez G, Zambrano E, Polo-Oteyza E, Cardona-Perez A, Vadillo-Ortega F. Intervention during the first 1000 days in Mexico. *Nutrition Reviews*. 2020;78(S2):80-90.
23. Pesch M, Lumeng J. Early childhood obesity: a developmental perspective. *Annual Review of Developmental Psychology*. 2021;3:207-228.
24. Manolio T. Global implementation of genomic medicine: we are not alone. *Science Translational Medicine*. 2015;7:290.
25. National Human Genome Research Institute. Genomic and Medicine. NIH/NHGRI. Accessed April, 10, 2023. [genome.gov/es/node/17741](http://genome.gov/es/node/17741)
26. (AVIESAN) ANpISdIVedIS. Genomic Medicine France 2025. AVIESAN. Accessed April 4, 2023. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/genomic\\_medicine\\_france\\_2025.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/genomic_medicine_france_2025.pdf)
27. Genomics A. Australian Genomics. Australian Genomics. Accessed April 5, 2023. [australiangenomics.org.au](http://australiangenomics.org.au)
28. Netherlands Cancer Institute. Precision Medicine. Accessed April 10, 2023. [nki.nl/research/research-groups/emile-voest/precision-medicine/](http://nki.nl/research/research-groups/emile-voest/precision-medicine/)
29. Cobo Armijo F, Vadillo-Ortega F. Medicina Genómica. In: Salud FMpl, ed. *Tecnologías para la Salud*. Fundación Mexicana para la Salud; En compilación:chap 1.