

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA

**PROPUESTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN
POLÍTICAS PÚBLICAS DE SALUD MEDIANTE EL
ANÁLISIS TECNOLÓGICO
(CASO DE ESTUDIO CÁNCER DE SENO EN MÉXICO)**

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE LICENCIADA EN TECNOLOGÍA
PRESENTA

Tatiana Álvarez Alvarado

DIRECTOR

Dr. Ángel Luis Rodríguez Morales

ASESORES

Dra. Carmen Yolanda Aceves Velasco

Dr. Jesus Manuel Dorador González

Dr. Achim Max Loske Mehling

Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada
Juriquilla, Querétaro 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PROPUESTA PARA LA TOMA DE
DECISIONES EN POLÍTICAS
PÚBLICAS DE SALUD MEDIANTE
EL ANÁLISIS TECNOLÓGICO

(CASO DE ESTUDIO CÁNCER DE
SENO EN MÉXICO)

TATIANA ÁLVAREZ ALVARADO



Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra institución educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.

DEDICADO A LAS PERSONAS QUE MANTIENEN LA ESPERANZA
DE HACER UN MUNDO MEJOR Y ACTÚAN EN CONSECUENCIA



POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU

PRÓLOGO

Los problemas del mundo son complejos y las soluciones raramente son sencillas. Como humanidad y dentro de nuestras interacciones sociales, comprendemos un sinfín de ejes y aristas a considerar antes de decir que una solución realmente funciona. Las problemáticas mundiales y nacionales requieren una colaboración internacional e interdisciplinar. El mundo requiere especialistas capaces de desempeñar las tareas más profundas y precisas, pero a su vez se necesitan profesionistas capaces de entender la generalidad y aportar soluciones transdisciplinarias.

La colaboración entre especialistas, no sólo del área de las ciencias exactas, sino de disciplinas variadas, a través de un análisis interseccional, resultan clave para la aportación de soluciones íntegras que verdaderamente contribuyan al uso de la ciencia para el beneficio de la humanidad. Particularmente, los temas de ciencias de la salud comprenden un acercamiento amplio, pues una tecnología que identifique o solucione el fenómeno físico/biológico, pero no pueda ser aplicada, no está aportando una solución completa.

Es por ello que, acorde a las características de la Licenciatura en Tecnología, este trabajo aprovecha la naturaleza multidisciplinaria para plantear un análisis de las tecnologías empleadas en el tamizaje para cáncer de mama bajo una perspectiva de amplio rango. Es decir, el desarrollo tecnológico, la ciencia de la decisión, el análisis interseccional y el Diseño Centrado en el Humano, particularmente el Diseño para el Desarrollo, para su implementación como solución a un problema complejo.

Esta investigación tiene como objetivo encontrar los factores más relevantes relacionados con la aplicación de tecnología para la detección oportuna de cáncer de mama, proporcionar información adecuada para guiar las elecciones al momento de implementar una solución tecnológica en el campo de la salud. A través de este escrito, se espera que un tomador de decisiones tenga la capacidad de comprender la problemática del cáncer de seno en México, considerar los factores técnicos y sociales involucrados, y considerar la propuesta de sinergia tecnológica aquí presentada.

RESUMEN

En esta investigación se hace un estudio transdisciplinario para la propuesta de una estrategia a fin de abordar el problema del tamizaje efectivo en México. Se analizan las causas de la falta de acceso al tamizaje para cáncer de mama, las ventajas y desventajas de las tecnologías empleadas actualmente, y se revisan las estrategias que se han tomado hasta ahora para este propósito. Se comparan las tecnologías existentes y se contrastan con las experimentales, así mismo, se muestra el resultado de una prueba piloto con una de las tecnologías experimentales (termografía), se muestra un sondeo acerca de la apreciación de las mujeres mexicanas respecto a las técnicas convencionales y se resaltan los ejes socioeconómicos a considerar en el país para esta estrategia.

Al final se realiza la propuesta de la sinergia tecnológica, la técnica experimental de termografía y una tecnología convencional para ampliar la capacidad de tamizaje. Este escrito pretende ser una herramienta útil tanto para desarrolladores de tecnología médica, así como para los tomadores de decisiones de salud pública. Aquí se concentra y explica las principales aristas involucradas, dando una comparativa clara para el análisis en la toma de decisiones.

ABSTRACT

This investigation is a transdisciplinary study that proposes a strategy to address the problem of effective breast screening in Mexico. This work analyses the causes of the lack of access to breast cancer screening; the advantages, and disadvantages of the technologies currently used, and the strategies that have been implemented. Existing technologies are compared and contrasted with experimental ones. This text displays the result of a pilot test with one of the experimental technologies (thermography) and, it also exposes a survey about the appreciation of Mexican women concerning conventional techniques as well as the socioeconomic axes that should be considered in this country for this strategy.

In the end, it proposes technological synergy with the experimental technique of thermography and conventional technology to expand the screening capacity. This writing is intended to be a useful tool both for medical technology developers as well as for public health decision-makers. Here the most important edges involved are concentrated and explained, giving a clear comparison for analysis in a decision making process.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A Gloria y Carlos. Por su amor, apoyo y consejos, no podría haber tenido mejores abuelos. Sus enseñanzas y cariño me acompañan por siempre.

A Magda y David, quienes siempre han buscado lo mejor para mi, y me han hecho generar las herramientas para enfrentar los retos futuros. Y aunque no siempre coincidimos, o no siempre nos entendemos, sé que puedo contar con ustedes para emprender mi camino. Gracias por todo su cariño.

A Ari, Liz y Emmanuel. Por ser luz, alegría y fuerza; recuerden que siempre cuentan conmigo. Y gracias por seguirme queriendo aunque estuvieron en el fuego cruzado de mis peleas internas, créanme que he intentado ser la mejor hermana para ustedes.

A Fernando por hacerme sentir su apoyo incondicional en mis decisiones y no juzgarme por mis errores.

A mis amigos que conocí, que perdí, pero especialmente a los que aún están. A todos ellos gracias, por entenderme, levantarme, acompañarme en mi lucha constante y creer en mí. No puedo nombrar a todas las personas que me han apoyado en este tiempo pero gracias a Joav, Erika, Majo, Dani, Neli, Fer, Alma, Mariana, Mario, Mon, Carlos A, Ángel, Andi, Carlos, Adriana, Ana, Paty, Daniel, Alberto, Camargo, Dave, Luis (...) Todos tienen un espacio especial en mi vida.

A mis profesores por su guía y conocimientos. Cada uno ha tenido un impacto particular en mi formación profesional. Especialmente a quienes entendieron mi visión del mundo y me ayudaron a crecer en ese camino. Agradecimientos particulares a Ángel Luis, A. Sordo, Dorador y Vega.

En este tiempo he tenido que salir adelante de muchos sucesos, recuperarme y a pesar de todo seguir abogando por mis creencias. Gracias a Verónica por haber sido una persona clave en este proceso.

Y a quién en uno de mis momentos más oscuros me hizo ver que la oportunidad de platicar con un café dentro de 30 años es suficiente para que valga la pena vivir.

A todos gracias, los momentos que hemos compartido en esta vida han contribuido a formar la persona que soy hoy.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México; al Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; a la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación; y a la Licenciatura en Tecnología, incluyendo a todos mis profesores, por darme la gran oportunidad de formarme con profesionistas del más alto nivel, exigir los mejores resultados e impulsar el desarrollo de mis habilidades.

Agradezco a mi tutor, el Dr. Ángel Luis Rodríguez Morales, por darme su soporte para emprender tantos proyectos. Por enseñarme y comprender, revisar e impulsar cada emprendimiento, concurso y congreso. Por escucharme y darle valor a mis aportaciones, pero especialmente por apoyarme a no abandonar este camino.

A la Dra. Iliana del Rocío Padilla Reyes, quién contribuyó al mejoramiento de este trabajo. Gracias por sus atentos comentarios y por el esfuerzo dedicado a su revisión.

A mis asesores, quienes a través de sus revisiones contribuyeron a la mejora de esta tesis. Gracias por su tiempo y sus aportaciones. Dr. Jesús Manuel Dorador González, Dr. Achim Max Loske Mehling, Dra. Carmen Yolanda Aceves Velasco.

Gracias al personal administrativo de la Licenciatura que ayudó con este proceso. Al Municipio de Corregidora y al Instituto Municipal de la Mujer por proveer los datos usados en una sección de la investigación.

Y gracias a todos los mexicanos que financiaron mis estudios.

PROPUESTA PARA LA TOMA DE
DECISIONES EN POLÍTICAS PÚBLICAS DE
SALUD MEDIANTE EL ANÁLISIS
TECNOLÓGICO

(CASO DE ESTUDIO CÁNCER DE SENO EN MÉXICO)

CONTENIDO

Capítulo 1 - Introducción

Capítulo 2 - Antecedentes estadísticos

Panorama epidemiológico

Importancia de la tecnología en la elaboración de políticas públicas en salud

Justificación, objetivos, metodología

Capítulo 3 - Introducción a las patologías mamarias

Generalidades de anatomía de la mama

Definición y clasificación de las patologías mamarias

Capítulo 4 - Principales técnicas de detección de patologías mamarias

Exploración mamaria

Mastografía

Mastografía por tomosíntesis

Ultrasonido

Resonancia magnética

Tomografía por emisión de positrones (PET CT)

Técnicas experimentales: termografía, impedancia, transiluminación

Biopsia

Parámetros de evaluación de tecnología médica

Capítulo 5 - Análisis contextual y prospectivo desde la perspectiva de la tecnología médica

La ciencia de la decisión

Decisiones basadas en evidencia

El análisis de datos y la toma de decisiones

CENETEC: Centro Nacional de Excelencia en Tecnologías de Salud (IMSS, CENETEC, 2017)

Aspectos para evaluar

Análisis del acceso a la tecnología médica en México y el mundo

Acceso al tamizaje en México

Política pública de salud en México

Programa piloto de tecnologías emergentes: Análisis Infrarrojo Mamario en el Instituto Municipal de la Mujer de Corregidora

Capítulo 6 - Estrategia para alcanzar el tamizaje efectivo

Tendencia de diseño para tecnología: Diseño Centrado en el Humano

Diseño para el desarrollo

Desigualdad en atención médica en México

Perspectiva de género

Desarrollo y dependencia tecnológica

Sondeo poblacional respecto al tamizaje en cáncer de mama

Capítulo 7 - Discusión

Propuesta de parámetros a considerar para tecnologías en política pública

Tendencia tecnológica en detección

Limitaciones e inteligencia artificial

Propuesta de sinergia tecnológica

Capítulo 8 - Conclusiones

Anexos

Anexo I Resumen estadístico

Anexo II Información adicional anatomía mamaria

Anexo III Consideraciones sociopolíticas

Anexo IV - Resultados sondeo estadístico de percepción

Referencias

CAPÍTULO 1



INTRODUCCIÓN

La importancia de la tecnología en la solución de problemáticas de salud ha sido innegable en los años recientes, particularmente en los últimos 20 años los cambios han sido vertiginosos. El desarrollo de medicinas, vacunas, terapias, equipo médico, entre otros avances, han tenido una importante incidencia sobre la mortalidad de las enfermedades a nivel mundial, así como en la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, una realidad tangible es la diferencia comparativa de posibilidad de adquisición de estos desarrollos y los retos de implementación en el entorno. Los países de altos ingresos pueden acceder con facilidad mientras que los de medianos o bajos ingresos enfrentarán dificultades para su disposición. El desarrollo tecnológico debe tomar en consideración los aspectos económicos, culturales y sociales de la población para la cual se desarrollará (Bright et al., 2011). Por ello es necesario realizar un acercamiento local a los problemas de gran escala, ya que su efectividad depende de la previa consideración de estos factores. Por otro lado, la especialización de las técnicas acorde a las necesidades locales permitirá un desarrollo único promoviendo así, la reducción de la dependencia tecnológica, la cual es un factor notable en la problemática nacional.

Las enfermedades no transmisibles (ENT) como las cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades crónico-respiratorias y la diabetes representan el 71% de las muertes a nivel mundial, sin embargo, el 80% de estas muertes corresponden a los países de bajos y medianos ingresos (World Health Organization, 2013). En el "Plan de Acción Global para la Prevención y Control de las ENT 2013 al 2020" se plantearon seis objetivos y nueve metas para la reducción de las ENT. En el caso del tamizaje efectivo de cáncer de mama y el desarrollo de esta investigación las metas relevantes son: la primera que consiste en reducir en un 25% el riesgo prematuro por estas enfermedades y la novena que consiste en lograr una disponibilidad accesible del 80% de las tecnologías básicas para las ENT. El Plan de Acción hace hincapié en la promoción del desarrollo y la diseminación de tecnología apropiada, accesible y sostenible, resaltando así, la responsabilidad de la ciencia y tecnología en el tratamiento y diagnóstico de enfermedades a nivel mundial, pero con una visión de las necesidades locales.

Particularmente el caso del cáncer tiene un alta de incidencia y mortalidad a nivel mundial y nacional, lo que lo posiciona como una problemática relevante de salud pública. El cáncer de mama es una enfermedad que afecta por igual a las mujeres de los países de altos, medianos y bajos ingresos; sin embargo, las probabilidades de un tratamiento exitoso disminuyen en países de medianos y bajos ingresos (World Health Organization, 2013). La realidad en estos países es multifactorial; entre de ellos está el acceso a tecnologías asequibles para los usuarios. Esta problemática puede tener una solución tecnológica si los desarrollos toman en cuenta a la población para la cual se realizan. Para ello es importante explorar las tendencias de diseño en el desarrollo de la tecnología, es decir, la migración de Diseño de Ingeniería a Diseño Centrado en el Humano (DCH). Además, como parte de los objetivos de esta investigación con la finalidad de resaltar las necesidades particulares de nuestro país, que pertenece a la gama de países de medianos ingresos, se realiza una revisión específica del Diseño para el Desarrollo. En este trabajo se elaboró un análisis de los factores del desarrollo tecnológico que contribuyen a una mejora en la detección oportuna de enfermedades, particularmente en caso de cáncer de mama.

Una de las formas de disminuir la mortalidad por cáncer es detectarlo en etapas tempranas, es decir, cuando se hayan presentado aún síntomas o no haya diseminación de células transformadas. A los exámenes que buscan esto se les denomina tamizaje. Las estrategias de tamizaje más comunes para esta enfermedad son la mastografía, el ultrasonido y la exploración mamaria. Se ha demostrado que, de ser aplicados correctamente, reducen la mortalidad por cáncer de mama en un 30%. Para que esto suceda es importante que sea un tamizaje efectivo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) para que un tamizaje sea considerado efectivo debe cubrir al menos al 70% de la población vulnerable. En México esto dista mucho de la realidad, pues la cobertura es menor al 30% (de Santillana-Hernández, García-Flores, Galván-Oseguera, Pérez-Rodríguez, & Martínez-Chapaca, 2017). Para alcanzar el tamizaje efectivo se puede recurrir al DCH con la finalidad de aumentar el acercamiento de las usuarias a través de la modificación tecnológica de los métodos de detección.

A pesar de los esfuerzos de estas metodologías por reducir la mortalidad de este padecimiento, la realidad muestra un incremento de los índices. Por ello, es fundamental mejorar las estrategias de tamizaje efectivo de estas técnicas en concordancia de la realidad nacional, es decir, parear la tecnología desarrollada con otras técnicas accesibles para la población mexicana. Este trabajo muestra un análisis estadístico de las tecnologías para la detección oportuna del cáncer de mama contrastando las capacidades de cada una de las técnicas, así como analizando los factores que un desarrollo tecnológico debe tomar en cuenta al momento de realizarlo para un país de medianos ingresos, orientando así al tomador de decisiones sobre los aspectos importantes a considerar en el desarrollo de estas estrategias. Así mismo, se propone la sinergia tecnológica de la técnica experimental de termografía, con otras de alta precisión, por las ventajas que presenta en los otros rubros.

CAPÍTULO 2



Foto de Ángel Luis Rodríguez

ANTECEDENTES ESTADÍSTICOS

PANORAMA EPIDEMIOLÓGICO

La agencia internacional que se encarga de la vigilancia de las estadísticas ligadas al cáncer es la "International Agency for Research on Cancer" (Agencia Internacional para Investigación en Cáncer) de la Organización Mundial de la Salud. Esta agencia realiza reportes de la situación por tipo de cáncer, país, continente, grupo de edad, género y otros criterios. Está ligada al Globocan (Global Cancer Observatory / Observatorio Global del Cáncer), cuyo reporte más reciente data de 2018.

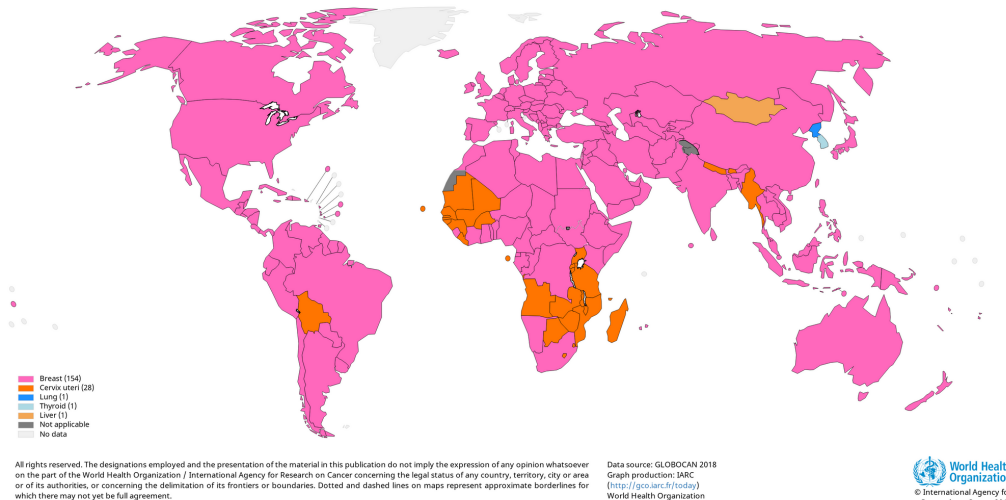


Figura 1 Principal tipo de cáncer por país, número estimado de nuevos casos en 2018, mujeres, todas las edades
Fuente OMS 2018

La Figura 1 muestra que el principal tipo de cáncer para mujeres en la mayoría de los países en el 2018 correspondió al cáncer de mama. En contraste, la Figura 2 muestra que la principal causa de muerte por cáncer en la mujer presenta una mayor variedad, aunque predomina el cáncer de mama en América Latina, Asia, Europa y Norte de África, el cáncer cérvico uterino pondera como primer lugar en África del Sur mientras que la principal causa en América del Norte, China y Australia es el de pulmón.

En el reporte "Estadísticas Globales de Cáncer 2018" se muestran las cifras más recientes respecto a este padecimiento. La incidencia se refiere a la aparición de nuevos casos mientras que la mortalidad se define como las muertes ocasionadas por la enfermedad cada año. Según este reporte en el 2018 se encontraron 2,088,849 nuevos casos y se reportaron 626,679 fallecimientos (Chávarri-Guerra et al., 2012). En este documento se reconocía la importancia de la elaboración de políticas públicas para el control del cáncer en concordancia con patrones localizados de los factores de riesgo.

El cáncer de mama es la primera causa de muerte por cáncer en la mayoría de los países analizados. A nivel mundial representa el 24.2% de los casos de cáncer en mujeres, siendo Asia el continente con mayor incidencia y mortalidad, seguido por Europa. El tercer lugar lo tiene América del Norte (Estados Unidos y Canadá), mientras que en mortalidad ese lugar lo ocupa África. Finalmente, América Latina ocupa el cuarto lugar tanto en incidencia como en mortalidad. Particularmente México representa el 1.3% (27,283 de 2,088,849) de los nuevos casos de cáncer de mama en el mundo y el 13.65% (27,283 de 199,734) de toda América Latina; en el rubro de mortalidad representa el 1.1% (6,884 de 626,679) de los nuevos casos de cáncer de mama en el mundo y el 13.65% (6,884 de 52,558) de toda América Latina.

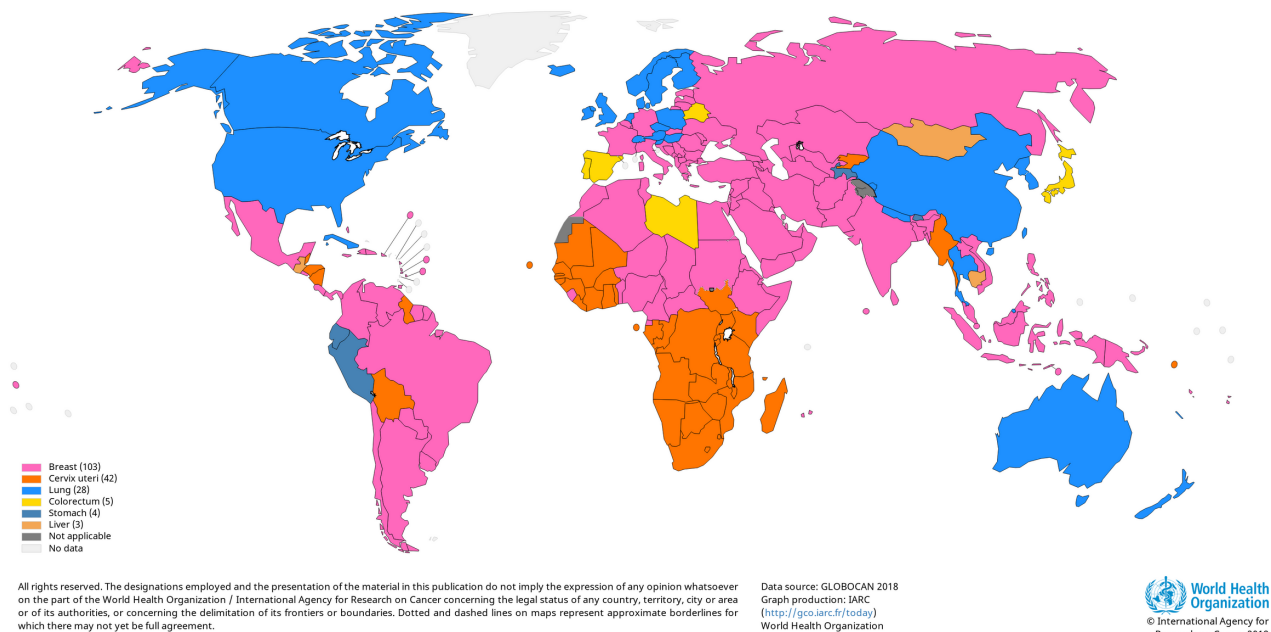
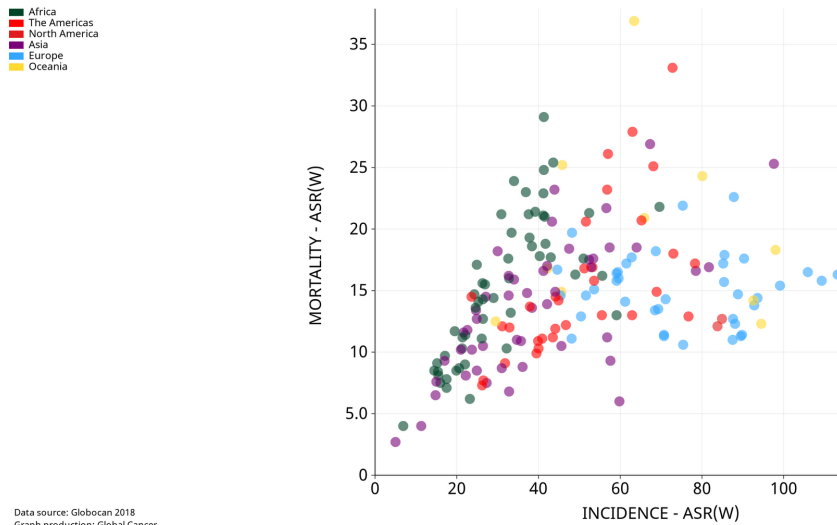


Figura 2 Principal tipo de cáncer por país, número estimado de muertes en 2018, mujeres, todas las edades
Fuente OMS 2018

El cáncer de mama ha tenido un incremento de incidencia a nivel mundial y nacional en los últimos años. Según los datos presentados en el portal del Globocan a febrero del 2020, durante el 2018 se presentaron 27,283 nuevos casos de cáncer de mama en México que representan el 14,3% de cánceres a nivel mundial de ambos sexos, y el 26% del cáncer en mujeres. El cáncer de mama es el de incidencia más frecuente excluyendo el cáncer de piel no formado por melanoma.

Es posible observar que, aunque la incidencia sea mayor en países de altos ingresos, la mortalidad es mucho mayor en países de bajos ingresos (Figura 3). Muchos factores contribuyen a este problema. Una de las razones por las cuales se presenta una mayor incidencia de cáncer de mama en países de altos ingresos se relaciona con una mayor expectativa de vida y la aparición de esta enfermedad a edades cada vez más avanzadas, mientras que la mortalidad en países de bajos ingresos puede relacionarse con la infraestructura, el acceso a tratamientos y la cobertura del tamizaje.

El cáncer es una enfermedad que tiene incidencia de forma homogénea a la población mundial independientemente de su localización o situación económica, sin embargo, la mortalidad por esta causa es más alta en países de medianos y bajos ingresos. Múltiples razones influyen en este hecho. Este trabajo aborda las implicaciones del desarrollo tecnológico y las consideraciones socioeconómicas que debe tener al momento de plantear soluciones plausibles. La Figura 3, muestra una gráfica comparativa entre la incidencia y mortalidad por continente, se puede observar que la alta mortalidad, a pesar de su baja incidencia se presenta en África. Mientras que la alta incidencia con baja mortalidad se concentra en Europa.



Data source: Globocan 2018
Graph production: Global Cancer Observatory (<http://gco.iarc.fr>)

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization

Figura 3 Mortalidad vs Incidencia, cáncer de mama, 2018, todas las edades
Fuente OMS 2018

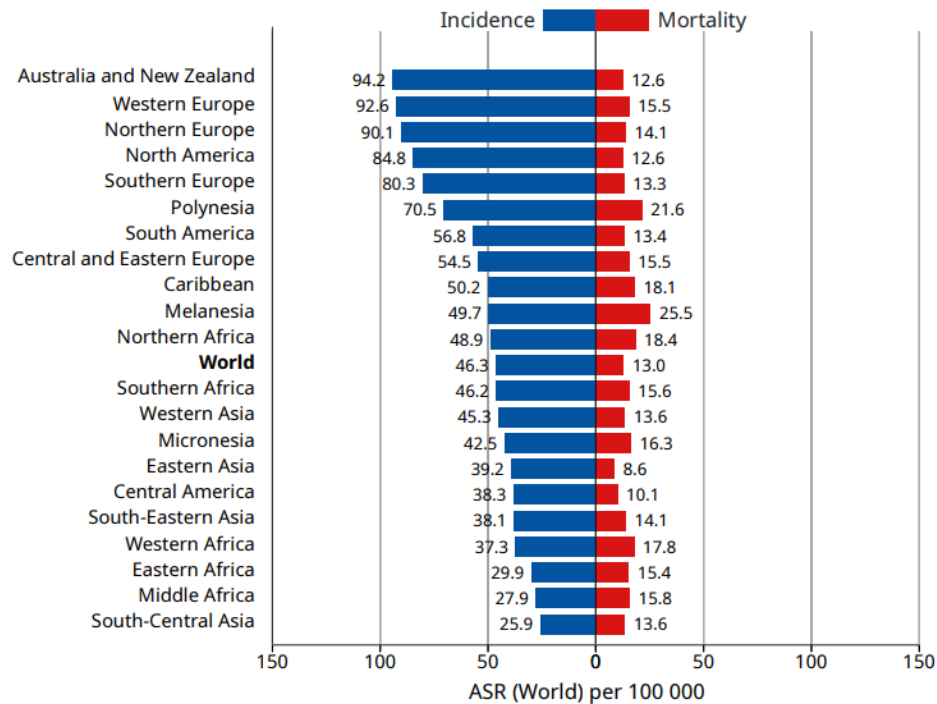


Figura 4 Mortalidad vs Incidencia de CM a nivel mundial por país
Fuente OMS 2018

Por otro lado, la Secretaría de Salud, en su Tablero Histórico de Control de Mortalidad 2000-2017 que se observa desglosado en Anexo I; reporta que desde el 2011 la tasa de mortalidad por cáncer de mama supera el promedio de mortalidad en el país (16.4%) (Salud, 2019) presentando en el 2017 su tasa más alta correspondiente (18.89%). Así mismo, en el estado de Querétaro en el 2017 se presentó una tasa de mortalidad del 20.90%, superando también el promedio nacional. Se estima que la mortalidad por cáncer se duplicará para el 2035 (Santillana-Hernández, García-Flores, Galván-Oseguera, Pérez-Rodríguez, & Martínez-Chapaca, 2017). Los tumores malignos que padece la población de mujeres adultas son en su mayoría producidos por cáncer de seno con un porcentaje de 29.5%. A nivel mundial el porcentaje de decesos por cáncer es mayor en hombres con un 56.7%, sin embargo, en México la mortalidad en las mujeres es de un 50.8%, donde la mayoría corresponden a neoplasias originadas en mama (World Health Organization, 2014).

En la Figura 5 se ve la caída de mortalidad del cáncer cervicouterino a partir del 2005 en contraste con el aumento del cáncer de mama. En el país no siempre fue la primera mortalidad por cáncer en México. En un análisis del Globocan de 1955-1957, se reportaron 18,525 casos donde el 30.2% fue derivado de cáncer cervicouterino, 10.3% por cáncer de estómago, y sólo el 4.7% estaba asociado a cáncer de mama. Esto cobra sentido ya que estrategias públicas para la disminución de cáncer cervicouterino permitieron la reducción radical de su incidencia y por lo tanto de su mortalidad (Anexo I).

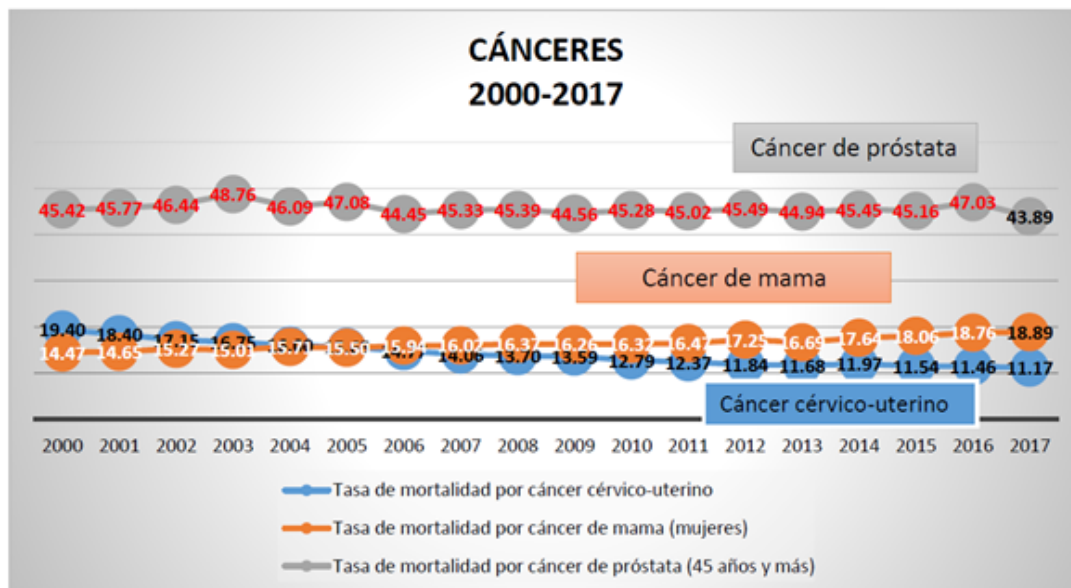


Figura 5 Tasa de mortalidad. Tablero Histórico de Control de Mortalidad 2000-2017
Fuente: Secretaría de Salud

Respecto a las predicciones de Cancer Tomorrow se contrastan a nivel mundial los casos de incidencia que se estima pasarían de 2,088,849 en 2018 a 3,059,290 en el 2040 teniendo un aumento del 46.5% principalmente por el cambio demográfico y aumento en el riesgo. Además, en cuanto a mortalidad se estima que pasarían de 626,679 en 2018 a 991,904 en el 2040 teniendo un aumento del 58.3%. En la Figura 6 se puede ver la comparativa entre el número estimado de decesos del 2018 al 2040, mientras que la Figura 7 compara el número aproximado de incidencia.

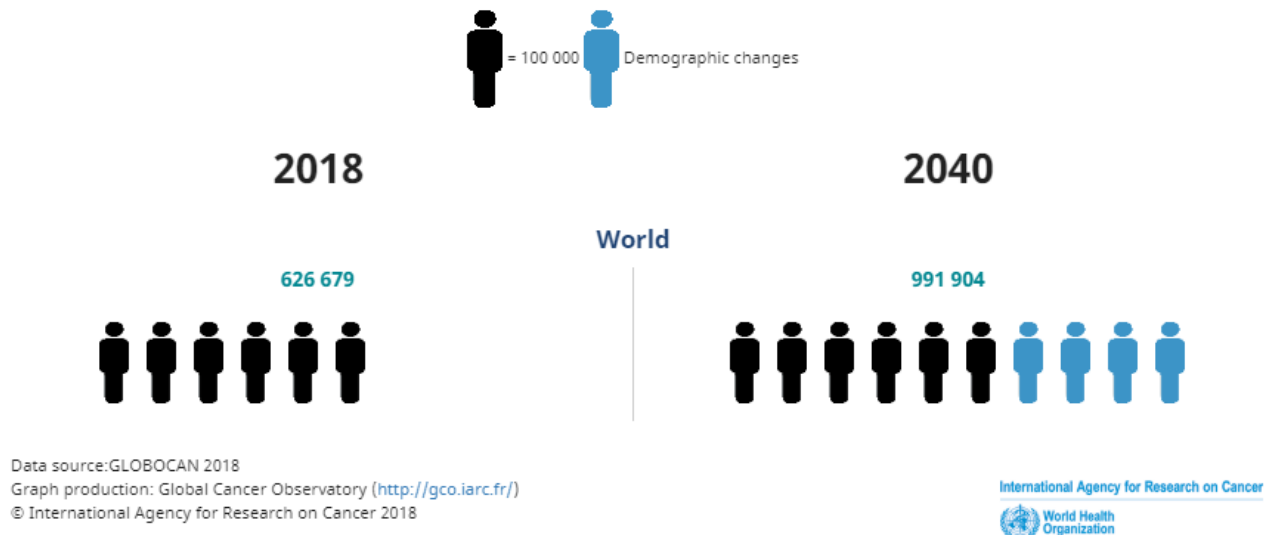


Figura 6 Número estimado de decesos del 2018 al 2040, por cáncer de mama, mujeres, todas las edades
 Fuente: OMS, Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer 2018

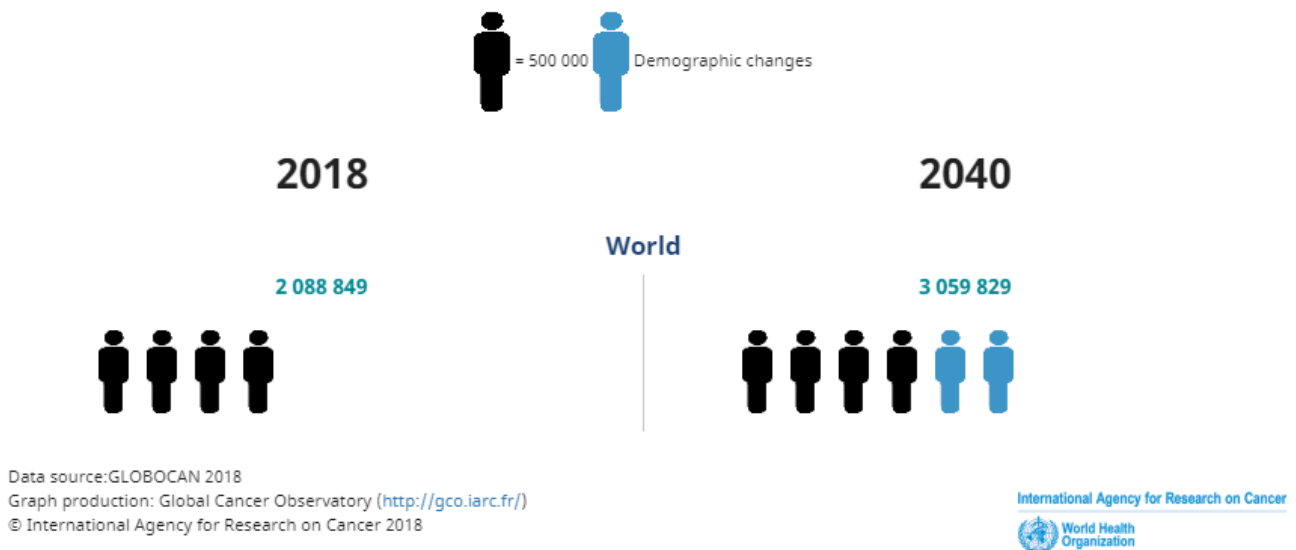


Figura 7 Número estimado de incidencia del 2018 al 2040, cáncer de mama, mujeres, todas las edades
 Fuente: OMS, Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer 2018

A pesar de los cambios demográficos de edades de incidencia siendo cada vez a edades más tempranas, la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA2-2002 contempla el uso de mastografía en mujeres de 40 a 60 años. Esto se debe a que cuando se estipuló era el grupo de mayor incidencia, así mismo, la mastografía presenta limitaciones físicas para su aplicación en otro grupo de edad. Dichas limitaciones se detallan en el Capítulo 4.

La Figura 8 muestra la distribución de incidencia demográfica presentada entre el 2007 y el 2011 en nuestro Estados Unidos. Los datos más recientes presentados por el programa Surveillance, Epidemiology, and End Results del NCI, muestran que actualmente el grupo de mayor incidencia es en mujeres mayores a 65 años en Estados Unidos. En México, según datos del Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva, en el año 2014, se registraron 11,372 casos nuevos de cáncer de mama con una tasa de incidencia de 22.56 por 100,000 habitantes mayores de 10 años. Para las mujeres de 25 años y más, en el 2015 se registraron 6,252 muertes con una tasa cruda de 18 defunciones por 100,000 mujeres. La edad promedio de incidencia fue de 54.9 años, la incidencia más alta en el número de casos se registra en el grupo de 50 a 59 años con el 45% de todos los casos.

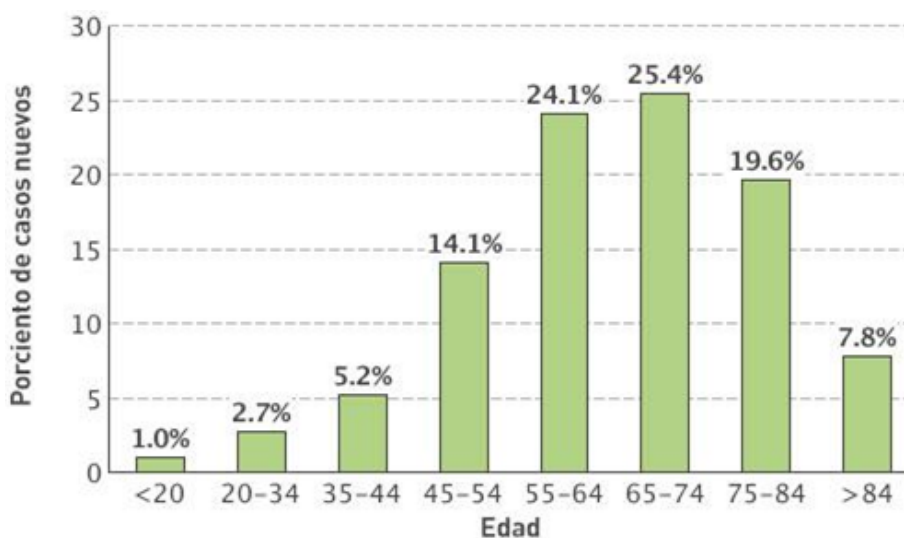


Figura 8 Nuevos casos por edad SEER 18 2007-2011
Fuente: Surveillance, Epidemiology, and End Results del NCI

Los informes estadísticos muestran la importancia del cáncer de mama en la agenda de salud pública, así como la relevancia de los cambios demográficos y las expectativas de crecimiento. Para atender este tema, es posible apoyarse en la tecnología para la generación de estrategias para una detección oportuna.

IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA EN LA ELABORACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN SALUD

Las tecnologías actuales tienen un enfoque basado en Diseño de Ingeniería, es decir, principio físico de funcionamiento y viabilidad. A pesar de su utilidad, este enfoque de diseño tiene numerosas limitantes, ya que no toma en cuenta a todas las personas involucradas, como el paciente, el operador, y los numerosos agentes involucrados. Esto genera complicaciones variadas. En este trabajo se resalta la incomodidad de las pacientes para la aplicación de la técnica de tamizaje, lo cual genera un rechazo a la técnica obstaculizando el objetivo de tamizaje efectivo. La inclusión de factores humanos en el desarrollo de tecnologías de tamizaje aumenta la incidencia de las usuarias de la técnica de forma continua. Este tema se profundizará en el Capítulo 6.

Particularmente en el caso de cáncer de mama, la inclusión de la perspectiva de género, es decir, considerar las necesidades específicas de las mujeres, permite una mejor comprensión y aplicación de la técnica de tamizaje seleccionada. Este factor, a pesar de estar incluido dentro del Diseño Centrado en el Humano, es importante resaltarlo bajo la actual perspectiva de creación tanto de equipos médicos como de programas o estrategias para el acercamiento de las usuarias a la técnica.

En países como México, no se pueden implementar los mismos programas o estrategias como en los países de altos ingresos, porque las condiciones tanto de infraestructura, culturales, históricas y sociales son muy diferentes. En el libro "La era del desarrollo sostenible", Jeffrey Sachs, un analista para Naciones Unidas, dice que afrontar problemáticas similares a nivel mundial puede entenderse como tratar una enfermedad, aunque los "síntomas" sean los mismos, el tratamiento depende de las condiciones particulares del paciente. (Sachs, 2014). De la misma manera el desarrollo tecnológico usado para el tamizaje debe ser adecuado a la realidad nacional.

Por otro lado, es importante conocer los alcances y las limitaciones de las técnicas basadas en el principio físico de funcionamiento, ya que se pueden presentar errores o complicaciones en la aplicación de estas. Así mismo, se deben considerar las dificultades en el proceso de transculturación del uso de tecnologías ajenas. Por ello se debe consultar a profesionistas multidisciplinarios capaces de comprender las tecnologías en el momento de elaborar planes para las tecnologías en políticas públicas, aumentando de esta forma la probabilidad de éxito de una política pública.

Justificación

México ha creado diversas estrategias para disminuir la mortalidad por esta enfermedad. La creación del Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva realiza una observación constante de estas estadísticas. Se ha utilizado equipo mastográfico para una detección oportuna, sin embargo, la cobertura de la población no alcanza el 70%, lo cual significa que no es un tamizaje efectivo. Se deben ofrecer soluciones viables en términos de factores sociales, éticos, organizacionales, técnicos, de contexto y que consideren al paciente y otros actores involucrados. Así como preparar un análisis relevante para el tomador de decisiones donde se cubran los aspectos más importantes de la propuesta tecnológica con los factores asociados.

OBJETIVOS

General

Proponer una estrategia contextualizada, mediante la sinergia tecnológica, como estrategia para alcanzar el tamizaje efectivo en cáncer de mama para México.

Específicos

- Determinar los factores que identifican una probable lesión en mama.
- Determinar mediante indicadores estadísticos las tecnologías médicas que permitan mejorar la detección oportuna de patologías mamarias.
- Realizar un resumen estadístico de la efectividad de las técnicas de tamizaje.
- Evaluar la viabilidad socio-tecnológica de las técnicas experimentales para convertirse en técnicas complementarias de tamizaje.
- Proponer la sinergia tecnológica entre técnicas de tamizaje y técnicas experimentales para aumentar el tamizaje efectivo (termografía y mastografía).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron los siguientes procedimientos:

- Demostrar la problemática basada en estadística.
- Identificar las patologías asociadas a mama y determinar los factores que identifican una probable lesión de acuerdo con la técnica. Identificar los fenómenos físicos observables en cada técnica y su relación a la patología.
- Estandarizar los indicadores de certeza clínica. Establecer patrones comparativos iguales para todas las técnicas con la finalidad de obtener una comparación válida.
- Realizar un resumen estadístico de la efectividad de las técnicas de tamizaje. Una vez establecidos estos criterios realizar un ejercicio comparativo.
- Evaluar la viabilidad socio-tecnológica de las técnicas convencionales y experimentales para tamizaje. Consiste en realizar el análisis considerando los factores no técnicos.
- Realizar un análisis de las estrategias y políticas públicas para el tamizaje efectivo.
- Proponer la sinergia tecnológica entre técnicas de tamizaje para mejorar la detección oportuna de patologías mamarias. A través de una estrategia colaborativa buscar el tamizaje efectivo.
- Determinar la propuesta de valor y proponer la sinergia tecnológica entre técnicas de tamizaje y técnicas experimentales para aumentar el tamizaje efectivo (termografía y mastografía).

CAPÍTULO 3



INTRODUCCIÓN A LAS PATOLOGÍAS MAMARIAS

GENERALIDADES DE ANATOMÍA DE LA MAMA

Los mamíferos cuentan con estructuras características denominadas mamas. En el caso particular de los seres humanos, se presentan de forma simétrica y en par, en la parte anterior y superior del torso. Se desarrollan en mujeres y permanecen sin un desarrollo completo en los hombres, sin embargo, se podrían desarrollar como producto de alteraciones o enfermedades congénitas. Las funciones principales de las glándulas mamarias es proveer leche materna y servir de forma secundaria en la reproducción.

La mama está compuesta por estructuras internas y externas. Externamente se presentan el pezón y la aréola; la estructura interior se compone principalmente de tejido adiposo, así como de los conductos galactóforos y la glándula mamaria cuya función es la producción y secreción de leche materna. Dichas glándulas drenan en el pezón a través de ductos galactóforos y en su mayoría actúan como reservorio de leche durante la lactancia. A lo largo de esta sección se hablará acerca de las principales características anatómicas y fisiológicas de la mama para poder entender las patologías relacionadas con esta.

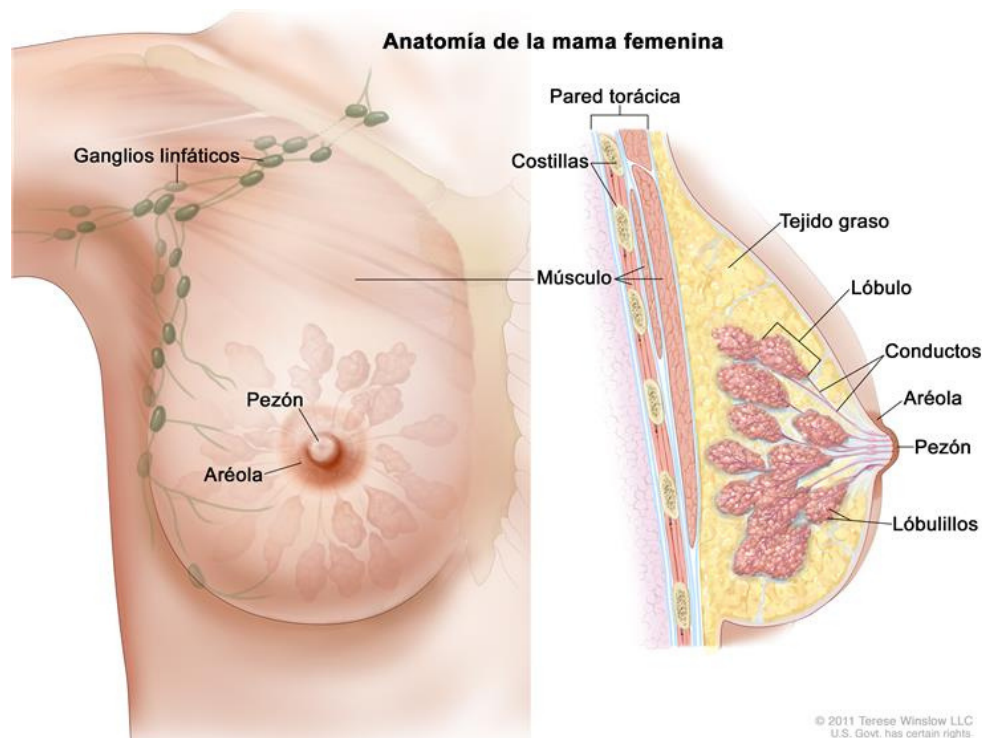


Figura 9 Anatomía de la mama femenina.
Fuente: Terese Winslow 2011

Sistema linfático

El sistema linfático es parte del sistema inmune. Está integrado por órganos, vasos, conductos y ganglios linfáticos; a través de este sistema se transporta la linfa hasta el torrente sanguíneo. Los ganglios linfáticos son estructuras con forma curvada y pequeña conformadas por una agrupación de células inmunitarias. La linfa es una sustancia compuesta por agua, proteínas, grasas y linfocitos de una apariencia blanquecina traslucida que recorre los vasos linfáticos. En la mama se produce linfa y esta se drena principalmente hacia los ganglios linfáticos de la axila. El drenaje linfático es importante dentro de la anatomía de la mama pues si se produce alguna alteración cancerosa ésta puede migrar a través del sistema linfático y provocar metástasis.

Los ganglios axilares son los primeros en donde el cáncer tiene probabilidad de extenderse. Cuando el cáncer se desarrolla en los ganglios linfáticos se le denomina linfoma. Cuando se presenta un tumor una de las formas de determinar si este ha realizado metástasis es a través de una biopsia del ganglio centinela. El ganglio centinela es al cual es más probable que haya migrado. Esto se identifica mediante la inserción de una sustancia observable por su radiación.

Anatomía

La mama es un órgano dérmico especializado. Se encuentra en el músculo pectoral mayor y generalmente se extiende de la segunda hasta la sexta costilla y cuenta con un peso aproximado de 150 a 200g (Donegan & Spratt, 1982). Cuando se encuentra lactante puede ascender a los 500g. Principalmente se conforma por tejido del tipo tuboalveolar. El soporte de los lóbulos es otorgado por tejido conectivo fibroso y el tejido adiposo complementa el espacio entre los lóbulos. La mama está dividida en lóbulos los cuales están ligados con un conducto excretorio que converge en el pezón. Adicionalmente a los tejidos la mama cuenta con vasos arteriales, venosos y linfáticos. Particularmente los pezones tienen una gran cantidad de vasos sanguíneos y nervios. Los nervios provienen de los cinco intercostales correspondientes.

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS MAMARIAS

Dada la importancia que tienen las enfermedades malignas de la mama, esta sección se enfoca a hacer una descripción de tales enfermedades y debido a su importancia, solamente se enuncia las enfermedades benignas. (Anexo II). Para buscar la implementación de tecnologías que aporten soluciones efectivas es necesario entender el problema a resolver. En el caso de este trabajo las patologías de la mama son el objetivo principal. A lo largo de este capítulo se describe las principales patologías que afectan al seno, así mismo, se resaltan los factores que deben ser considerados al momento de generar una detección oportuna.

Las lesiones asociadas se presentan principalmente en mujeres, aunque también pueden presentarse en hombres. Las patologías benignas son alteraciones en el tejido mamario incapaces de diseminarse (Secretaría de salud, 2009). Por el contrario, las patologías malignas son aquellos crecimientos descontrolados que pueden invadir tejidos aledaños o tienen la capacidad de diseminarse a través del sistema linfático o el torrente sanguíneo. La Secretaría de Salud hace una clasificación de las patologías tumorales más comunes en la mama. Se tienen principalmente carcinomas que se derivan del epitelio mamario, y sarcomas que se forman de la mesénquima (tejido conectivo) (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002).

Tabla 1 Casos más comunes de tumores en mama

Clasificación	Patología
Tumores benignos	Fibroadenoma mamario Tumor phyllodes Papiloma canicular, intracanicular Papilomatosis múltiple
Displasias mamarias	Condición fibroquística Adenosis mamaria
Padecimientos infecciosos e inflamatorios	Absceso mamario Mastitis del puerperio Ectasia de los conductos Enfermedad de Mondor
Miscelánea	Ginecomastia Hiperplasia virginal Galactocele
Tumores malignos	Carcinoma mamario Sarcoma de la mama

Fuente: (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002)

Patologías benignas

Las patologías benignas corresponden a la mayoría de las enfermedades asociadas con la mama. Son un numeroso y diverso grupo de lesiones. Principalmente se presentan desarrollo de anomalías, lesiones inflamatorias, proliferaciones estromales y epiteliales, así como neoplasias (Guray, Sahin, & Objectives, 2006). La identificación de estas patologías mediante diversos métodos de tamizaje, así como el uso de biopsia ha permitido tener un seguimiento de estas sin la necesidad de una intervención quirúrgica.

Patologías malignas

Las patologías malignas de mama son aquellas que son capaces de diseminarse. La principal es el cáncer de mama. Es importante destacar que, a pesar de ser el hallazgo más preocupante, se ha reportado que la mayoría de los casos corresponden a patologías benignas.

Los tipos más comunes son carcinoma. Se originan en las células epiteliales. Estos se nombran en función del punto de origen y el crecimiento que han tenido. Los adenocarcinomas son los que se originan en el tejido glandular como los conductos galactóforos o en los lobulillos. Los carcinomas que han invadido el tejido circundante se conocen como invasivos o infiltrantes; los más comunes son los carcinomas ductales infiltrantes y carcinomas lobulillares invasivos. Entre un 75 % y 80 % de los carcinomas son invasivos siendo el más común el carcinoma ductal infiltrante (80 %). Los tipos de cáncer menos comunes son cáncer de seno inflamatorio y angiosarcoma. A continuación, se describirán algunas de las enfermedades que afectan a la mama y sus características.

Carcinoma lobulillar in situ

Un carcinoma lobulillar in situ es un tipo de lesión neoplásica que se produce en los lobulillos, generalmente multicéntrica y bilateral. Se observa una proliferación de células epiteliales que no traspasan la membrana basal del epitelio. Se considera un marcador de riesgo a desarrollar cáncer invasor, ya que alrededor de 30 % de los pacientes lo desarrolla en los años posteriores.

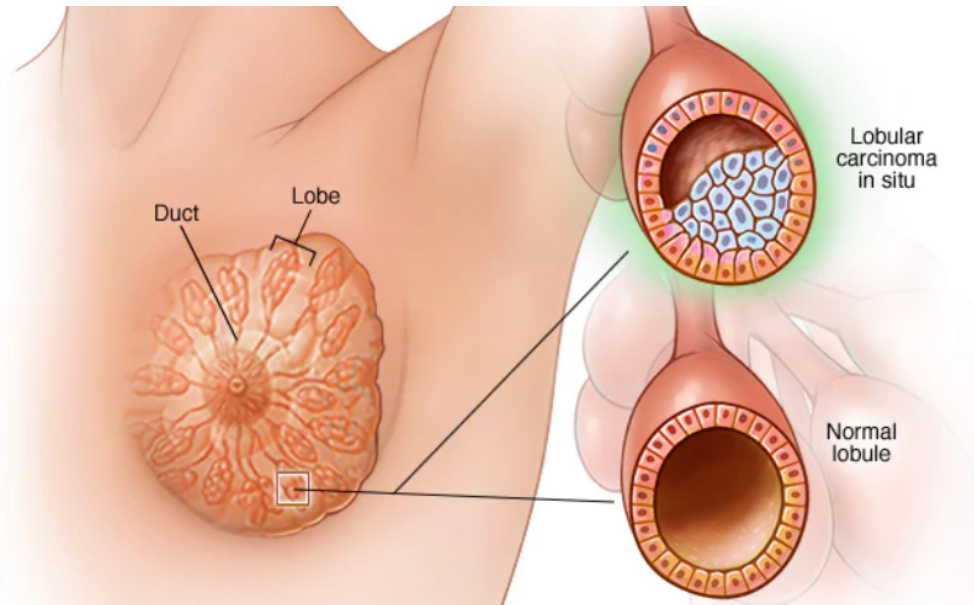


Figura 10 Carcinoma lobulillar in situ
Fuente: Mayo Clinic

Carcinoma ductal in situ

Este carcinoma presenta proliferación de células epiteliales en los conductos de la mama sin invasión de la membrana. Representa entre el 25 y 40% de los carcinomas mamarios. Se considera un factor de riesgo para desarrollar un carcinoma invasivo. Se presenta como una masa palpable, una secreción, microcalcificaciones pleomorfas y heterogéneas agrupadas.

Carcinoma lobulillar invasivo

Ocupa el segundo lugar de los carcinomas infiltrantes, infiltra el estroma de forma lineal. Este tipo de carcinomas presenta en su mayoría un alto índice de agresividad. Se origina en los lobulillos que son las glándulas productoras de leche. En mastografía se observa como densidad asimétrica y muchas veces no presenta una masa palpable. Sin embargo, es difícil detectarlo por un estudio físico o Imagenología (American Cancer Society, 2017).

Carcinoma ductal invasivo

El carcinoma ductal invasivo representa entre el 50 % y 90 % de todos los carcinomas mamarios. Se origina en el conducto terminal de la unidad de ducto lobulillar terminal. Se originan en las células que revisten un conducto de leche, posteriormente lo sobrepasa e invaden tejidos circundantes donde puede generar metástasis a partir del sistema linfático. Normalmente el paciente presenta calcificaciones bien definidas, puntiformes, ovaladas, redondas o amorfas, con densidad variable situadas en los espacios cribiformes.

Otros tipos de carcinoma

Existen otros tipos de carcinomas que representan menos del 5% de los casos de cáncer de seno. Se denominan en función de las observaciones en microscopio. Los que presentan un mejor pronóstico que un carcinoma ductal invasivo convencional son: carcinoma quístico adenoide, carcinoma adenoescamoso de bajo grado, carcinoma medular, carcinoma mucinoso, carcinoma papilar, carcinoma tubular. Los que se muestran con un diagnóstico igual o peor son: carcinoma metaplásico, carcinoma micropapilar, y carcinoma mixto que tiene características de ductal invasivo y lobulillar (American Cancer Society, 2017).

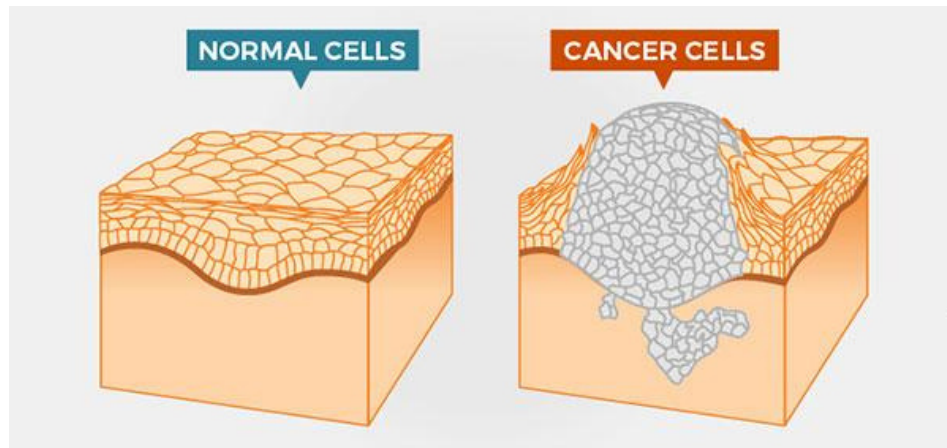


Figura 11 ¿Cómo se forma el cáncer? Células cancerosas
Fuente: Modificado de NIH

CÁNCER

El cáncer es una enfermedad que sucede cuando las células tienen un crecimiento descontrolado. No se tiene una causa específica, puede ser por factores ambientales, genéticos, hábitos, entre otros. Las células tumorales pueden adquirir mutaciones por diferentes mecanismos y anomalías cromosómicas no aleatorias (Kumar, K.Abbas, & Aster, 2013).

Para que una célula mute es necesario que dos de las copias de los oncogenes estén dañadas. Cuando el caso es hereditario una de las copias se encontrará dañada y la segunda se dará por una mutación en células somáticas (aquellas producidas después de la concepción y que son incapaces de heredar características). Los fallos están asociados a la incapacidad de reparar el ADN de forma correcta poniendo en riesgo la integridad del genoma. Los agentes externos principales son químicos, radiación, actividad vírica y microbiana. La carcinogénesis es un proceso que es consecuencia de la acumulación de mutaciones que dan como resultado un fenotipo transformado. La mayoría de las neoplasias malignas tienen una lesión benigna como precursora (Miguel-Soca, Argüelles González, & Peña González, 2016).

Existen una serie de propiedades que comparten las células cancerígenas, particularmente las responsables de las neoplasias. Las seis características distintivas del cáncer son los rasgos que la mayoría de las células adquieren durante su desarrollo por las mutaciones genéticas (Bland et al., 2009). Estas son:

- **Evasión de apoptosis:** La apoptosis o muerte celular programada es un mecanismo que consiste en descomponer la célula de forma ordenada que las células adyacentes pueden procesar. En un proceso cancerígeno no se da este mecanismo, así como la autofagia permitiendo que continúe el crecimiento.
- **Autosuficiencia en las señales de crecimiento:** Las células cancerosas tienen la capacidad de alterar el procedimiento de reproducción. Estos mecanismos favorecen la proliferación celular no regulada, se expresan independientemente de un estímulo.
- **Insensibilidad a las señales inhibitorias del crecimiento:** El crecimiento celular está regulado por mecanismos que promueven o inhiben el crecimiento por mecanismos complementarios. En las células cancerosas se observan mutaciones genéticas en oncogenes que suspenden a los genes supresores.
- **Angiogenia sostenida:** El crecimiento tumoral requiere el suministro de nutrientes, oxígeno y eliminar productos de desecho. Para ello es necesario producir nuevos vasos sanguíneos, el tamaño máximo que un tumor puede tener sin generar nuevos vasos es de 2 mm. Al producir nuevos vasos sanguíneos es posible que surja metástasis, así como la estimulación para la liberación de factores de crecimiento. Debido a las características de un tumor la angiogenia tiene una alta correlación con una neoplasia.
- **Potencial ilimitado de replicación:** Cada célula tiene la capacidad de replicarse de 60 a 70 veces, posteriormente se encuentra con telómeros cortos que son los puntos de control del ciclo celular, estos llevan a finalizar el ciclo reproductivo. Al estar incapacitados se da una reparación inapropiada del ADN que provoca una inestabilidad cromosómica masiva. Las células tumorales activan la telomerasa, evitan la catástrofe mitótica alcanzando así la inmortalidad.
- **Invasión tisular y metástasis:** Una característica clave de las neoplasias malignas es la capacidad de invadir tejidos. Para ello es necesario que pase por cuatro pasos: aflojamiento de los contactos célula-célula, degradación de las membranas basales, fijación de nuevos componentes en ella, y migración de células tumorales. La metástasis de un tumor se detiene normalmente en el primer lecho capilar. Es posible predecir la localización de la metástasis basándose en la ubicación del tumor primario.
- **Reprogramación del metabolismo energético:** Se ha observado que en procesos tumorales las células cancerosas desplazan su metabolismo de la glucosa adoptando la glucólisis aerobia que, a pesar de ser menos eficiente en la producción de ATP, se presenta en los tumores de crecimiento más acelerado. La tomografía por emisión de positrones utiliza esta característica para identificar neoplasias.
- **Evasión del sistema inmunitario:** Los tumores se caracterizan por evitar la destrucción por parte del sistema inmunitario. Para ello utilizan mecanismos que evitan que el sistema inmune identifique al tumor como un agente dañino.

Adicionalmente se observan dos características emergentes que son la reprogramación del metabolismo energético y la evasión del sistema inmune, así como dos características facilitadoras que son la inestabilidad del genoma y la inflamación protumoral (Kumar et al., 2013). El cáncer inicia como una enfermedad localizada no invasiva que se torna invasiva; asimismo, inicia como asintomática y posteriormente se observan síntomas. Se divide en tres fases: localizada, regional y metastásica (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002).

La Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer, que es una dependencia de la Organización Mundial de la Salud, tiene una clasificación para las enfermedades relacionadas con cáncer, principalmente las de carácter tumoral. Esta clasificación se denomina International Classification of Diseases for Oncology (ICD-O) y por acuerdo de Colegio Americano de Patólogos se incorporó al Sistema de Nomenclatura en Medicina (SNOMED). La edición más reciente es la tercera. Por códigos topográficos de las enfermedades relacionadas con el seno se encuentran en el C-50. Esta clasificación se basa en el patrón de crecimiento histológico y las características citológicas de la lesión (International Agency for Research on Cancer, 2019). La información detallada se puede apreciar en el Anexo II.

Factores de riesgo del cáncer de mama y su prevención

Debido a la naturaleza multifactorial de la enfermedad, no es posible identificar las causas puntuales por las cuales una persona desarrolla cáncer, sin embargo, existen ciertos factores de riesgo asociados al desarrollo de esta. El Consenso Mexicano sobre Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer Mamario establece cuatro tipos de factores de riesgo: biológicos, ambientales, antecedentes reproductivos; y estilo de vida:

A) Biológicos:

- Sexo femenino.
- Envejecimiento: A mayor edad mayor riesgo, sin embargo, la incidencia disminuye a partir de los 75 años.
- Antecedente personal o familiar de cáncer de mama en madre, hijas o hermanas.
- Antecedentes de hallazgos de hiperplasia ductal atípica, Imagen radial o estrellada, así como carcinoma lobulillar in situ por biopsia.
- Vida menstrual mayor a 40 años (menarca antes de los 12 años y menopausia después de los 52 años).
- Densidad mamaria.
- Ser portador conocido de los genes BRCA1 o BRCA2.

B) Latrógenos o ambientales:

- Exposición a radiaciones ionizantes, principalmente durante el desarrollo o crecimiento (in útero, en la adolescencia).
- Tratamiento con radioterapia en tórax.

C) Factores de riesgo relacionados con los antecedentes reproductivos:

- Nuliparidad.
- Primer embarazo a término después de los 30 años.
- Terapia hormonal en la perimenopausia o posmenopausia por más de cinco años.

D) Factores de riesgo relacionados con el estilo de vida:

- Alimentación rica en carbohidratos y baja en fibra.
- Dieta rica en grasas tanto animales como ácidos grasos trans.
- Obesidad, principalmente en la posmenopausia.
- Sedentarismo.
- Consumo de alcohol mayor a 15 g/día.
- Tabaquismo.

No hay forma de asegurar que no se desarrollará cáncer si se adoptan ciertas medidas de prevención, sin embargo, puede hacer una reducirse significativa del riesgo del desarrollo. El Consenso Mexicano sobre Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer Mamario afirma que la promoción de las conductas favorables a la salud para la prevención del cáncer de mama puede disminuir hasta en 30% la incidencia en la población. Las recomendaciones para esto son:

- Dieta rica en frutas y verduras y baja en grasas animales.
- Práctica de ejercicio físico moderado.
- Consumo de ácido fólico.
- Amamantar, por lo que debe incluirse entre las ventajas de la lactancia materna.
- Mantener un adecuado índice de masa corporal pues el elevado (> 30) se asocia con un incremento significativo en el riesgo de cáncer de mama en mujeres posmenopáusicas.

La prevención secundaria está enfocada en identificar la aparición de la enfermedad en las etapas tempranas.

- Realizar historia clínica completa enfocada a identificar factores de riesgo para cáncer de mama.
- La prevención secundaria para la detección del cáncer de mama debe incluir la autoexploración, el examen clínico y la mastografía.
- La autoexploración se debe recomendar a partir de los 20 años; el objetivo es sensibilizar a la mujer sobre el cáncer de mama, lograr que tenga un mayor conocimiento de su cuerpo y que identifique cambios anormales para la demanda de atención médica apropiada.
- Es función del personal de salud, enseñar la técnica de autoexploración a todas las mujeres mayores de 20 años que acudan a las unidades médicas.
- El examen clínico debe ser practicado anualmente a partir de los 25 años, por personal de salud capacitado en la exploración de las mamas.
- Examen anual con mastografía a partir de los 40 años.
- Todas las mujeres deben ser informadas sobre las ventajas y limitaciones de la mastografía.

CAPÍTULO 4



PRINCIPALES TÉCNICAS DE DETECCIÓN DE PATOLOGÍAS MAMARIAS

En este Capítulo se hace un análisis del principio físico de funcionamiento de las técnicas convencionales y algunas experimentales además de la certeza clínica reportada. Los parámetros de evaluación son costo, viabilidad técnica, certeza clínica. Existe una diferencia fundamental entre diagnóstico, detección, tamizaje y tamizaje efectivo. El diagnóstico es el que, a través de la correlación de exámenes clínicos, observaciones médicas, sintomatología y resultados de biopsia determina si una paciente presenta o no una patología y cual. Cabe mencionar que el único examen que puede determinar con certeza si se presenta cáncer es la biopsia. La detección es cualquier tipo de examen que permita identificar con un determinado rango de certeza la aparición de alguna posible patología en este caso en la glándula mamaria. El tamizaje es el tipo de examen que se realiza de forma continua y periódica para la detección oportuna de alguna patología.

El tamizaje para esta enfermedad consiste principalmente en mastografía, ultrasonido, resonancia magnética y exploración mamaria. A pesar de los esfuerzos de estas tecnologías por reducir la mortalidad de este padecimiento, la realidad presenta un incremento de los índices. Por ello, es fundamental aumentar la efectividad de estas técnicas en concordancia de la realidad nacional, es decir, parear la tecnología desarrollada con otras técnicas accesibles para la población mexicana. Aunado a las técnicas convencionales, se han desarrollado diversas técnicas complementarias de tamizaje experimental, que son mínimamente invasivas y de resultar efectivas podrían ayudar a tratar de forma exitosa la enfermedad.

El tamizaje cuenta con objetivos específicos, métodos estandarizados y dirigidos a una población determinada. Según el National Cancer Institute, de los Estados Unidos para que una prueba de tamizaje sea considerada efectiva debe cumplir con las siguientes características:

1. Detección temprana del cáncer.
2. Reducir la probabilidad de que alguien que es analizado constantemente fallezca a causa de cáncer.
3. Tener más posibles beneficios que perjuicios.

A pesar de la comprobada eficacia de las técnicas existentes, la situación nacional no permite su uso en toda la población, ya que en México el equipo mastográfico es escaso. Además, no se cuentan con suficientes especialistas entrenados para su interpretación. Los detalles de esto se describen en el Capítulo 5. Con el objetivo de ampliar el espectro de atención se han desarrollado técnicas complementarias. Su uso podría ayudar a identificar de forma temprana los padecimientos, resultando así en una reducción de los índices de mortalidad. La Sociedad Americana Contra el Cáncer menciona algunos estudios por imágenes del seno recientes y experimentales. En este apartado se mencionan: tomosíntesis o mamografía tridimensional (3D), estudios ópticos por imágenes, Imagen diagnóstica molecular del seno, mamografía por emisión de positrones, tomografía de impedancia eléctrica y elastografía.

Cuando una lesión cancerosa ha realizado metástasis ya no es posible curarlo, por ello es fundamental detectarlo antes de que esto suceda. La fase preclínica suele ser prolongada, lo cual aumenta la probabilidad de encontrarlo tempranamente. Cuando se encuentra la lesión en la fase incipiente del desarrollo del tumor se considera diagnóstico temprano; por otro lado, el diagnóstico preclínico es cuando se descubre un carcinoma que no ha presentado síntomas.

Tabla 2 Descripción de la progresión de la enfermedad

Descripción de la progresión de la enfermedad							
Inicio de la enfermedad	Enfermedad no invasiva asintomática	Enfermedad invasiva asintomática	Enfermedad sintomática				Muerte
	Diagnóstico preclínico		Fase localizada	Fase regional	Fase metastásica	Fase avanzada	
			Diagnóstico				
	Tamizaje de mama		Precoz				
	Diagnóstico temprano		clínico				

(Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002)

El diagnóstico preclínico presenta tres principales ventajas: menor extensión de la neoplasia, menor agresión por tratamiento, menor probabilidad de secuelas, disminución de complicaciones; frecuencia de metástasis en ganglios linfáticos moderada; menor probabilidades de metástasis a distancia (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002).

EXPLORACIÓN MAMARIA

La detección de patologías por medio de exploración se realiza como un acercamiento personal para un conocimiento constante de la mama y por la exploración realizada por un profesional. Esta técnica evalúa el tejido analizando forma, apariencia, aparición de masas y secreciones. (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002). La exploración realizada por un profesional se denomina examen clínico de mama mientras que el realizado por la paciente se conoce como auto examen.

La exploración mamaria resulta importante ya que se tiene registrado que el 80% de los cánceres fueron detectados por las pacientes (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002). El autoexamen debe ser realizado a partir de la menarca del 7° al 10° día después del inicio del flujo, esto debido a que en estas fechas se reducen los nódulos y hay menor edema en las mamas. En caso de no presentar menstruación se debe realizar el examen un día fijo cada mes.

Debido a que, tanto la exploración mamaria como el autoexamen dependen únicamente de la experiencia de quien lo realiza, pueden presentarse resultados falsos positivos, que provocan ansiedad, o falsos negativos, que generan un retraso en la detección de la patología. Se ha observado que al realizar un examen por un profesional de la salud se tiene una calidad más alta. A pesar de todo presenta una validez de buena a razonable y se recomienda como un seguimiento rutinario (Instituto Nacional del Cáncer, 2019).

El proceso de la exploración clínica y de la autoexploración recae en la pericia del observador para identificar los cambios palpables respecto a revisiones anteriores. Es por ello por lo que resalta la importancia de realizar el estudio de forma periódica (Anexo II).

MASTOGRAFÍA

A pesar de que las facilidades de la autoexploración la coloquen como la técnica de detección con mayor alcance, las observaciones no sólo no son certeras si no que no es posible medir y por lo tanto estimar correctamente lo que se percibe. Por esta razón la tecnología ha tenido una importante incidencia en esta rama de la salud desarrollando mecanismos que puedan aportar información objetiva y medible. A estas tecnologías se les conoce como medio auxiliar de diagnóstico (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002). Particularmente en nuestro país, el uso de la mastografía ha mostrado ayudar a mantener índices de supervivencia de 5 a 10 años.

La mastografía, o mamografía, es la tecnología más común como método de detección. Existen dos tipos de mastografía: tamizaje y diagnóstica. La mastografía de tamizaje es para mujeres asintomáticas mientras que la de diagnóstico se realiza para la observación de cualquier cambio o síntoma referido por la paciente referidos en el método de autoexploración (IMSS, 2020). La United States Preventive Services Task Force recomienda realizar el estudio a mujeres mayores a 40 años y hasta los 74 años, ya que considera que el aumento de la edad es el mayor riesgo para la incidencia de cáncer. La Secretaría de Salud menciona que la mastografía no está indicada para mujeres menores a 40 años. Así mismo, se recomienda su uso hasta los 69 años, ya que a esa edad el tejido mamario es denso y por lo tanto no permite que el estudio sea confiable (Secretaría de Salud., 2015). También menciona que la realización bianual es la óptima, ya que preserva la mayoría de los beneficios eliminando a la mitad los posibles daños asociados a la técnica, mencionando que de ampliar el periodo entre un examen y otro puede reducir sus beneficios. (USPTF, 2014). En México se recomienda realizarse el examen de forma bianual a partir de los 40 años y anual a partir de los 50. Adicionalmente en su modalidad de diagnóstico se aplica en casos particulares a menores de 40 años, con sospecha clínica, búsqueda de un tumor primario, y control de pacientes con cáncer mamario tratado. (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002).

El estudio consiste en una evaluación de imágenes por un médico radiólogo, tomadas por Rayos X al momento de realizar presión sobre la mama. Se considera un examen de tamizaje, es decir para pacientes asintomáticas, que permite a través de Rayos X identificar anomalías en el tejido mamario. Se deben tomar dos radiografías cada mama. La primera Céfalocaudal (CC), es decir, con la incidencia de Rayos X de arriba hacia abajo. Para evitar que se formen pliegues en la piel, o una parte de la barbilla u hombro oscurezcan la imagen, antes de comprimir el seno. Es importante que el médico radiólogo posiciones correctamente la paciente. La segunda imagen es una proyección medio lateral oblicua (MLO), para la cual la paciente se posiciona de forma que se pueda evaluar el músculo pectoral.

La mastografía clasifica sus hallazgos en la escala BI-RADS referida anteriormente. La estandarización de los procedimientos ha mejorado la calidad del estudio (USPTF, 2014). Dentro de la clasificación se consideran hallazgos benignos las etapas I y II, probablemente benigno la etapa III, y durante las etapas IV y V aumenta la probabilidad de un hallazgo maligno. En dado caso que se encuentre alguna anomalía será necesario realizar exámenes adicionales para la confirmación o descarte de algún diagnóstico. En México 40 de cada 100 resultados de mastografía con anormalidades son diagnosticados como cáncer (Secretaría de Salud., 2015).

Permite identificar microcalcificaciones de un milímetro de diámetro. Los hallazgos obtenidos de la mastografía no son un diagnóstico, esta no sustituye ni la evaluación clínica ni la biopsia y deben ser analizados por el clínico, el radiólogo y el patólogo en una estrecha colaboración.

Tabla 3 Hallazgos radiológicos de la matografía (Secretaría de Salud; Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002)

Hallazgos radiológicos de la mastografía	
Tumor benigno	Tumor maligno
Redondo o lobulado	Irregular, espiculado
Macrocalcificaciones	Microcalcificaciones
Presencia de halo de seguridad	Engrosamiento de la piel
Ausencia de signos cutáneos	Retracción cutánea
Vascularidad normal	Aumento de la vascularidad

Según la clasificación del ACR, la mastografía puede presentar falsos negativos por el oscurecimiento de la Imagen debido a un tejido mamario denso. Además, la precisión diagnóstica del estudio depende, tanto de la calidad de la toma de los estudios como de la interpretación del radiólogo.

Los posibles efectos secundarios de la técnica implican incomodidad tolerable por la compresión de la mama cierta carga psicológica, citas adicionales, exámenes de detección, biopsias que no determinen el diagnóstico de cáncer, inconvenientes por falsos positivos, daños por tratamiento no necesario, así como la exposición a radiación. El sobrediagnóstico es uno de los problemas que se presenta en estudios de tamizaje. Se refiere a la detección de una patología que no se manifestaría durante la vida de la paciente. La Figura 12 muestra la comparación entre una mastografía con resultado normal, una con un quiste benigno, una con calcificaciones y una mama con cáncer (USPTF, 2014).

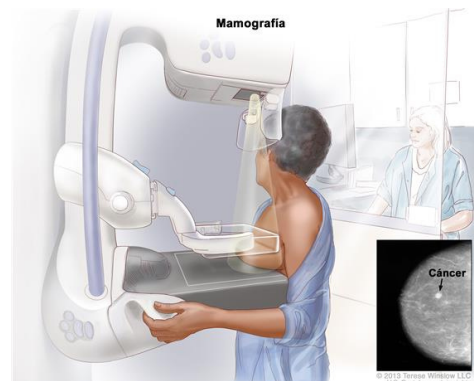


Figura 13 Mastografía
Fuente NIH 2020

Para poder cumplir con estos requerimientos se realiza el proceso de compresión de la mama. Consiste en presionar de forma homogénea la mama de forma que esta se reduzca lo más posible. Esto es necesario por dos razones principales. En primer lugar, la radiación necesaria para su el examen depende del tamaño de la mama por lo cual esta deber ser comprimida lo más posible para reducir lo más posible la emisión. En segundo lugar, la compresión permite asegurar que el movimiento del paciente está limitado permitiendo que las imágenes se produzcan con el menor ruido posible. Sin embargo, la compresión incomoda en gran medida a las pacientes. La incomodidad se presenta en forma de dolor debido a la compresión del aparato. Estos estudios muestran que 91% de las pacientes han mostrado algún nivel de dolor durante la aplicación de la mastografía (Phyllis J. Kornguth, Francis J. Keefe, 1996).

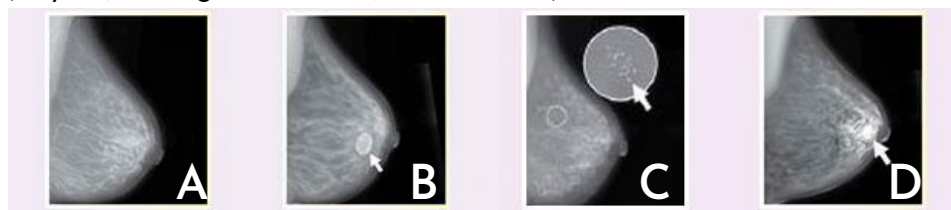


Figura 12 Muestras de la mastografía. A. Mastografía normal, B. Quiste benigno. C. Calcificación D. Cáncer de seno
Fuente: Modificado de NIH

Mastografía por tomosíntesis

La mastografía por tomosíntesis es una técnica nueva que consiste en la reconstrucción en 3D de la mama. Se obtiene mediante un tubo de Rayos X que orbita alrededor de la mama. Ofrece una imagen más clara y a su vez puede mostrar lesiones que se encuentran superpuestas de mejor forma que una mastografía tradicional, permitiendo reducir falsos positivos que conllevan a una menor aplicación de biopsias y exámenes de mastografía, obteniendo así un diagnóstico más eficaz. Uno de los retos tecnológicos de la técnica es la necesidad de mantener a la paciente inmóvil durante el proceso. Por ello debe realizarse en el menor tiempo posible.

Se puede realizar de dos formas: la primera se conoce como "step and shoot" y consiste en realizar las tomas de cada imagen por pasos (el tubo para la adquisición de cada imagen) ofreciendo ventajas técnicas (el foco emisor de rayos no se mueve durante la adquisición de cada imagen), pero prolongando el tiempo del examen. La otra opción es la adquisición en modo continuo, en el cual el tubo de Rayos X emite durante todo el movimiento y el panel adquisidor obtiene imágenes de forma continua.

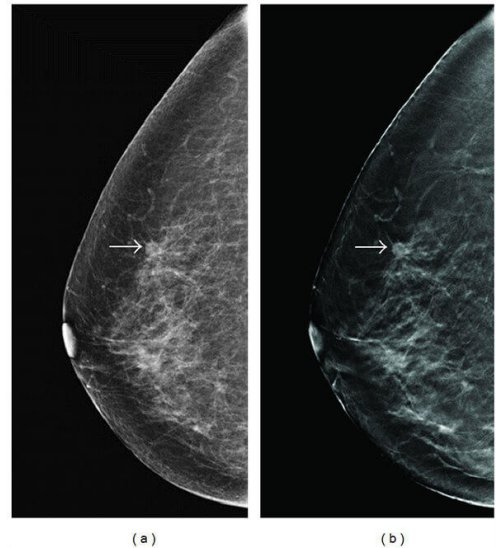


Figura 14 Comparación entre mastografía (a) y tomosíntesis (b)
Fuente: NIH,2020

Principio físico de la mastografía

Para cualquier técnica de tamizaje es necesario utilizar métodos indirectos para cumplir el propósito de ser lo menos invasivos posibles. Es decir, técnicas que no intervengan directamente con el objeto de análisis. Los métodos indirectos se utilizan en muchas ramas de la ciencia ya que permiten comprender el objeto de análisis de una mejor manera. En el caso de la mastografía consiste en la emisión de Rayos X a través del tejido mamario, estos son captados por una serie de sensores que posteriormente se interpretan como una imagen para su análisis. Los receptores captan los cambios que esta radiación tiene al pasar por el tejido. Estos cambios dependen del tipo de material que se encuentren obstruyendo su paso. Debido a estos cambios particulares es posible identificar cuando pasan a través de tejido graso, óseo, calcificaciones o tumoraciones. La Figura 15 muestran el proceso de compresión y la comparativa ilustrada entre un seno normal y uno que presenta un tumor.

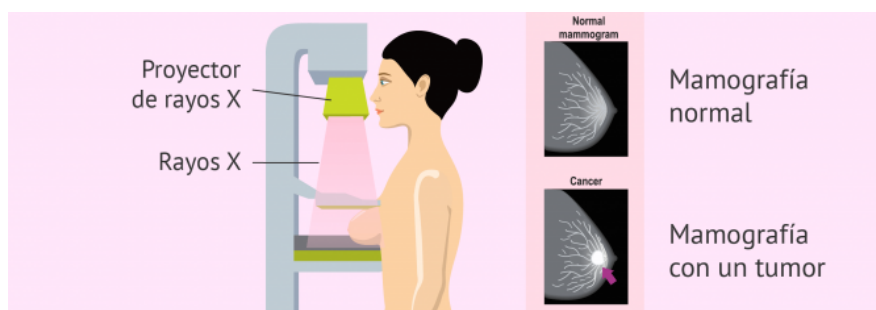


Figura 15 Esquema del proceso de mastografía
Fuente: Reproducción Asistida Org

Debido a que las lesiones asociadas a la mama pueden ser diminutas ($<0,5$ mm) la mastografía tiene requerimientos específicos. Por un lado, es indispensable una excelente resolución espacial para poder visualizar las microcalcificaciones, mientras que por el otro se necesita una alta sensibilidad en el contraste para permitir observar tumores sutiles (Yaffe, 1990). Los materiales utilizados para un mastógrafo deben ser plásticos de baja densidad que tengan un efecto mínimo en los Rayos X, así como una plancha de compresión uniforme.

Los Rayos X son un tipo de radiación electromagnética con una longitud de onda entre 0.01 a 10 nanómetros, capaz de atravesar cuerpos opacos y mostrar imágenes de su interior. Actualmente los equipos captan la radiación de salida con sensores. Posteriormente, las señales captadas son procesadas y reconstruidas vía computadora, para ofrecer una interpretación gráfica. Los rayos X se producen por la desaceleración de los electrones en la órbita electrónica. Son una radiación ionizante, ya que al interactuar con la materia produce iones (partículas con carga).

Los Rayos X se originan cuando electrones muy energéticos se desaceleran súbitamente. Para su producción se utilizan tubos de Rayos X, ya sean de filamento o gas. El principio físico se mantiene en la aceleración de partículas para observar su emisión. Por otro lado, los detectores se originaron como películas fotográficas sensibles con una emulsión apropiada para la longitud de onda de los Rayos X. Actualmente se utilizan arreglos de detectores (fotodiodos), denominados Pixel Array Detectors (PAD). Además de las ventajas tecnológicas asociadas a la exactitud del estudio, la mastografía digital ofrece ventajas tales como la portabilidad y facilidad para el intercambio de los datos. Existen riesgos a la salud asociados a la radiación ionizante producida, sin embargo, para el paciente pueden considerarse despreciables y más bien deben cuidarse en el caso de los operadores.

La geometría de la toma de imágenes difiere entre la mastografía y la tomosíntesis. En la Figura 16 se ilustra cómo opera un mastógrafo para la toma de una muestra donde se encuentra un objeto a analizar. Las siglas corresponden a:

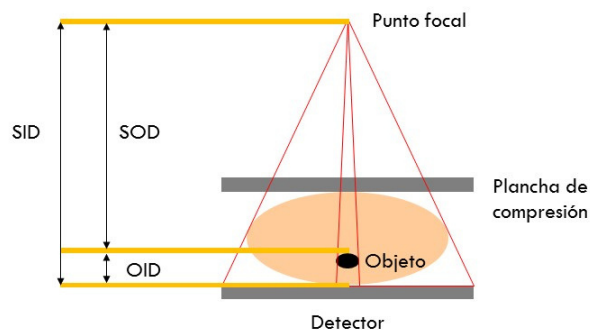


Figura 16 Geometría de la mastografía
Fuente: Elaboración propia

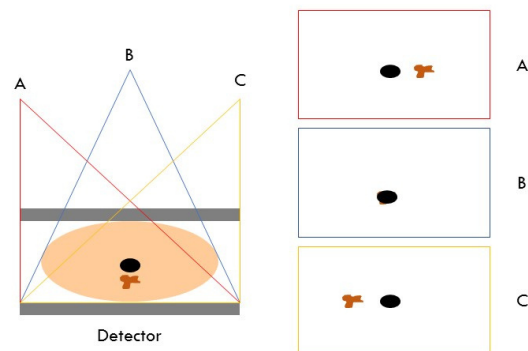


Figura 17 Geometría de la tomosíntesis
Fuente: Elaboración propia

SID - Distancia entre la fuente y el receptor de imagen. (source to image receptor distance)

SOD - Distancia entre la fuente y el objeto. (source to object distance)

OID - Distancia entre el objeto y el receptor de imagen. (object to image distance)

Cuando existen lesiones que están debajo de una zona densa, una calcificación u otro tipo de impedimento físico, se pueden obtener falsos negativos. La tomosíntesis ofrece una solución a este problema mediante la toma de varias imágenes cambiando el ángulo para su posterior reconstrucción en 3D como se muestra en la Figura 17.

ULTRASONIDO

El ultrasonido o ecografía es un método por Imagen que permite identificar la presencia de un tumor quístico o sólido en la mama evitando el uso de radiación. (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002) Su principio de funcionamiento se basa en la utilización de ondas mecánicas que al interactuar con el tejido modifican su amplitud y longitud de onda, así como el ángulo de incidencia. La caracterización de estos cambios permite identificar el tipo de tejido observado por el estudio, pudiendo así identificar los cambios internos en mama.

Se utiliza principalmente para diferenciar lesiones quísticas de sólidas. Asimismo, se utilizan para realizar biopsias dirigidas (Antonio Pellicer Martínez, Juan José Hidalgo Mora, Alfredo Perales Marín, & César Díaz García, 2014). Consiste en técnicas sonográficas para la detección de cambios en tejido mamario. Depende de la densidad de la mama y de la interpretación del médico. El estudio en mama debe realizarse con un transductor lineal de alta frecuencia (mayor a 7.5 MHz), banda ancha y zona focal variable.

El uso de ultrasonido de alta resolución (7-10 MHz) permite reconocer tumores mayores a 0.5cm de diámetro, lo cual implica que no es capaz de distinguir microcalcificaciones, las cuales se encuentran presentes en gran parte de los tumores malignos. Debido a esto no es considerado un método de detección si no una estrategia auxiliar en diagnóstico (Sanchez, 2013). Se usa se refiere a mujeres menores a 40 años ya que el uso de mastografía no es apropiado para ellas. Así mismo, tiene una aplicación importante como muestra la Figura 19, como guía en procedimientos invasivos tales como la aspiración de quistes, el drenaje de abscesos, las biopsias con aguja fina en ganglios o bien con aguja de corte en lesiones sospechosas, marcajes con arpones y tratamiento con radiofrecuencia, crioterapia, terapia térmica, entre otros.

Esta técnica identifica formaciones quísticas, realiza la caracterización sonográfica que está dada por nódulos dolorosos anecóicos, es decir que no tienen eco reflejado en su interior porque, presentan una buena transmisión de ondas lo cual se observa en formaciones con contenido líquido, o en nódulos transónicos. El principal objetivo de uso en diagnóstico es detectar si el tumor es de tipo líquido o sólido y en función de esto determinar su malignidad.

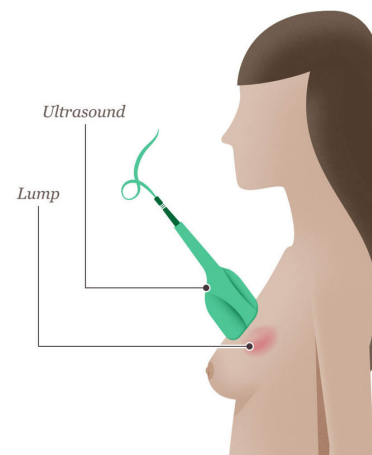


Figura 18 Diagrama de ultrasonido
Fuente: National Breast Cancer Foundation, Inc.

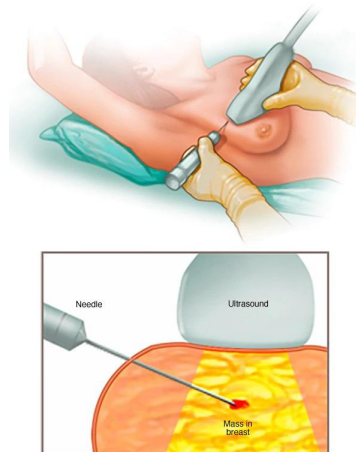


Figura 19 Uso de ultrasonido para procedimiento de biopsia
Fuente: Mayo Foundation

Adicionalmente ofrece información del patrón de vascularización de un tumor, lo que permite tener información acerca de su naturaleza. En la Figura 20 se observa la comparativa entre un resultado normal, el hallazgo de un tumor benigno y el hallazgo de un tumor maligno.

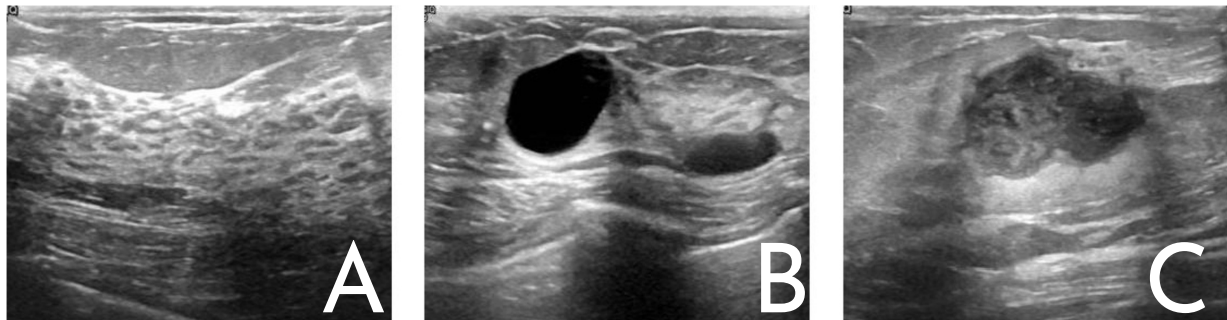


Figura 20 Comparativa de ultrasonido por hallazgo. A) Normal B) Benigno C) Maligno
Fuente: Radiopaedia

Además, esta técnica incorpora el uso de dos herramientas la elastografía y el uso del efecto Doppler. La elastografía analiza la consistencia o dureza de los tejidos, esto se utiliza principalmente en casos correspondientes al BI-RADS 3 (posiblemente benignos) para determinar la conveniencia de una biopsia. El "Doppler a color" permite analizar los trayectos vasculares, medir las velocidades y los índices de resistencia. El estudio Doppler es un estudio que muestra la velocidad y dirección de la circulación sanguínea a través del análisis de imágenes. Esto es relevante, pues la vascularidad es un factor importante al momento de determinar una patología. Así mismo, la elastografía utiliza la técnica ecográfica para medir la rigidez de los órganos internos, es útil para determinar el estado de los órganos de forma no invasiva.

Como herramienta de apoyo a la identificación diagnóstica se utiliza software que permite identificar patrones característicos de un tumor, como puede observarse, en la Figura 21 (Al-dhabyani, Gomaa, Khaled, & Fahmy, 2020).

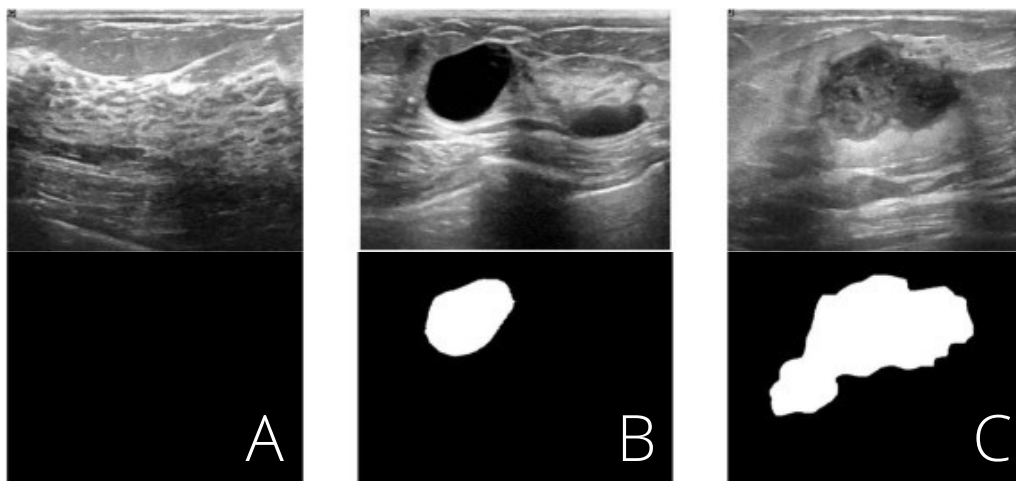


Figura 21 Uso de software para evaluación de imágenes por ultrasonido. A) Imagen normal B) Imagen benigna C) Imagen maligna
Fuente: Modificado de Radiopaedia

Principio físico del ultrasonido

El ultrasonido se basa en la emisión de ondas acústicas que requieren un medio de propagación de frecuencias de 20 kHz, lo cual las hace no perceptibles por el ser humano. La ecografía, ultrasonografía o ecosonografía utiliza el ultrasonido para la generación de imágenes en 2D y 3D. El equipo se compone por un emisor que también opera como receptor y un amplificador. El transductor es un dispositivo que transforma pulsos eléctricos en ondas mecánicas (Palmer, 2003); por medio de cristales piezoeléctricos.

Esta tecnología es análoga a la del sonar. El principio básico consiste en la producción de ondas mecánicas que al interactuar con la materia se reflejan de forma diferente dependiendo del material de encuentro. En el caso clínico, los diferentes tejidos alteran los pulsos en formas distintas. Algunos pulsos se reflejan de forma directa, otros se distorsionan, así mismo, alteran la velocidad de la onda (Palmer, 2003). Posteriormente, cuando la onda es reflejada, se captura por medio de un sensor que de forma inversa toma una onda mecánica y la transforma en impulsos eléctricos. De esta forma es posible reconstruir una Imagen a partir de estas emisiones y tener una observación no invasiva del tejido interno.

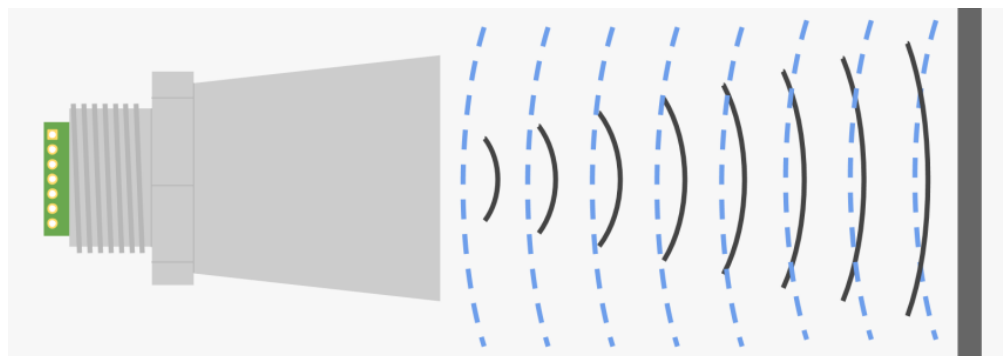


Figura 22 Principio interacción de ondas ultrasónicas.
Fuente: Graham

Esto es posible por el uso de cristales piezoeléctricos. Como muestra la Figura 22, la piezoelectricidad es un fenómeno que ocurre en ciertos cristales. Al ser sometidos a tensiones mecánicas, adquieren una polarización eléctrica, provocando una diferencia de potencial y cargas eléctricas en la superficie. De forma inversa, llamado efecto piezoeléctrico inverso, los cristales se deforman a una descarga eléctrica.

Las ondas del ultrasonido son provocadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico), propagándose a través del medio circundante a determinada frecuencia. La velocidad de propagación de las ondas varía en función de la densidad de la materia. En tejidos más compresibles las moléculas tendrán una mayor separación implicando una transmisión más lenta. Las características de esta interacción permiten la interpretación de lo observado en la Imagen. La longitud de onda se observa a través de la formación de un eco cuando se da la interacción con la materia. Por otro lado, la impedancia acústica, que es la resistencia que opone un medio a las ondas sonoras que se propagan sobre este, evidencia la identidad de diferentes materiales dando la interfase entre estos. Uno de los factores involucrados es el ángulo de incidencia, ya que la intensidad con la que se refleja el haz de ondas ultrasónicas dependerá de este ángulo.

Indicaciones para el uso de ultrasonido

Según el Consenso Mexicano sobre Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer Mamario, las indicaciones para el uso de ultrasonido son:

- Mujeres menores de 35 años con signos o síntomas de patología mamaria (dolor, nódulo palpable, secreción por el pezón, retracción de la piel o el pezón, enrojecimiento de la piel, etc.).
- Mujeres menores de 35 años con sospecha de cáncer que cursen con embarazo o lactancia (método de Imagen inicial de estudio).
- Mama densa por mastografía, ya que disminuye la sensibilidad radiográfica.
- Caracterización de una tumoración visible en la mastografía y determinación de su naturaleza, sólida o líquida.
- Implantes mamarios y sus complicaciones.
- Valoración de lesiones palpables no visibles en la mastografía.
- Procesos infecciosos (mastitis, abscesos, etc.) y su seguimiento.
- Lesiones sospechosas en la mastografía, o bien en caso de primario conocido, para descartar lesiones multifocales, multicéntricas bilaterales.

RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética es una técnica complementaria de diagnóstico que consiste en el uso de campos magnéticos para la detección de anomalías en el tejido mamario. No utiliza radiación ionizante, proporciona información morfológica y funcional. Para su aplicación en mama se utiliza un medio de contraste que consiste en una inyección endovenosa de una sustancia paramagnética denominada gadolinio. Se basa en el uso de imanes de alta potencia que a través de la captura de datos y de un procesamiento de imágenes transversales desde múltiples ángulos, permite obtener una visualización detallada del interior del tejido.

A pesar de su alta sensibilidad (identificar pacientes sin tumoración correctamente) particularmente en casos de carcinoma inductal, la especificidad es baja (identificar pacientes con tumoración correctamente). Esta técnica tiene el mayor número de falsos negativos en tumores menores a 3 mm, así como en el carcinoma in situ y en el carcinoma lobulillar (Sanchez, 2013).

Para su aplicación en la mama, se debe utilizar bobinas específicas. Se utiliza principalmente para determinar la extensión de un tumor, es decir, conocer el tamaño del tumor, buscar tumores adicionales y revisar si en el otro seno se encuentran hallazgos con características tumorales. De esta forma también es posible analizar la eficacia de la quimioterapia. Además, esta es una opción para mujeres que se encuentran dentro de los factores de riesgo para presentar cáncer de mama que, por alguna razón, no se pueden realizar la mastografía. Uno de estos casos es por el tipo de tejido mamario, es muy útil en mamas densas escasas en tejido graso (American Cancer Society, 2019a).

El procedimiento consiste en el posicionamiento del paciente en una plancha que se introduce en una cavidad donde se encuentran el sistema de toma de imágenes que consiste en los imanes de alta potencia y los receptores. Al iniciar el procedimiento estos imanes giran, el cambio en las frecuencias permite al sistema obtener múltiples tomas, observando así características particulares del tejido. Se puede escuchar el ruido del funcionamiento del equipo. A pesar de las posibles incomodidades es importante reducir el movimiento al mínimo con el objetivo de reducir el ruido de la imagen que sería el resultado de mediciones no precisa por movimientos involuntarios. En algunos lugares se utilizan planchas de compresión para minimizar este movimiento involuntario, aunque la mayoría de las ocasiones el mismo posicionamiento evita su uso, lo cual la convierte en una técnica indolora. El procedimiento se ve en la Figura 23.

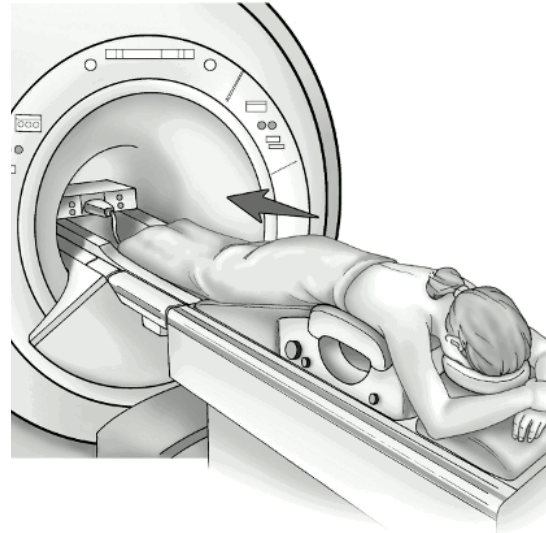


Figura 23 Procedimiento de RM
Fuente: Modificada de Sam & Amy Collins

Principio físico de funcionamiento

La resonancia magnética utiliza campos magnéticos para crear imágenes de tejido biológico exhibiendo excelente contraste. Dependiendo de la frecuencia de los campos electromagnéticos, la energía puede ser absorbida por el núcleo atómico del hidrógeno. La RM está configurada a la frecuencia del núcleo de hidrógeno, el cual es el elemento más común en el cuerpo humano dada la composición principal de nuestras células. Al tener una composición mayoritaria de agua, y siendo el hidrógeno el componente principal, es posible aprovechar este elemento para su medición. Después de ser absorbida esta energía electromagnética, esta se emite. Dependiendo de la cantidad de energía emitida se conoce el número y tipos de núcleos presentes.

Para la interpretación de la resonancia se analiza la resolución espacial, que es la habilidad de distinguir los cambios en una imagen a lo largo de diferentes posiciones. La resolución usualmente se mide en pixeles, que es un elemento básico homogéneo de una imagen digital 2D, los pixeles representan un tono o color que a su vez es un dato o una medida de una imagen, un arreglo de pixeles con sucesión coherente con la información forma una matriz que se ve como una imagen. En el caso de la RM se utiliza un voxel que es el elemento de medida en volúmenes (3D), es decir una representación cúbica de la información, es el mínimo componente de una representación tridimensional, cuya característica distintiva es el cambio en la opacidad. La tasa de muestreo es la frecuencia en el tiempo con la que se realiza una medición y la resolución temporal es la habilidad de distinguir los cambios en la señal a lo largo del tiempo. La resolución espacial es la habilidad de rastrear variaciones fisiológicas.

La resonancia magnética nuclear se denomina así pues su estudio se basa en las propiedades mecánico-cuánticas de los núcleos atómicos. Se basa en la caracterización de la respuesta de la resonancia nuclear bajo una frecuencia específica de ciertos núcleos atómicos, los cuales tienen una respuesta proporcional al campo magnético ejercido.

La resonancia magnética utiliza radiación no ionizante para la generación de imágenes a través de la transformación de Fourier. El principio físico consiste en el uso de las propiedades mecánico-cuánticas de los núcleos atómicos. Los átomos que están compuestos de un núcleo atómico impar (número impar de protones y neutrones) poseen un "momento magnético". Este indica la fuerza de un dipolo magnético, es decir, la relación entre la fuerza del campo magnético y su interacción con el campo magnético externo, como una brújula puede ser orientada si es sometida a un campo magnético. La interpretación de la interacción del momento magnético con las corrientes eléctricas aporta información acerca del comportamiento biológico de una toma.

A las partículas que cuentan con su propio momento angular presentan spines intrínsecos de valor fijo. Un spin o momento angular, es una propiedad física intrínseca de las partículas elementales, este se puede entender como la orientación de un núcleo atómico. El núcleo puede presentarse en dos estados con un spin $m=1/2$ y $m=-1/2$ (arriba o abajo o α y β). Este puede cambiar/ "alinearse" si es sometido a una fuerza externa.

Cuando la materia se encuentra en equilibrio térmico la cantidad de átomos en cada uno de los estados es aproximadamente la misma, es decir la mitad presenta un spin $m=1/2$ y $m=-1/2$. Conocer las propiedades de determinados átomos permite intuir las características de estos dependiendo de la respuesta que tengan a la incidencia del campo electromagnético. El caso del estudio de componentes biológicos, se basa en la observación de las características de los átomos de hidrógeno ya que como se mencionó anteriormente el elemento con mayor presencia en el cuerpo humano (Huettel, Allen, & McCarthy, 2004).

Cuando se ejerce la fuerza de un campo magnético, la interacción entre el momento magnético nuclear y el campo magnético inducido provocará un cambio en la orientación de los átomos, es decir un cambio en su spin. Esto significa que los átomos estarán orientados hacia un sentido ya sea a favor o en contra del campo magnético. Se observa una diferencia energética entre los dos estados. Cuando el átomo es excitado, produce esta diferencia energética por radiación electromagnética de la misma frecuencia el átomo absorbe esta energía. Cuando se deja de emitir la señal se provoca la recuperación de la dirección y sentido de los spines, como se observa en la Figura 24, provocando una alta emisión debido a la liberación energética. Esta señal estará captada por una antena receptora en el escáner (Wong et al., 2009). Las antenas son bobinas de radiofrecuencia que puede funcionar como un electroimán produciendo ondas que excitan los tejidos; o como un inductor de corriente eléctrica recopilando la señal de los protones. En el caso de la antena para estudio de mama la antena se coloca en el seno de la paciente (Megías Moreno, 2017).

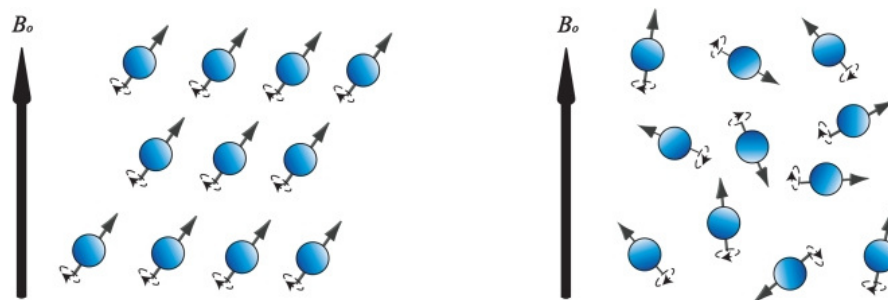


Figura 24 Orientación de los espines en función del campo magnético
Fuente: Modificado de Loong Wong

La señal en resonancia magnética se produce cuando los protones liberan la energía obtenida a través de la radiofrecuencia al medio, la recuperación por la antena de esa energía es el valor a interpretar. La resonancia magnética funciona por un cambio en la dirección de los protones. Inicialmente todos tienen la misma dirección pero no el mismo sentido, a los que están en la dirección común se les conoce como paralelos y los que están en sentido contrario como antiparalelos, siendo estos más energéticos. La suma de los paralelos y antiparalelos anula parte de los protones, los que no se anulan se cuantifican como la magnitud longitudinal. Para obtener las señales a través del efecto de resonancia, se tiene que cambiar el estado energético. Consiste en la aplicación de pulsos de radiofrecuencia los cuales producen una desviación sobre la magnetización longitudinal y sobre la dirección del campo magnético. Al captar la radiofrecuencia se produce la magnetización transversal, orientándose hacia un nuevo vector. Cuando los protones se sincronizan entran en fase.

Cuando se interrumpe la emisión de radio frecuencia, los protones vuelven a su estado de equilibrio liberando la energía absorbida al medio. Existen dos tipos de señales obtenidas de este procedimiento. El resultado de la señal T1 (relajación longitudinal) depende de la composición del tejido, de la estructura y del ambiente, su curva de relajación se observa como un aumento en la recuperación longitudinal. El resultado de la señal T2 (magnetización transversal) depende del desfase de los protones de los distintos tejidos y del campo magnético externo, su curva de relajación decrece en la recuperación longitudinal.

Cuando se obtienen los datos, se utiliza la transformada de Fourier que permite la reconstrucción de la imagen a través de la identificación del lugar de procedencia de las emisiones en un determinado momento. La imagenología digital y comunicación en medicina (DICOM) es el estándar universal del formato para guardar imágenes de diagnóstico. La interpretación de los resultados debe ser presentada en función del BI-RADS.

En la actualidad no se conocen peligros biológicos a largo plazo asociados a la resonancia magnética, incluso con la inducción de campos electromagnéticos fuertes (hasta 1.5 tesla). A corto plazo se han observado perturbaciones visuales, gusto metálico (percepción en la lengua), incomodidad dental, vértigo, náusea y dolores de cabeza debido a la generación de corriente eléctrica en la sangre.

Los efectos de la estática del campo magnético en la fisiología humana no se consideran peligrosos y son poco comunes. Uno de los posibles accidentes de este procedimiento es el efecto de proyectil, que consiste en el movimiento no intencional de un objeto ferromagnético a lo largo del aire hacia el escáner. Otro fenómeno es la traslación y rotación sobre los materiales ferromagnéticos que consiste en el movimiento de un objeto a lo largo de su eje en el espacio, este accidente puede suceder con alguna prótesis o injerto sensible al campo magnético. Por otro lado, la torsión es la rotación de un objeto debido a la interacción de estos campos. Esto es particularmente importante en la presencia de maquillaje o tatuajes ya que si estos contienen partículas metálicas microscópicas pueden provocar irritación por los fenómenos anteriores.

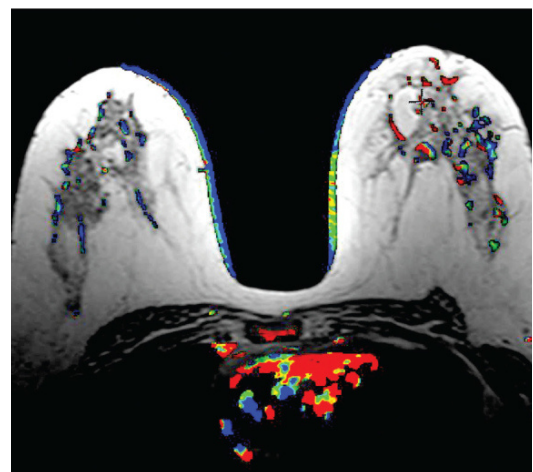


Figura 25 Resonancia Magnética de seno
Fuente: Meme & Rezonans, 2012

Además, el campo magnético genera corrientes eléctricas en el cuerpo a través del sistema circulatorio, por esto no se le debe practicar a pacientes con marcapasos. Sin embargo, el riesgo asociado más común (presente en el 10% de los casos) es la claustrofobia ya que el estudio requiere confinamiento momentáneo en un área limitada. Así mismo el ruido intenso provocado por la operación del aparato es otra incomodidad, además de la baja temperatura a la cual debe permanecer la sala de estudio para el correcto funcionamiento de los imanes.

Indicaciones para el diagnóstico por resonancia magnética

Según el Consenso Mexicano sobre Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer Mamario, las indicaciones para hacer un examen de resonancia magnética son en los siguientes casos:

- Etapificación tumoral: Evaluación de multifocalidad, multicentricidad, bilateralidad y axila.
- Valoración de márgenes después de la escisión de un tumor primario, recurrencia local, respuesta al tratamiento, búsqueda de primario oculto con metástasis axilares, embarazo en conjunto con sospecha de cáncer mamario, tamizaje en paciente con alto riesgo y mama densa, alternando con mastografía y el ultrasonido; guía de biopsias en caso de lesiones visibles sólo a través de este método y no corroboradas en la segunda revisión intencionada por ultrasonido.
- La RM no contrastada está indicada en la valoración de la integridad de los implantes mamarios, particularmente con sospecha de ruptura intracapsular u otras complicaciones.

TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET CT)

La tomografía por emisión de positrones es una herramienta de diagnóstico que combina tomografía computarizada (TC) con medicina nuclear (PET). La principal diferencia de esta herramienta de diagnóstico por imágenes es que no sólo ilustra la morfología, sino que aporta información acerca de la fisiología del objeto de análisis. Se utiliza como método complementario de detección, para observar diseminación, analizar si el tratamiento para el cáncer está teniendo efecto y hallar la recurrencia locorregional y metástasis a distancia. Debido a su alto costo, es poco asequible para uso sistemático. (Sanchez, 2013) La tecnología evalúa procesos bioquímicos y funciones biológicas a nivel celular y molecular. Interactúan con las estructuras atómicas que forman los tejidos a través del uso de energía electromagnéticas. Por otro lado, es posible que no localicen tumores muy pequeños y no siempre pueden identificar la naturaleza del tumor (malignidad). Debido a esto se utiliza en combinación con otras técnicas (American Cancer Society, 2019b).

El cáncer es un proceso biológico que se inicia a nivel molecular. Esta técnica al ser capaz de identificar comportamientos a esa escala permite tener una evaluación temprana. A través de una Imagen estática se pueden analizar procesos moleculares haciendo la distinción entre los procesos normales y anormales. Particularmente en el caso de cáncer analiza la actividad metabólica de las células involucradas. Esto permite identificar un crecimiento antes de que sea un tumor palpable. Además, señala la localización exacta de metástasis; cuantificando así el proceso fisiológico o patológico. Para su funcionamiento se utiliza un radiotrazador o radiomarcador (Sanchez, 2013).

El radiomarcador administrado al paciente se acumula en las áreas del cuerpo con mayor absorción, es decir, identifica las zonas donde se da la mayor actividad química. En la Imagen se traduce como puntos brillantes o calientes (hot spots), el punto brillante en la Figura 35 es un hot spot. El radiomarcador se diseña para adherirse a una sustancia específica del cuerpo como azúcares, proteína u hormonas. En el caso de marcadores para identificar crecimiento de cáncer se utilizan marcadores de glucosa (azúcar), particularmente ^{18}F -fluorodesoxiglucosa, ya que tienen una mayor tasa metabólica que el resto de las células. Las células del cuerpo necesitan glucosa, dependiendo de su tasa de crecimiento asimilan diferentes cantidades. Las células cancerosas absorben una mayor cantidad que las sanas debido a su crecimiento acelerado (American Cancer Society, 2019b).

El procedimiento inicia con la toma del radiomarcador, puede ser ingerido, inhalado o inyectado, dependiendo del marcador a utilizar. La siguiente parte del procedimiento consiste en colocar a la paciente en una camilla y se introduce al equipo. El paciente debe permanecer quieto por 30 minutos que dura la toma de Imagen. Es un proceso ambulatorio (que no requiere hospitalización) y la radiación del marcador es rápidamente desechada.

Los riesgos asociados a la técnica incluyen el uso del marcador y la experiencia del usuario mientras está dentro del equipo. Sin embargo, es poco frecuente que se presente una reacción alérgica a este. Por otro lado, durante el embarazo y la lactancia es importante mantener vigilancia médica cercana ya que puede transmitirse cierto nivel de radiación. Respecto a la interacción con el equipo el riesgo más común es la sensación de encierro que experimenta el paciente en el transcurso del estudio. Es en general un método indoloro y seguro.

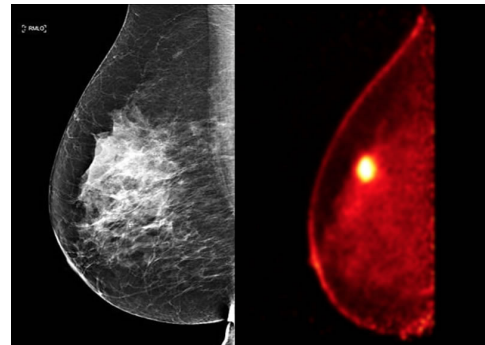


Figura 26 TEP cáncer de seno Fuente: Dr. Kathy Schilling, Medical Director of Lynn Women's Health and Wellness Institute, Boca Raton, Florida

Principio físico de funcionamiento

Esta técnica se basa en el análisis de la interacción de radiación electromagnética y radiomarcadores. La Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) es capaz de interpretar esta interacción y adecuarla a una Imagen que nosotros seamos capaces de interpretar.

Los átomos se conforman de un núcleo con un número específico de protones, que son los que le otorgan su identidad química y de neutrones. La suma de estos dos nos da la masa atómica. Es posible alterar este número mediante interacciones energéticas. Existen elementos con un mismo número de protones, pero no de neutrones. Esta diferencia de número de protones le asigna una carga y una configuración electrónica distinta con propiedades diferentes. Cuando uno de los elementos con configuración inestable busca alcanzar la estabilidad se conoce como decaimiento radioactivo. Cuando pasan de una configuración inestable a una estable se da una liberación de grandes cantidades de energía, este fenómeno es la radioactividad. Las emisiones radioactivas se conocen como α , β^+ , β^- , γ .

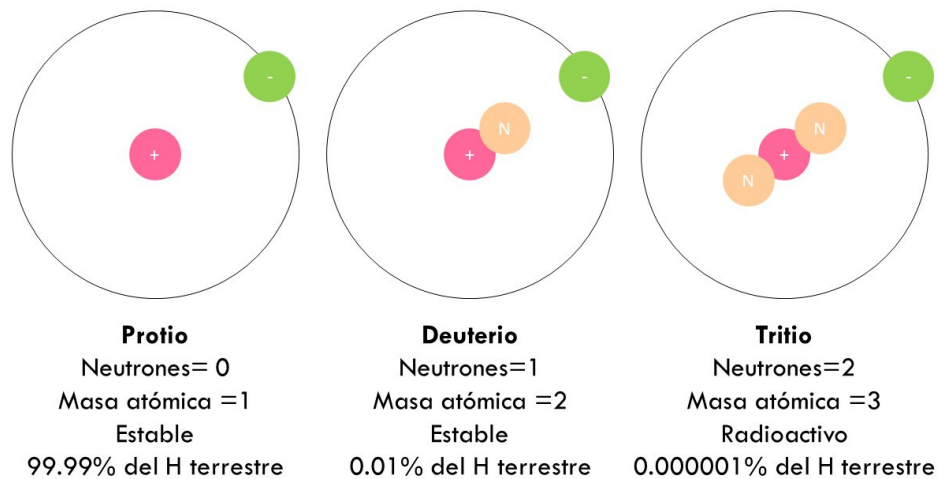


Figura 27 Isótopos de Hidrógeno Fuente: Elaboración propia

El decaimiento radioactivo es un proceso estadístico que se describe como el cambio en la cantidad de núcleos inestables entre el tiempo que esto tarda en suceder. La parte negativa de la ecuación señalada el proceso de frenado de esta velocidad de decaimiento debido a la cantidad de materia.

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

Donde N= cantidad de núcleos inestables ($\Delta=N-N_0$); t= tiempo ($\Delta t=t-t_0$); λ = constante de decaimiento ($1/t$).

Para determinar la velocidad a la que una sustancia se desintegra, denominada "actividad" (A) se realiza un simple tratamiento matemático y se obtiene la siguiente ecuación. Las unidades de A son los Becquerel ($1\text{Bq}=27 \times 10^{-12}$ Curie).

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Esto permite obtener información útil como la vida media. Esta es el tiempo necesario para que una sustancia radioactiva se reduzca a la mitad y es independiente de la cantidad de materia existente.

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Todos estos procesos implican una liberación de energía al medio. Esto se observa en el efecto fotoeléctrico, que es la emisión de electrones por parte de una sustancia que es irradiada con energía electromagnética. En este proceso se realiza una transferencia de energía de parte de un fotón incidente (partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético) a un electrón atómico. Dichos electrones son despedidos a altas velocidades. En la medicina nuclear se emplean esta energía para obtener imágenes tomográficas de la distribución de isótopos emisores de positrones (radiomarcadores) en el organismo.

Cuando se liberan positrones estos encuentran un electrón libre, “anulándolos” cambiando su configuración y liberando una gran cantidad de energía en sentido opuesto. El escáner detecta la energía liberada de esta interacción (rayos gamma) en lados opuestos del anillo. De esta forma es posible localizar el lugar donde se da esta interacción como lo ilustra la Figura 28.



Figura 28 Detección de actividad en TEP
Fuente: Imperial College London

TÉCNICAS EXPERIMENTALES: TERMOGRAFÍA, IMPEDANCIA, TRANSILUMINACIÓN

Actualmente se encuentran en desarrollo técnicas no invasivas. Estas se basan en el análisis por Imagen de fenómenos físicos asociados a la enfermedad. Principalmente es el uso de la termografía, impedancia y transiluminación. Sin embargo, es importante resaltar que son técnicas que se encuentran en fase experimental y actualmente no son consideradas herramientas de tamizaje.

Termografía

Una termografía es una Imagen capturada a partir de una matriz de sensores de calor. Estos registran las temperaturas presentadas en el área de la Imagen y las reporta con una variación de colores dependiendo del valor registrado. El principio físico es aplicable a estos casos ya que el crecimiento acelerado de células implica una alteración en el metabolismo que se refleja como un aumento de calor y un aumento significativo de vascularización en la zona de crecimiento tumoral. Aunque este no sea fácilmente perceptible al tacto, una cámara

para termografías es capaz de captar la zona de este crecimiento y ofrece una herramienta de análisis para identificar cáncer, en la Figura 29 es posible observar el crecimiento tumoral.

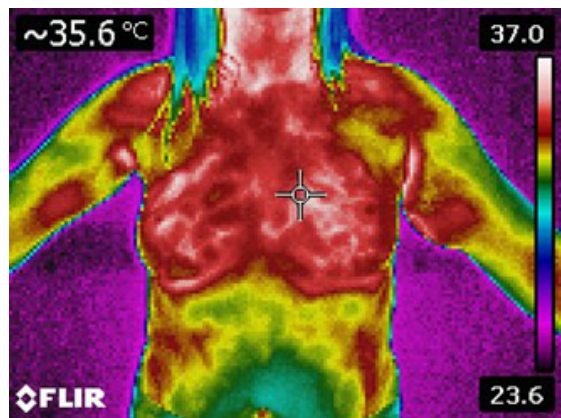


Figura 29 Termografía en paciente con presencia de cáncer en seno izquierdo Fuente: CFATA, A.L. Morales

La técnica es no invasiva. Consiste en el posicionamiento de paciente en una serie metódica de posturas y la captura de la radiación infrarroja emitida por el objeto de análisis. Posteriormente estas imágenes se procesan por un software especializado basado en un modelo estadístico analizado por medio de una red neural. La red neural consiste en realizar una estrategia de inteligencia artificial donde se integren parámetros, zonas de hipertermia y contorno para identificar la patología determinada.

Para el desarrollo de este modelo se debe tomar en cuenta tanto la zona de hipertermia, es decir, las zonas donde se observa una diferencia drástica de temperatura; así como la forma y contorno de la mancha ya que este tipo de estructuras presentan información acerca del comportamiento canceroso.

Al tener estos resultados se realiza una correlación entre los estadios y casos diagnosticados, siendo posible asignarles una clasificación según el CTG (Anexo II), que es una categorización desarrollada en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada que muestra los niveles de riesgo asociado al grado térmico. Uno de los problemas asociados a la técnica es la falta de estandarización de los parámetros de medición en estudios termográficos, limitando la unificación de la técnica. Sin embargo, esta técnica presenta grandes ventajas por su replicabilidad, bajo costo y facilidad de transporte presentando una alternativa para su uso en telemedicina.

Tomografía por impedancia eléctrica

El tejido biológico transmite corriente eléctrica. A este fenómeno se le conoce como conductividad eléctrica. Esta varía según el tipo de tejido, temperatura o factores fisiológicos. Cuando hay un crecimiento canceroso las propiedades eléctricas de este cambian respecto a las células sanas. Las células de cáncer presentan alteraciones de estas propiedades bajando su impedancia eléctrica comparada con las células anormales, es decir los tumores malignos presentan una mayor conductividad eléctrica.



Figura 30 Procedimiento de tomografía por impedancia eléctrica Fuente: M3M, 2018

La tomografía por impedancia eléctrica es una técnica que se basa en los cambios de las propiedades dieléctricas del seno con alguna alteración. Esta técnica tiene un principio físico de funcionamiento similar al del ultrasonido. En este procedimiento se emite una descarga eléctrica mínima no invasiva al tejido, en otra sección se realiza la medición de esta corriente inducida y se analizan los cambios presentados. Este análisis permite obtener información acerca de la naturaleza del tejido. Es una técnica simple, asequible y económica. Es útil para clasificar tumores previamente hallados por la mastografía (Jossinet, 1998; Méndez Aguilar, Lilge, & Ramírez San Juan, 2012).

Espectroscopia por transiluminación de seno

La transiluminación es una herramienta de evaluación de riesgo de cáncer. La técnica se basa en la observación del tejido a través de la luz, es decir la región del espectro electromagnético conocida como espectro visible (380nm - 750 nm). Un haz intenso de luz se hace pasar por una sección del seno, con la finalidad de observar la aparición de anomalías. Proporciona información sobre la densidad y la composición del tejido mamario ayudando a identificar quistes o lesiones mamarias. El tejido esparce la luz con facilidad lo cual permite suficiente penetración de luz hasta 7 cm de profundidad.

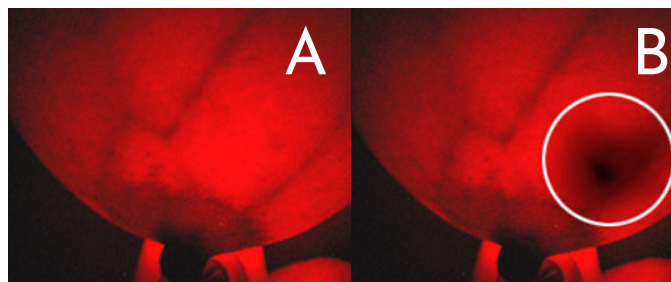


Figura 31 Ejemplos de transiluminación sano (A) vs anormal (B) Fuente: MK Proopsis

En esta técnica se aprovecha el comportamiento de los cromóforos. La estimación de riesgo se basa en la concentración de estos. Los cromóforos son átomos de una molécula que le otorgan su color. Es una substancia que tiene electrones capaces de absorber energía y excitarse a diferentes longitudes de onda.

En la transiluminación las zonas llenas de aire o líquido anormal se iluminan cuando no deben hacerlo. Para el caso particular de tejido mamario, las zonas internas se tornarán de un color oscuro a negro si existe alguna lesión y se ha presentado sangrado ya que la sangre no se transilumina. Los tumores benignos tienden a aparecer de color rojo, mientras que los tumores malignos son de color marrón.

Esta herramienta no presenta ningún tipo de riesgo, además es de bajo costo, es fácil de usar, tiene un alto rendimiento de su equipo para la toma de muestras y permite mediciones rápidas. Sin embargo, actualmente no es lo suficientemente precisa (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2019; Méndez Aguilar et al., 2012). Actualmente no existe un sensor, o software de procesamiento de imágenes para esta técnica, se emplea una lámpara de luz blanca y se deja el resultado a interpretación del médico. Sirve como una referencia al médico de una posible alteración del tejido y se lee a través de una fotografía de alta resolución. Dada la cantidad y tipo de tejido, su uso principal es para el área testicular.

BIOPSIA

La biopsia es una prueba de diagnóstico que se utiliza para determinar la estructura y composición de las células del tejido analizado. El procedimiento consiste en la extracción de tejido que posteriormente se utiliza para su estudio citológico e histopatológico. Este tejido se analiza en el microscopio por un especialista (patólogo) que determina si las células de ese tejido tienen o no características cancerosas. Además, al identificar el tipo de célula es posible conocer el tipo de cáncer debido al origen y el estado o grado de este. Cuando se realiza una biopsia también se analiza el tejido circundante para verificar si este se ha propagado (Dirección-General-Salud-Reproductiva, 2002).

Los efectos secundarios que puede tener este procedimiento invasivo es dolor, posible infección de la incisión y sangrado. Debido a estas características, la biopsia no permite el seguimiento continuo del progreso patológico. Es decir, no es posible tomar múltiples muestras en rangos cortos de tiempo. Sin embargo, la mayoría de los procedimientos de biopsia son menores y no requieren sedación, solo anestesia local.

La muestra se analiza en un microscopio óptico, buscando las características particulares de la muestra. El patólogo determina el tipo y estadio del padecimiento mamario. La diferencia morfológica entre células cancerosas y normales, que se puede observar por el microscopio es su apariencia. Las células cancerosas exhiben mucha mayor variabilidad en el tamaño de las células. Las células cancerosas tienen forma anormal, tanto la célula como el núcleo. Además, el núcleo se observa más grande y oscuro que una célula normal debido a su contenido excesivo de ADN (Eldridge, 2019).

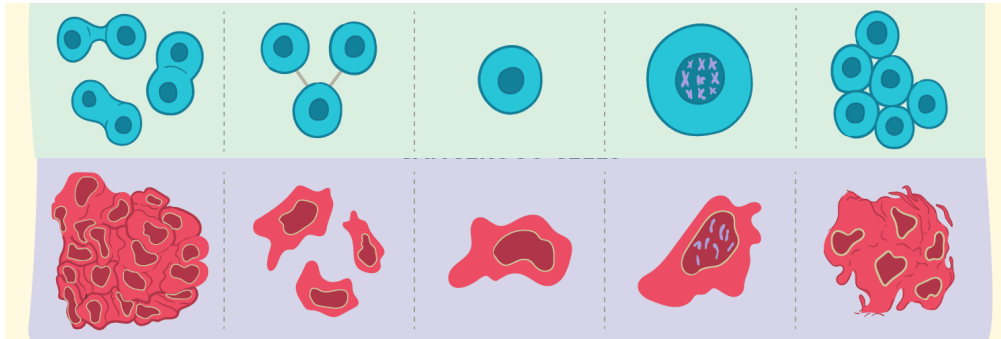


Figura 32 Diferencias morfológicas por tipo de célula. Normales (azules) y Cancerosas (rojas). En las células cancerosas hay un crecimiento acelerado, varía el tamaño y la forma, el núcleo es más oscuro y más grande, existe un número anormal de cromosomas con un arreglo desacomodado, se observan agrupaciones de células sin límites.
Fuente: Modificado de Verywell, 2017

Tabla 4 Características clínicas del nódulo mamario

Características clínicas del nódulo					
	Bordes	Superficie	Consistencia	Movilidad	Adenopatías
Probablemente benigno	Regulares	Lisa	Elástica	Si	No
Probablemente maligno	Irregulares	Rugosa	Dura	No	No

(Antonio Pellicer Martínez et al., 2014)

Existen múltiples tipos de biopsia. Se dividen principalmente en tres tipos: por corte, por aspirado, y quirúrgica. A continuación, se detallan los tipos de biopsia según sus características al momento de la toma de la muestra (Sanchez, 2013).

- Biopsia por aspiración con aguja fina (BAAF): Se utiliza para la extracción de líquido o secreción de un tumor. El procedimiento consiste en la perforación con una guja en el tumor, con una mano se sostiene el quiste o tumor para evitar su desplazamiento y la otra realiza la inserción de la guja. Posteriormente se realiza la succión del líquido. Además, se puede apoyar en el uso de vacío para extracción de la muestra.
- Biopsia con aguja de Tru-cut: Para esta biopsia de corte se utiliza un equipo especializado para la extracción que cuenta con una aguja de sacabocado. La extracción se realiza bajo anestesia local. Extrae un fragmento cilíndrico del tumor.
- Biopsia incisional: Este procedimiento es de tipo quirúrgico por lo que debe ser realizado en un quirófano. Se realiza una incisión en la piel para obtener un fragmento del tumor. Por lo general se realiza en la región de mayor retracción cutánea para su estudio histopatológico.
- Biopsia excisional: Procedimiento quirúrgico en el que se hace una extracción total de la masa sospechosa. Se realiza cuando se tiene un tumor bien definido con el fin de retirarlo de forma total. Este debe contener una porción de tejido normal.
- Toma de muestra del pezón: En esta no se realiza ninguna incisión o corte, consiste en la recolección de la secreción saliente del pezón o la descamación celular, se coloca en una laminilla para efectuar estudio citológico para determinar su comportamiento.

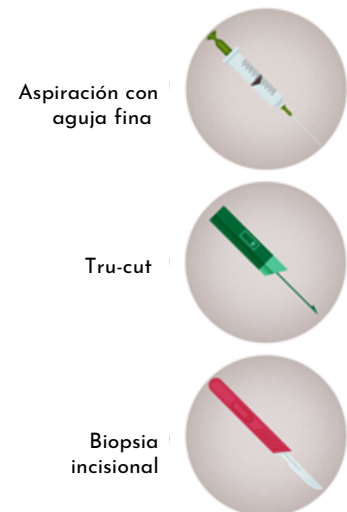


Figura 33 Tipos de biopsia
Fuente: National Breast Cancer Foundation

En los procedimientos se pueden utilizar las técnicas no invasivas como guía del procedimiento. A esto se le llama procedimiento asistido. El más común es el uso de Ultrasonido (USG). Existen áreas de mejora en los procedimientos de biopsia pues en algunos casos no se logra extraer el tejido correspondiente al crecimiento tumoral. Esto genera la incidencia de falsos negativos que generan un incremento volumétrico tumoral y el avance de la enfermedad a falta de diagnóstico oportuno. Además, existen lesiones demasiado pequeñas o que se encuentran en áreas donde se comprometen órganos vitales que requieren precisión al alcance del tejido sospechoso.

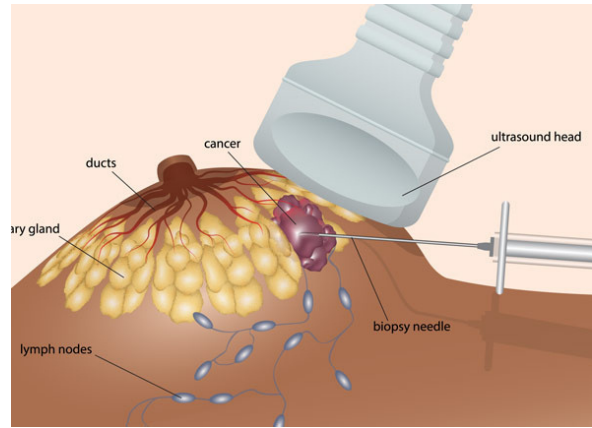


Figura 34 Biopsia guiada por ultrasonido Fuente: Lim Siew Kuan, Health plus

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA

La elaboración de técnicas médicas debe ser evaluada para poder identificar la veracidad de sus predicciones, es decir, qué tan capaz es la prueba para identificar determinada condición. Para ello se toman en cuenta parámetros de sensibilidad y exactitud. Cuando se tiene una prueba hay cuatro posibles resultados, que el paciente tenga o no una condición y que esta se identifique o no correctamente. Cuando una prueba identifica una condición se dice que el examen fue positivo, cuando descarta esa condición fue negativo. Cuando un paciente tiene la condición y se identifica correctamente se le denomina "positivo verdadero". Cuando un paciente no tiene la condición y se identifica correctamente se le denomina "negativo verdadero". Ambos son pacientes correctamente identificados.

Por otro lado, cuando un paciente que no tiene la condición obtiene un resultado positivo (el examen lo identificó como si tuviera la condición) se le llama "falso positivo" (error de tipo I). Finalmente, cuando un paciente que tiene la condición se le identifica como si estuviera sano esto se conoce como "falso negativo" (error de tipo II). En este caso fueron incorrectamente descartados. El resumen de esto se puede observar en la Tabla 5 de tipos de resultados.

Tabla 5 Tipos de resultados obtenidos de una prueba

		Condición		
		Positivo	Negativo	
Prueba	Positivo	Positivo verdadero	Falso positivo	Valor de predicción positivo = $PV / (PV+FP)$
	Negativo	Falso negativo	Negativo verdadero	Valor de predicción negativo = $NV / (NV+FN)$
		Sensibilidad = $PV / (PV+FN)$	Especificidad = $NV / (NV+FP)$	

Sensibilidad

La sensibilidad, también denominada tasa de detección, se refiere al parámetro que identifica cuántos pacientes que tienen determinada condición se identifican correctamente de todos los pacientes que el examen identificó con la condición. Es la probabilidad que ante un resultado positivo el paciente tenga la condición analizada.

$$\begin{aligned} \text{sensibilidad} &= \frac{\text{número de positivos verdaderos}}{\text{número de positivos verdaderos} + \text{número de falsos negativos}} \\ &= \frac{\text{número de positivos verdaderos}}{\text{número total de los individuos con la condición en la población}} \end{aligned}$$

Un estudio con alta sensibilidad es confiable cuando el resultado es negativo, es decir, cuando un estudio tiene alta sensibilidad y se obtiene un resultado negativo es posible descartar determinada la condición. Sin embargo, un estudio con alta sensibilidad no es suficiente para determinar la presencia de la condición.

Especificidad

La especificidad determina la capacidad de la prueba de identificar correctamente cuáles pacientes no tienen la condición. Identifica la proporción de los pacientes saludables, es la probabilidad que ante un resultado negativo el paciente este sano.

Una alta especificidad en un estudio permite identificar correctamente si un paciente tiene determinada condición o enfermedad. Si el estudio tiene una alta especificidad un resultado positivo significa que existe una alta probabilidad de que el paciente tenga la condición analizada.

$$\begin{aligned} \text{especificidad} &= \frac{\text{número de negativos verdaderos}}{\text{número de negativos verdaderos} + \text{número de falsos positivos}} \\ &= \frac{\text{número de negativos verdaderos}}{\text{número total de los individuos saludables en la población}} \end{aligned}$$

Certeza clínica

La certeza clínica es la suma de los casos correctamente identificados entre la población total que es la cantidad de pacientes evaluados (ACC). Es decir, la probabilidad de que la prueba identifique correctamente la naturaleza del paciente analizado.

$$\text{certeza clínica} = \frac{\Sigma \text{positivos verdaderos} + \Sigma \text{negativos verdaderos}}{\Sigma \text{población total}}$$

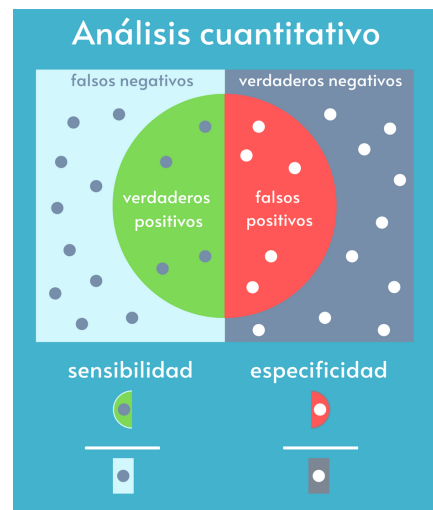


Figura 35 Sensibilidad vs especificidad
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5



Fotos de Marisol Benitez y Jezael Melgoza

ANÁLISIS CONTEXTUAL Y PROSPECTIVO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TECNOLOGÍA MÉDICA

LA CIENCIA DE LA DECISIÓN

La ciencia de la decisión tiene como objetivo generar opciones óptimas basadas en la información disponible, identificando los riesgos que conllevan. Para ello se utilizan modelos matemáticos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, estudios experimentales, descriptivos y decisiones estratégicas. La toma de decisiones basadas en evidencia presenta ventajas al momento de aplicar una política pública. Se han realizado estudios en el campo de la ciencia de decisión para mejorar los resultados de una política pública en salud, permitiendo entender los problemas de salud pública y por lo tanto mejorar las decisiones que resolverán estos problemas. La ciencia de la decisión es una colección de técnicas cuantitativas utilizadas en la toma de decisiones informadas a nivel individual y poblacional. Incluye el análisis de decisión, análisis de riesgo, modelos, simulaciones, teoría del comportamiento, así como investigación, microeconomía inferencia estadística, control de manejo, psicología social y cognitiva y ciencias de la computación (Harvard T.H. School of Public Health, n.d.).

El análisis de riesgos consiste en la evaluación, gestión y comunicación de éstos. Se identifican y caracterizan los peligros asociados, se evalúa su impacto y la respuesta a estos, se comprende y explica para los tomadores de decisiones. El análisis de costo/efectividad implica la comparación de los costos adicionales y los beneficios de salud con las alternativas disponibles traduciendo esto en término monetarios, y los beneficios en salud se miden en término de medidas naturales (supervivencia, años de vida ganados, eventos clínicos evitados). Por otro lado, el análisis de costo - beneficio evalúa económicamente en términos monetarios e intervenciones de salud pública, a diferencia del anterior este busca medir en las mismas unidades los costos y los beneficios asociados.

Se usa para determinar los máximos (ganancia, desempeño, etc.) y mínimos (pérdidas, riesgos o costos) de un objetivo real. Utiliza técnicas de las ciencias matemáticas tales como modelado, análisis estadístico y optimización matemática, para determinar soluciones óptimas para problemas complejos en la toma de decisiones. Se enfatiza en la interacción del ser humano con la tecnología y se enfoca en las aplicaciones prácticas. Siendo un espacio interdisciplinario que integra ingeniería industrial, manejo de operaciones, psicología y ciencias de la organización.

Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL)

El análisis de problemas complejos debe realizarse de forma puntualizada y con un enfoque multidisciplinario, considerando las particularidades del país a analizar. El "Laboratorio de Acción contra la Pobreza" (J-PAL) es una organización fundada en el 2003 que tiene como misión reducir la pobreza mediante la implementación de políticas basadas en evidencia científica, creando una cultura de la exigencia de pruebas para respaldar la política. Esta organización realiza el procedimiento de "evaluaciones aleatorias" para responder preguntas con el objetivo de reducir la pobreza. Colabora con gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG) y organizaciones internacionales para desarrollar e implementar programas que reduzcan la pobreza (Beaman, Duflo, Pande, & Topalova, 2012).

Este grupo de investigación ha desarrollado e implementado una estrategia de pruebas para una mejor toma de decisiones, que se conoce como "Prueba controlada aleatorizada". Principalmente consiste en la ejecución de pruebas de políticas pública en grupos aleatorios reducidos para comprobar y medir la efectividad que tienen. De esta manera es posible tomar decisiones a grandes escalas con un índice de éxito mayor a un menor costo si esta no fuere exitosa.

La "Prueba controlada aleatorizada" también conocida como ensayo controlado aleatorizado, es un procedimiento experimental utilizado principalmente para evaluar el efecto de medicamentos o tratamientos dentro de una población. Consiste en ofrecer, de manera aleatoria, medicamento a un grupo de individuos y a un grupo control. Este procedimiento busca que todos los participantes de la población elegible tengan la misma probabilidad de acceso al experimento, buscando que tanto el grupo control como el analizado tengan el mismo nivel de aleatorización haciéndolos de esa forma contrastables. La ventaja de esto es que permite determinar el impacto al tratamiento y no causas externas, minimizando así los sesgos de factores ajenos. En política social su uso consiste en una prueba piloto a una escala reducida para evaluar la efectividad de la política pública propuesta, permitiendo así observar la efectividad de esta antes de aplicarse a gran escala. De esta manera, se puede decidir la pertinencia a gran escala y realizar las modificaciones adecuadas para su éxito, reduciendo el uso de recursos en políticas públicas no exitosas.

En México se tuvo un ensayo para el Programa de Educación, Salud, Alimentación (PROGRESA) con el objetivo de reducir la transmisión intergeneracional de la pobreza. El ensayo se realizó con 505 comunidades aleatorizadas midiendo el efecto del programa en la morbilidad, desarrollo infantil y anemia. Los resultados mostraron un efecto positivo en la salud de las familias beneficiadas, aumentando también la matriculación escolar de niños en situación de pobreza (Schultz, 2004; Gertler, 2014). La investigación de este laboratorio demuestra que el uso del análisis científico y tecnológico permite obtener resultados mejores al momento de aplicar una política pública. Si bien su trabajo está enfocado en la pobreza, es posible trasladar estos logros al área de políticas públicas de salud.

Decisiones basadas en evidencia

La toma de decisiones en política pública tendrá implicaciones en grandes cantidades de personas y representará una inversión considerable de recursos. Por ello, es importante invertir en una recolección de datos apropiada para minimizar los sesgos derivados de estos análisis. La

ciencia de datos es una rama del conocimiento que permite analizar un conjunto de información con el objetivo de identificar patrones o discrepancias relevantes. De esta manera el ciclo de la toma de decisiones basadas en evidencia se compone de cuatro principales agentes: recolector de información, ingeniero de datos, científico de datos y tomador de decisiones.

El científico de datos estará involucrado en cada parte del proceso. Desde el diseño experimental. El ingeniero de datos filtrará la información haciéndola manejable, así mismo realizará evaluaciones estadísticas, verificará la utilidad de los datos, encontrará patrones. Posteriormente se evaluará la hipótesis y se buscarán resúmenes informativos relevantes para la investigación. Se presentarán estos resultados de forma simple y concisa para el tomador de decisiones.

Latinoamérica tiene experiencia en el uso de datos para la toma de decisiones. El Banco Interamericano de Desarrollo lleva a cabo esta práctica para la implementación de sus proyectos trabajando para mejorar las condiciones de vida en América Latina usando el análisis de datos para abordar desafíos regionales. Busca reducir la pobreza y desigualdad, ayuda a mejorar la salud, la educación y colaborar con infraestructura. El uso de evidencia ayuda a guiar las acciones de política que benefician a sus estados miembros. En el caso de la salud apoyan a la evaluación institucionalizada de las tecnologías en salud haciendo análisis de sostenibilidad financiera, evaluando sus procesos y metodologías que promuevan tecnologías sanitarias respecto a su impacto haciendo énfasis en eficiencia, presupuesto y equidad.

El enfoque basado en evidencia para la formulación de políticas debe:

- Garantizar que las políticas estén respondiendo a las necesidades reales de la comunidad.
- Destacar la urgencia de un problema. Obtener fondos para la política que se va a desarrollar implementar y mantener.
- Permitir compartir información entre el sector público.
- Reducir gastos gubernamentales para no usarlo en programas ineficientes.
- Producir un rendimiento aceptable de la inversión financiera mejora de provisión de servicios y los resultados.
- Toma de decisiones coherentes procesos democráticos y políticos, transparencia y rendición de cuentas.

El análisis de datos y la toma de decisiones

El análisis de datos tiene un enfoque cuantitativo que utiliza la recolección de datos para probar supuestos o hipótesis planteadas previamente, con base en la medición numérica y el análisis estadístico de variables. Cuenta con procedimientos estandarizados para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Por otro lado, cuenta con un enfoque cualitativo que utiliza métodos de investigación no estadísticos o métodos mixtos.

El análisis de datos se basa en conocer las relaciones existentes entre las variables de estudio y comprobar que nuestros supuestos son verdaderos o falsos, el procedimiento tiene una alta relevancia en la conclusión. Es importante tener calidad y fiabilidad en los datos utilizados, así como supervisar el proceso, puesto que son la evidencia sobre la cual se construyen las necesidades y se establecen objetivos.

La ciencia de datos permite entender el presente mediante un reflejo estadístico de la situación, así mismo, tiene como objetivo ayudar a predecir el futuro. Es decir, utilizar un modelo que permita entender cuáles son las posibles respuestas dados los datos obtenidos con anterioridad mediante la inferencia estadística y el uso de inteligencia artificial.

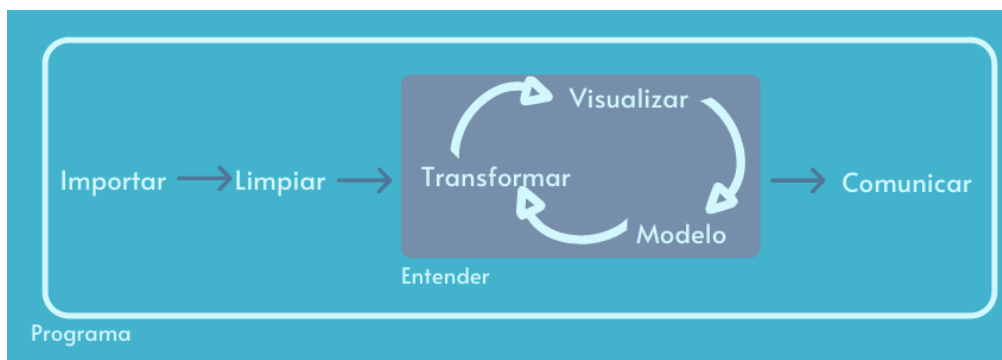


Figura 36 Procesamiento de datos.
Fuente: Elaboración propia a partir del curso "Datos para la efectividad de las políticas públicas"

Comprender el análisis de datos

A través de diferentes estudios como un análisis de árbol de problemas podemos encontrar cuáles son los problemas para resolver. El árbol de decisiones es un método que ayuda a identificar el problema central de una situación, con lo cual puede establecer la relación entre causas y consecuencias (Figura 37).

Posteriormente se hace la declaración de propósito que consiste en implementar, a través de un conjunto de protocolos, una meta para alcanzar resultados deseados. La política basada en datos se basa en el diseño de investigación cuantitativa expresada en términos medibles y argumentos para una condición que queremos cambiar.

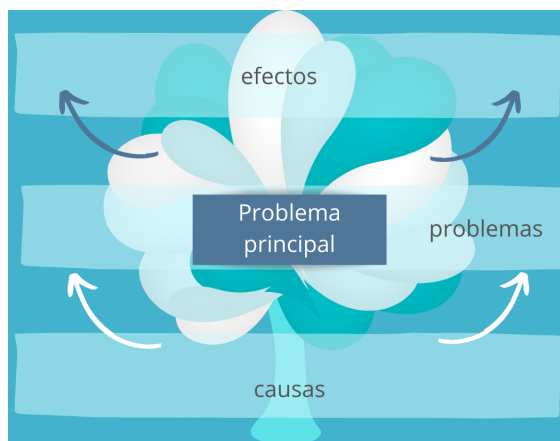


Figura 37 Árbol de decisiones. Fuente: Elaboración propia a partir del curso "Datos para la efectividad de las políticas públicas"

Un problema más un objetivo llevan una declaración de propósito que relaciona o compara variables. Una declaración de propósito identifica palabras claves para el propósito, la teoría, modelo o marco conceptual para probar en la propuesta o estudio, las variables relevantes, las relaciones entre las variables, describe la estrategia utilizada para examinar, tiene una redacción clara, referencia a la fuente de datos, define cada variable. Posteriormente se convierten los conceptos en variables, se hace un análisis estadístico, comprensión de la estadística y los indicadores. Finalmente se hace la comprensión de los datos. Los tipos de estudio realizados pueden ser:

- Exploratorios: determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y delimitan caminos de investigación, sientan precedentes, levantan hipótesis de salida.
- Descriptivos: miden sistemáticamente la presencia y magnitud de cierta característica de una población determinada y distribución respecto a grupos socio-demográficamente relevantes.

- Correlacionales: responden a preguntas de investigación para medir el grado de relación que existe entre las variables, tienen un valor explicativo.
- Explicativos: encuentran profundamente las causas de los fenómenos del estudio. Tiene una finalidad predictiva, busca conocer posibles resultados que podría tener una política conociendo las variables.

Resumen técnico para el análisis de datos

La ciencia de datos busca extraer información de los datos de forma rigurosa y rápida. Es el proceso de descubrir automáticamente información útil en sets de datos masivos. El estudio predictivo anticipa el valor de otros atributos, el descriptivo encuentra patrones que revelan relaciones subyacentes en datos másicos.

Las técnicas descriptivas son (BID,2018):

- Análisis de asociaciones: encontrar productos que se comparan juntos con frecuencia.
- Análisis de grupos ("cluster análisis"): agrupación de similares usando algoritmos.
- Identificación de anomalías en datos: detección de fraude.

Las técnicas de minería de datos usan modelos clásicos de análisis. Su objetivo no es generar nuevo conocimiento sino obtener información. A través del "machine learning" se puede analizar grandes volúmenes de datos. Se ocupa en el diseño y desarrollo de algoritmos que permiten deducir comportamientos basados en datos empíricos. Se crean modelos predictivos, se entrenan y generan predicciones. Es mediante el aprendizaje supervisado y no supervisado. Otra estrategia es el "deep learning", un aprendizaje de máquinas supervisado, capaz de tomar decisiones independientes. Es análogo a una conexión neural, ya que hay procesamiento en varias unidades y existe comunicación entre ellas. Por cada unidad se tiene un nivel de profundidad de la red. Esta elige valores aleatorios para hacer la parametrización de la fórmula.

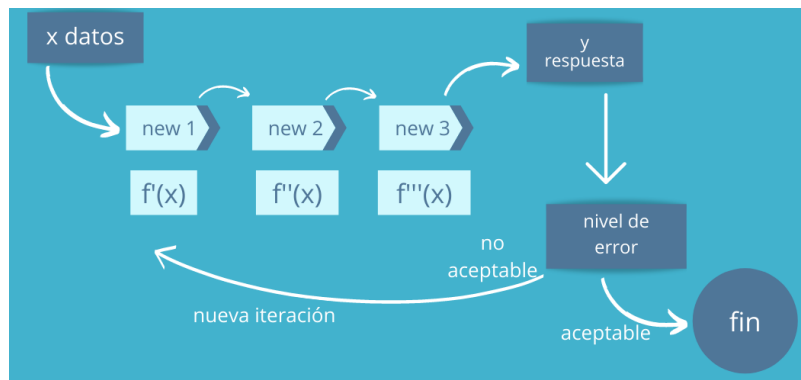


Figura 38 Resumen simplificado del proceso de Deep Learning. Fuente: Elaboración propia a partir del curso "Datos para la efectividad de las políticas públicas"

Las variables se analizan en función de las relaciones que presentan. La correlación es cómo una variable interactúa con otra, se busca el coeficiente de relación para cuantificar el grado de asociación. Resumen la magnitud y dirección de una relación entre dos variables (1,-1). La correlación positiva es cuando los valores bajos de una variable se asocian con los valores bajos de otra y los valores altos con los altos, es decir, directamente proporcional. En la correlación negativa los valores bajos de una se asocian a los altos de la otra o sea inversamente proporcional. Es importante resaltar qué correlación no implica causalidad. Se deben analizar otras variables intervinientes, moderadoras, extrañas de confusión, etc.

La ciencia de datos analiza correlaciones, sirve para descubrir patrones o información básica antes de realizar estudios más profundos que apunten a relaciones causales. El análisis mediante regresión permite predecir el comportamiento de una variable dependiente conociendo el comportamiento de una independiente. Entre mayor correlación más precisa es la predicción. Explica cambios en una variable en función de otra, indica dirección de esa relación y la magnitud del cambio que provoca.

Parte del análisis de datos es la visualización, ya que permite comunicar los resultados del análisis a los diferentes agentes involucrados en el proceso. La visualización brinda simplificaciones de datos extraídos, los convierte en asimilables para su uso eficaz permitiendo un rápido análisis de datos masivos. Ayuda a identificar rápidamente patrones o tendencias de datos. Una vez realizado el análisis, es importante transmitir de forma clara y concisa los resultados más relevantes para que el tomador de decisiones pueda usar la información. En el libro "R para la Ciencia de Datos" de Hadley Wickham y Garrett Golemund (2017), se menciona que es muy probable que la audiencia a la cual se presentarán los resultados no comparta el conocimiento previo del analista, por lo tanto, no va a estar profundamente relacionado con los datos. Recomienda que para ayudar a otros a construir un buen modelo mental de los datos deberá invertirse un esfuerzo considerable en hacer los gráficos lo más auto-explicatorios posibles (Golemund & Wickham, 2017).

Desde los datos hasta la planificación

Se necesita un conjunto de métricas para observar el éxito de la política y evaluar la eficacia, una buena política es medible. El proceso para el uso de datos se describe en 8 pasos principales:

1. Determinar la pregunta de la política y las hipótesis que se pueden investigar: deben ser preguntas específicas acotadas y demostrables.
2. Crear una estrategia analítica y un flujo de trabajo: cómo se examinarán los datos, evitando interpretaciones incorrectas.
3. Identificar las fuentes de datos: se debe identificar las poblaciones relevantes, desarrollar herramientas apropiadas para su recopilación.
4. Recopilar, alinear, limpiar y mejorar los datos: se realiza a través de observaciones encuestas y cuestionarios. Busca armonizar las respuestas a las variables. Debe validar y mejorar los datos recopilados.
5. Análisis de datos por medio de un algoritmo.
6. Crear un informe a partir del análisis: se debe identificar los valores centrales, realizar un análisis por medio de gráficos e identificar las relaciones a investigar.
7. Revisar el resultado y reiniciar el proceso de análisis de datos: el informe debe tener una buena comprensión de los datos analizados, los resultados y sus interrelaciones con otras áreas teniendo en cuenta factores de desviación. Es necesario pruebas ad hoc si se sospecha otra interrelación.
8. Tomar una decisión política:
 - a. Identificar soluciones
 - b. Generar indicadores de evaluación
 - c. Evaluación de políticas alternativas
 - d. Implementación del plan o política

Toda política debe ser evaluada en términos de su impacto económico, social y ambiental. Es necesario que cuente con indicadores para medir objetivos:

- Debe identificar soluciones y resultados por medio de un conjunto de acciones coordinadas.
- Identificar los caminos posibles para ser integrados en la planificación.
- Generar indicadores de evaluación para las instituciones.
- Definir objetivos a mediano y largo plazo crear planes con metas concretas y verificables.
- Los caminos planificados deben estar asociados a criterios de evaluación para identificar el éxito o fracaso.
- Evaluar políticas públicas para buscar políticas alternativas a las que fueron planificadas.
- Implementación del plano político con planes de contingencia definidos frente a diferentes eventualidades.

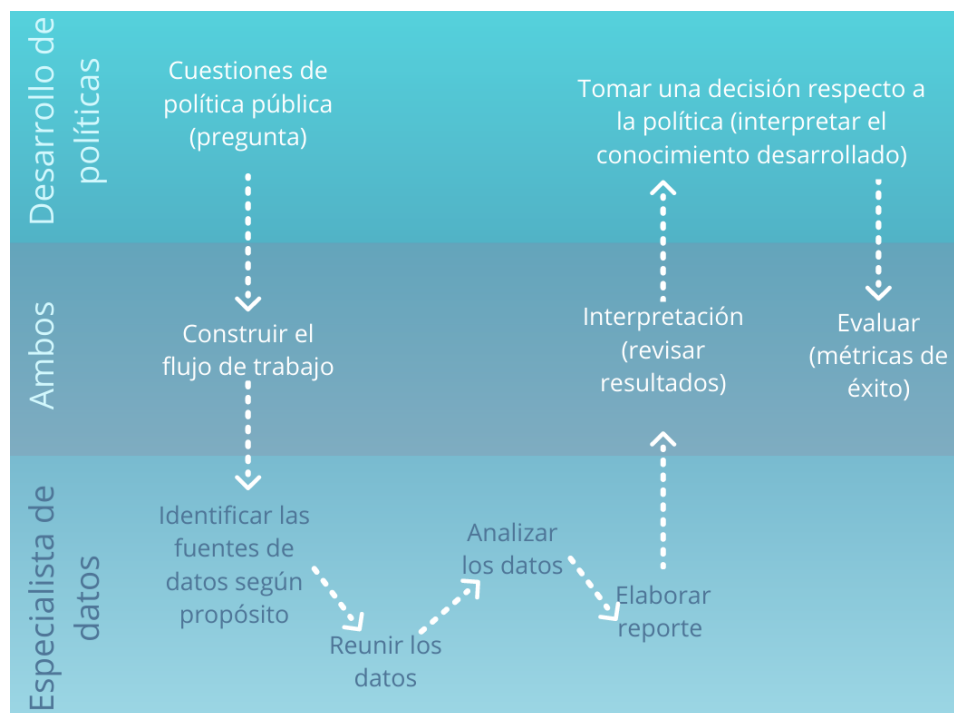


Figura 39 Proceso para la toma de decisiones de política pública basada en datos
Fuente: Elaboración propia a partir de BID 2019

El modelo para el diseño del plan de gestión para una organización pública contempla cinco momentos.

- Momento uno: análisis de la situación del Gobierno y su entorno por medio de árbol de competencias, verificación de la existencia de misión - visión - valores, balance contable histórico, factores críticos de éxito, capacidades y habilidades clave, prioridades de la comunidad del Gobierno, análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).
- Momento dos: posicionamiento estratégico, definición de misión - visión - objetivos - metas y valores, y procesamiento de problemas; consiste en identificar el problema, seleccionar el problema, determinar nudos críticos, determinar actores responsables de los nudos críticos.
- Momento tres: diseño de plan y situación de los objetivos del plan que consiste en la formulación de objetivos y metas, diseño de operaciones, diseño de escenarios, diseño de planes de contingencia, diseño de presupuesto, diseño de indicadores de gestión, diseño del árbol de propuestas, diseño del análisis de confiabilidad.

- Momento cuatro: análisis estratégico que consiste en el estudio de los actores, operaciones de consenso, operaciones conflictivas, diseño estratégico, meta estratégica, diseño de trayectoria estratégica del plan.
- Momento cinco: analiza la organización necesaria en el Gobierno, el diseño de una organización gubernamental corresponde a la oficina del gobernante y los sistemas de alta dirección.

Finalmente, toda política implementada debe ser monitoreada y evaluada ya que permite hacer modificaciones a las acciones implementadas y justificar la continuidad de las distintas políticas. La evaluación es un proceso mediante el cual los directores de proyectos y autoridades determinan:

- Si se están alcanzando los objetivos de la política.
- Cómo podría a política en curso responder mejor a las necesidades.
- El impacto de la política.
- Si se pueden producir los mismos resultados a menor costo.

Este análisis se hace mediante la relación de costo-beneficio, costo-efectividad, evaluación de procesos, evaluación cualitativa y evaluación de impacto. Se estima el impacto de una política mediante una evaluación de impacto en términos económicos, sociales y ambientales.

CENETEC: CENTRO NACIONAL DE EXCELENCIA EN TECNOLOGÍAS DE SALUD

Desde el punto de vista tecnológico, el análisis contextual se puede realizar mediante la metodología presentada por el Centro Nacional de Excelencia en Tecnologías de Salud (CENETEC). El desarrollo acelerado de tecnologías para la salud conlleva una constante actualización en el estado del arte para quienes toman decisiones de salud. Particularmente el tema de adquisición de estas tecnologías representa un reto. Debido a que el tomador de decisiones no puede dedicar el tiempo necesario para el estudio, comprensión y discernimiento que tiene cada uno de los nuevos avances, en México existe un organismo dedicado a esta tarea. El CENETEC, tiene como objetivo revisar, filtrar y clasificar las nuevas tecnologías relacionadas con salud. Con el objetivo de presentar un informe resumido de estas para que el Sector Salud pueda evaluar su adquisición. A este proceso se le conoce como evaluación de tecnologías para la salud (ETES).

La evaluación de tecnologías para la salud es un proceso multidisciplinario, ya que no sólo la evaluación técnica requeriría un grupo variado de expertos, sino que, además, considera las implicaciones éticas, médicas, sociales y económicas, buscando asistir la toma de decisiones en el Sector Salud. Es el proceso que liga la investigación con la toma de decisiones, siendo fundamental la capacidad comunicativa en este proceso (CENETEC, 2017). La evaluación tecnológica requiere una participación multidisciplinaria en su análisis ya que estudia las implicaciones médicas, sociales, éticas y económicas. La interacción entre los ámbitos de toma de decisiones y el ámbito de la investigación se da a través del diseño experimental y la implementación de las propuestas. En la parte de la toma de decisiones se elaboran las preguntas de política pública y las preguntas relacionadas con la evaluación. En el dominio de la investigación se realiza el proyecto de evaluación y se hace un resumen de evidencia que se regresa al dominio de la toma de decisiones para su aplicación.

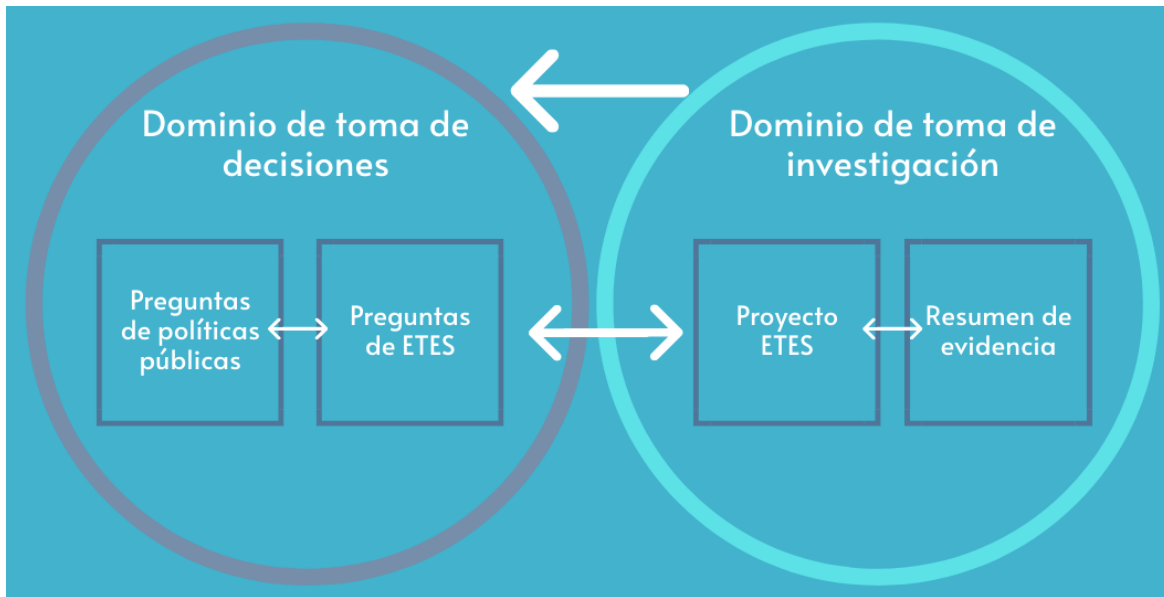


Figura 40 Interacción de los dominios de toma de decisiones y de investigación a través de la ETES
Fuente: Elaboración propia a partir de Kristensen & Sigmund, 2007

El modelo de proceso de evaluación de tecnologías consiste en siete pasos principales:

1. Planteamiento de las preguntas investigación
2. Diseño del protocolo de estudio
3. Realización de la investigación
4. Síntesis de la información y discusión de resultados
5. Compilación y elaboración del reporte
6. Respuesta al solicitante y designación de los resultados
7. Seguimiento y retroalimentación

La determinación de la seguridad y efectividad consiste en recopilar y resumir las publicaciones científicas sobre el tema de análisis. La evaluación económica contrasta costos derivados de la incorporación y uso de las tecnologías con los beneficios que reciben en determinado tiempo la salud, así como los ahorros derivados que se traducen años de vida ajustados a la calidad. La evaluación social, organizacional y ética evalúa si la tecnología atenta contra los valores culturales, si afecta algún grupo específico y si realiza su análisis en tres niveles. La ética médica busca el respeto a la autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia distributiva equitativa y eficiente. En evaluación y aspectos clínicos se busca identificar los estudios relevantes, se hace un análisis crítico de la literatura, se realiza la síntesis de la información y finalmente se interpretan los resultados.

Los aspectos que considerar en un análisis de tecnologías son sociales, éticos, organizacionales, relacionados con el paciente, relacionados con otros individuos, relacionados con el individuo y relacionados con el contexto. Las particularidades de cada uno se describen en la Tabla 6.

Tabla 6 Aspectos a evaluar (CENETEC)

Ámbito / Aspecto	Cuestiones
Sociales	Integridad y dignidad humana, desafío de valores y disposiciones sociales, conflicto con convicciones religiosas y culturales, estigmatización discriminación, derechos humanos, accesibilidad, contradicción de disposiciones legales.
Éticos	Distribución y acceso servicios de salud, obligación moral de implementar una tecnología, justicia social, equidad, imparcialidad, legitimidad, derechohabencia, rendición de cuentas, reacción del público.
Organizacionales	Procesos: actores, organizaciones, miembros del equipo de trabajo, flujo de trabajo, interacción/comunicación, barreras potenciales, necesidad de capacitación / actualización. Estructura: estructura física, de recursos y legislativa y; difusión de la tecnología; sistemas de control y evaluación; cultura y ambiente.
Relacionados con el paciente	Psicológicos: miedos y molestias, satisfacción e involucramiento, daños psicosociales, preferencias. Éticos: aceptabilidad; participación en toma de decisiones. Sociales: impacto en la vida diaria, familia y capacidad de trabajar; percepción de la tecnología; calidad de vida, circunstancias financieras; información.
Relacionados con otros actores involucrados	Relación médico-paciente, autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, responsabilidad médica, confianza mutua, consentimiento informado, confidencialidad, beneficiarios directos e indirectos, víctimas potenciales, interés financiero, prestigio profesional, interés del investigador, relaciones de poder.
Relacionados con la tecnología	Razón para evaluar, valor simbólico, normatividad, efectos deseados, consecuencias no planeadas, tecnologías alternativas.
Relaciones con el contexto	Características de la población, prevalencia y distribución de la enfermedad, nivel de recursos y tipo de sistema sanitario.

ANÁLISIS DEL ACCESO A LA TECNOLOGÍA MÉDICA EN MÉXICO Y EL MUNDO América Central y América del Sur

Diversos estudios respecto a la situación en América Central y América del Sur concuerdan en que implementar legislación y ampliar el acceso al tamizaje es una cuestión urgente. En un mapeo de enfermedad por región, realizado por la Sociedad Americana de Oncología Clínica, se señala que existen varias limitantes para la prevención del cáncer de mama en esta parte del mundo (Cazap, 2018), como la escasez de datos epidemiológicos, la reducida voluntad política, la baja tasa de tamizaje por mastografía, la falta de marcadores moleculares y receptores hormonales para todos los pacientes, el alto porcentaje de mastectomía, la insuficiente epidemiología clínica e investigación básica, así como el corto intervalo entre el diagnóstico y el tratamiento. En algunos países hay cuidados paliativos adecuados para los pacientes como quimioterapia, hormonoterapia y morfina; los especialistas que tratan el cáncer de mama tienen un buen nivel educativo.

El cáncer de mama representa una carga económica grande y se observa claramente en los países que hoy en día no tienen recursos suficientes para tratar la enfermedad. Menciona que muchas mujeres se mantienen no diagnosticadas, no cuidadas y se tratan con terapia subóptima. Concluye que la reducida supervivencia en América Latina en parte es el resultado de que entre el 30% y 40% de las pacientes son diagnosticadas cuando la enfermedad ya se encuentra en las fases III o IV con metástasis. En contraparte, en Europa los diagnósticos tardíos sólo ocurren el 10% de las veces (Cabrera-galeana et al., 2018).

Debido a la limitada posibilidad de acceso económico en América Latina, las recomendaciones de la OMS se basan en la prevención, pero contemplan muchas medidas adicionales como educación de salud, modificación de la ley, generar conciencia acerca del cáncer de mama y una examinación clínica constante. Uno de los retos principales es implementar políticas y mecanismos de control para asegurarse de que se cumplen y apliquen a la población completa los estándares de atención médica.

En el estudio del cáncer de mama por Alejandro Di Sibio, se menciona que la incidencia por cáncer de mama ha aumentado en todo el mundo, sin embargo, particularmente ha tenido un incremento en su mortalidad en Centro y Sudamérica en las últimas décadas (Di, Abriata, Forman, & Sierra, 2016). En su estudio elabora una tabla que resume los datos de los perfiles de las Naciones Unidas respecto a la disponibilidad de acceso general en el sector público y privado en los diferentes países tanto para la examinación clínica como para la mastografía (Tabla 7).

Tabla 7 Disponibilidad de examen clínico y mastografía en América Latina. Fuente: (Di, Abriata, Forman, & Sierra, 2016).

	Disponibilidad general		
	Sector público	Sector privado	Personal capacitado
Examen clínico	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Surinam, Uruguay, Venezuela	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Surinam, Uruguay, Venezuela	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Surinam, Uruguay, Venezuela
Mastografía	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México, Nicaragua, Surinam, Uruguay, Venezuela	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Surinam, Uruguay, Venezuela	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Surinam, Uruguay, Venezuela

Concluye que el uso de la mastografía es uno de los objetivos más importantes, sin embargo, reconoce que es difícil en algunos países y puede que no sea posible una reducción óptima de la mortalidad debido a las disparidades por el acceso a la salud, la baja cobertura, falta de personal, infraestructura inadecuada y un presupuesto limitado. Informa que las barreras socioeconómicas y culturales evitan que las mujeres se realicen un tamizaje oportuno.

La información detallada del acceso y estrategias del resto del mundo se encuentra en el Anexo III.

ACCESO AL TAMIZAJE EN MÉXICO

Derechohabiencia y costos de la detección

Respecto al acceso público a la salud, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el 2015 reportó sobre el acceso a la derechohabiencia en el país: el 39.2% de la población tiene acceso al IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), 49.9% al Seguro Popular, el 7.7% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el 4.8% a otras instituciones y el 1.2% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN), Secretaría de Marina (SM). Respecto a la distribución porcentual de la población usuaria de servicios de salud, según el tipo de institución, el 40.1% corresponde a los servicios a la población abierta, el 36.8% a seguridad social y el 23.1% a servicios médicos privados. En el rubro de población según condición de afiliación a servicios de salud se reporta que el 82.2% de la población se

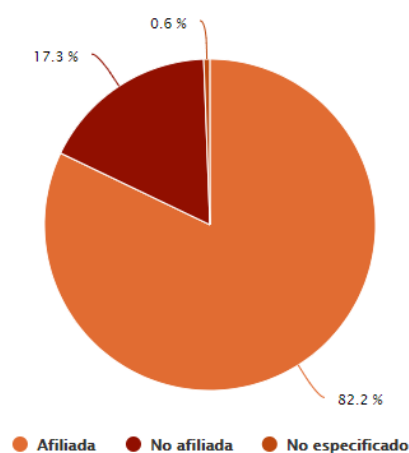


Figura 41 Población según condición de afiliación a servicios de salud
Fuente: INEGI, 2015

encuentra afiliada, el 17.3% no tiene algún tipo de afiliación y el 0.6% no especifica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016).

En nuestro país enfrentamos problemas para el análisis debido a la falta de datos disponibles. Sin embargo, a través del mecanismo de transparencia ha sido posible acceder a los datos generados por el Instituto Mexicano del Seguro Social en relación con la atención de pacientes para la detección y tratamiento de cáncer de mama. El Instituto Mexicano del Seguro Social dio respuesta a la solicitud de transparencia con número de folio 0064100652120, con respuesta el día 31 de marzo del 2020. Los resultados de esta solicitud se presentan a continuación. Cabe mencionar que la misma solicitud fue enviada al ISSSTE y al INCAN recibiendo una respuesta insatisfactoria por parte de ambas entidades.

Respecto a la cantidad de usuarias que acuden a hacerse una mastografía/ USG mamario al año; el IMSS informó que la Coordinación de Atención Integral a la Salud en el Primer Nivel sólo monitoriza las mastografías de tamizaje. Con datos de enero a septiembre de 2019 y estimación de octubre a diciembre de 2019, se realizaron en este año 1,210,997 mastografías de tamizaje en el grupo de mujeres de 40 a 69 años.

El reporte menciona las estrategias que se tienen para aumentar el tamizaje oportuno. A las mujeres derechohabientes del IMSS que acuden a las unidades de medicina familiar, el personal de salud les revisa la "Cartilla Nacional de Salud", para identificar si es candidata a realizarse la mastografía de tamizaje. En caso de que sea candidata es referida al servicio de rayos "X" para el estudio. Otras estrategias, son: promoción de la salud intramuros (en salas de espera, consultorios y áreas concurridas de la unidad médica) e informar a la mujer derechohabiente, sobre los beneficios de la mastografía de tamizaje, para que solicite el estudio en la unidad de medicina familiar que le corresponda. Se realizan campañas de salud en el marco de la celebración de los días alusivos para fortalecer este componente, como es el Día Mundial Contra el Cáncer (31 de marzo), Día Internacional de Acciones por la Salud de la Mujer (28 de mayo), así como el Mes de la Sensibilización del Cáncer de Mama celebrado en octubre de cada año. Respecto a las dificultades para su detección reportan que la mayor dificultad es la desinformación, lo que

provoca que la mujer derechohabiente no solicite su estudio de mastografía de tamizaje. Una mujer informada sobre el cáncer de mama, y cuál es la forma de detectarlo de manera oportuna, permite que se corresponsabilice en el cuidado de su salud.

Así mismo, se solicitó información respecto a los equipos y profesionistas con los que cuentan para realizar tamizaje de cáncer de mama:

- Mastografía de tamizaje en el IMSS
- Enfermera en los módulos PREVENIMSS, revisa la Cartilla Nacional de Salud, promueve y envía a la mujer de 40 a 69 años a realizarse la mastografía de tamizaje en el servicio de Rayos X.
- Técnico radiólogo, es el encargado de tomar la radiografía.
- Médico radiólogo, es el encargado de leer o interpretar la mastografía y dar un resultado.
- Médico familiar, refiere a un hospital a las mujeres con sospecha de cáncer de mama o de algún resultado anormal. Si el resultado es normal, recomienda la mastografía de tamizaje cada dos años. También promueve entre las mujeres asintomáticas de 40 a 69 años, realizarse la mastografía de tamizaje.

En el IMSS funcionan 252 equipos de mastografía de tamizaje. Por cada equipo de mastografía hay un médico y técnico radiólogo (Aguirre Rodríguez, 2020).

Sistema Nacional de Información en Salud

La Secretaría de Salud a través de la Dirección General de Información en Salud proporciona un portal llamado Sistema de Información de la Secretaría de Salud. En este portal se pueden encontrar datos sobre salud en general, tales como nacimientos, defunciones, servicios otorgados, recursos públicos para la atención, gasto en salud e indicadores. Aunque los datos que se pueden consultar son limitados, y para poder tener un acceso más profundo se requiere una cuenta, este portal nos permite tener un panorama más específico de la situación de disponibilidad de profesionistas y equipos para la detección oportuna de cáncer de mama en México. A continuación, se mencionan los principales hallazgos de este portal.

El portal reporta más de 1.3 millones de atenciones diarias en las instituciones públicas de salud. Respecto a los recursos del sistema de salud, tiene más de 28,000 Unidades de Atención Ambulatoria, 4,646 hospitales, 355,000 enfermeras y más de 314,000 médicos. Particularmente, cuentan con 69,896 médicos generales y familiares, 94,603 médicos especialistas, 1,395 hospitales, 779 mastógrafos, 86 equipos de resonancia magnética y 385 tomógrafos (Dirección General de Información en Salud, 2018).

Específicamente, la Secretaría de Salud cuenta con 37,555 médicos generales y familiares, 36,023 médicos especialistas, más de 14,000 Unidades de Atención Ambulatoria, 761 hospitales, 329 mastógrafos, 45 equipos de resonancia magnética y 151 tomógrafos. En el apartado de equipo médico de alta tecnología se analizan la cantidad de equipo especializado. Este se puede ver por tipo, institución o entidad.

Dentro de las observaciones pertinentes, cabe resaltar que Querétaro reportó solamente 6 mastógrafos y 0 equipos de resonancia magnética durante el 2018. Siendo el más bajo a nivel nacional; en contraste, la Ciudad de México reportó 135 mastógrafos y 36 equipos de resonancia magnética siendo la entidad con más equipos médicos de alta especialidad.

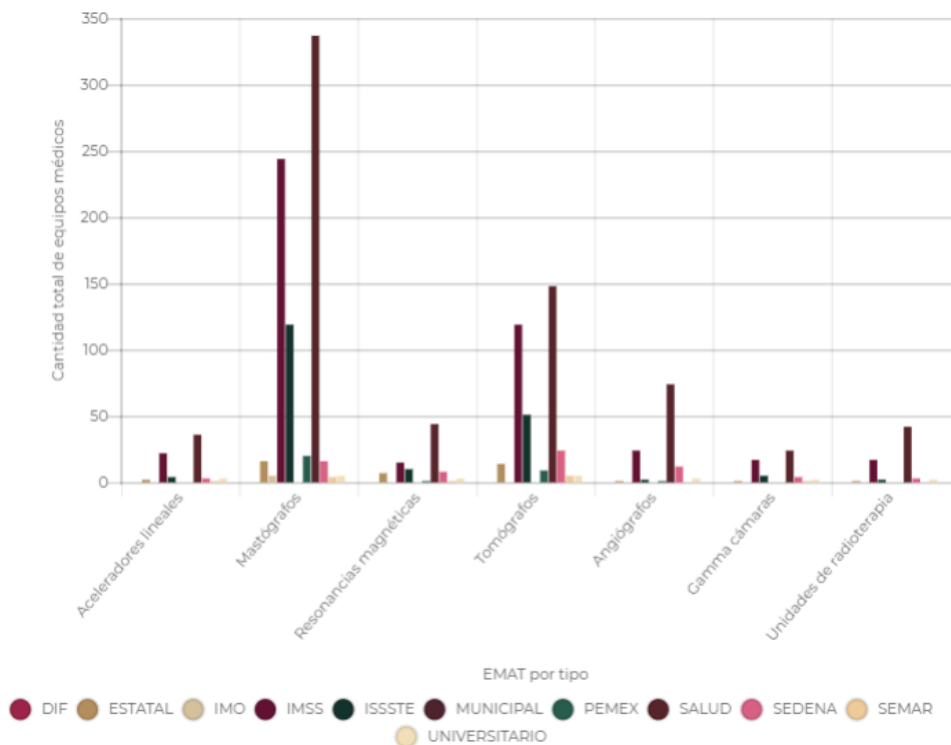


Figura 42 EMAT por tipo
Fuente: DGIS,2018

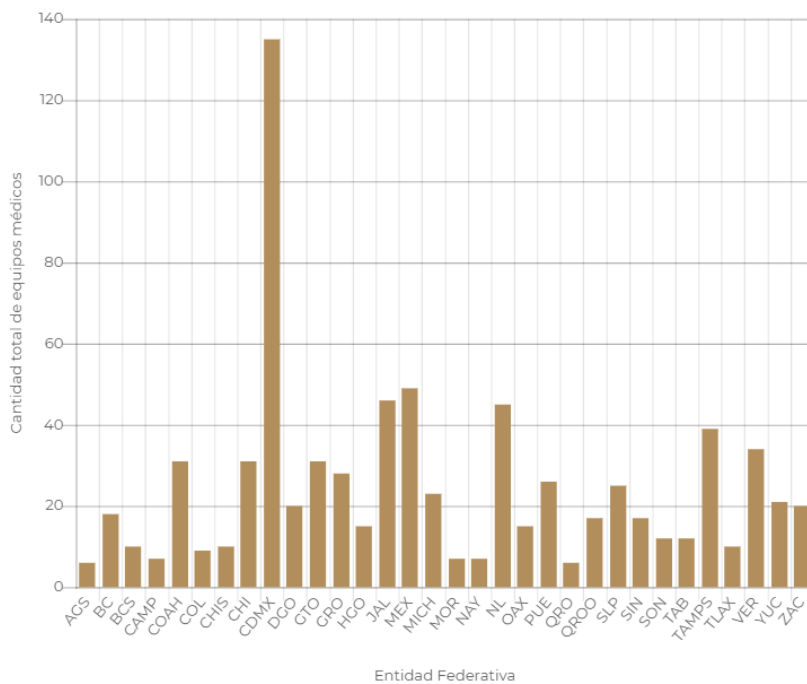


Figura 43 Mastógrafos por entidad
Fuente: DGIS,2018

POLÍTICA PÚBLICA DE SALUD EN MÉXICO

Una política son soluciones específicas para manejar asuntos públicos, es un plan para alcanzar un objetivo de interés público. Se desprenden de la agenda pública y consisten en programas, proyectos, estrategias, procedimiento, leyes, reglamentos, etc. Las políticas de desarrollo permiten orientar la gestión de un Gobierno para alcanzar sus objetivos. El diseño, gestión y evaluación de las políticas públicas son una parte de las responsabilidades del Gobierno. Las políticas públicas logran sus fines por medio de servicios públicos o por medio de la regulación y el sistema tributario. Los instrumentos de la política pública: incentivos económicos, regulación directa, desregulación, creación o simulación de mercados, provisión directa o indirecta de servicios y bienes, así como los seguros frente a la adversidad.

Las políticas públicas ligadas a salud en México se desprenden del Plan Nacional de Desarrollo. Este reconoce las deficiencias del sistema de salud. En éste el Gobierno Federal se compromete a realizar las acciones necesarias para que en el 2024 todos los habitantes de México puedan recibir atención médica y hospitalaria gratuita; incluidos el suministro de medicamentos y materiales de curación, los exámenes clínicos. Busca lograr este objetivo a través del Instituto Nacional de Salud para el Bienestar, a través del cual se les dará servicio a todas las personas no afiliadas al IMSS o al ISSSTE. La atención se brindará bajo los principios de participación social, competencia técnica, calidad médica, pertinencia cultural, trato no discriminatorio digno y humano. Los objetivos que plantea el Plan Nacional es el combate a la corrupción, dignificar los hospitales públicos, priorizar la prevención de enfermedades mediante campañas e inserción de programas escolares, emprender una campaña informativa sobre adicciones e impulsar las prácticas deportivas en todos sus habitantes.

Respecto a ciencia y tecnología en el Plan Nacional el Gobierno se compromete a proveer la investigación científica y tecnológica, apoyar estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el plan nacional para la innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional, contando con la participación de universidades, el pueblo, científicos y empresas (Presidencia de la república, 2018).

Por su parte, Querétaro establece en su Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2020 los objetivos ante el cambio en el perfil epidemiológico que presenta los desafíos derivados de la transición demográfica, los cambios en el estilo de vida y enfermedades asociadas a infecciones respiratorias. Querétaro cuenta con cinco hospitales para brindar la atención correspondiente como el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer. El estado de Querétaro cuenta con tecnología avanzada y personal capacitado para el diagnóstico y atención de cáncer de mama. La Secretaría de Salud del Estado de Querétaro informa que actualmente se tienen equipos digitales y tecnología de punta cómo son los estudios de tomosíntesis. Asimismo, se tiene la Unidad de Especialidades Médicas de Detección y Diagnóstico de Cáncer de Mama (UNEME-DEDICAM).

Cabe destacar qué México se encuentra alineado con varios tratados y programas internacionales, entre ellos se encuentran los Objetivos del 2030; México tiene el compromiso de generar las acciones pertinentes en su país para conseguir los objetivos ahí planteados. Particularmente el Objetivo 3: Salud y Bienestar es garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas en todas las edades.

Con sus metas particulares, las más relevantes para este trabajo son:

- 3.4. Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar.
- 3.8 Lograr la cobertura sanitaria universal, en particular la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos.
- 3.d Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial

Actualmente México cuenta con la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA2-2011, para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer de mama. Las Normas Oficiales Mexicanas se actualizan cada cinco años. En México, existe una política pública de cáncer de mama, existe un programa específico de salud para cáncer de mama, existen normas para la atención, existe un sistema de información nacional, se tiene conocimientos de los actores no gubernamentales sobre la existencia de una política pública, se tiene conocimiento de los factores no gubernamentales sobre la existencia de un programa para la atención; y se cuenta con la participación de actores no gubernamentales en la formulación de un programa para la atención participación de actores nuevos.

Los problemas con las políticas públicas son que se generan en las condiciones de desigualdad entre las entidades federativas debido a la gran heterogeneidad en la cantidad y tipo de recursos disponibles, la estructura y organización de los servicios en cada estado. En segundo lugar, por la diversidad de mensajes en las acciones educativas que se desarrollan por parte de las diferentes instituciones hacia la población. En tercer lugar, la falta de consenso entre sectores gubernamentales y la sociedad civil, sobre la edad para comenzar a realizarse la mastografía de detección.

Los retos que presenta la política de cáncer de mama son:

- Articular la participación de todas las instituciones que intervienen en la población.
- Consolidar el sistema de información en los estados y mecanismos de evaluación del programa.
- Promover la inversión entre las instituciones del sector para disminuir las brechas.
- Fortalecer espacios de participación para la toma de decisiones de política.

Es un reto considerable establecer una política pública nacional para un país tan heterogéneo como lo es México. Se requiere el análisis situacional de cada agente involucrado en una situación puntual.

Para ahondar en las estrategias que se utilizarán y los objetivos principales de éste en el ámbito de salud, se consultó el Plan Sectorial de Salud 2019-2024. Dentro de este plan se encuentran objetivos prioritarios que obedecen a ciertos problemas públicos. El objetivo principal cinco "Salud y Bienestar" se enfoca a fomentar las condiciones que procuren la calidad de vida de la población bajo un enfoque integral, a partir de la prevención y sensibilización de los riesgos para la salud, así como; el tratamiento y control de las enfermedades especialmente los de mayor impacto en la población.

Dentro de los particulares se encuentra el objetivo 5.1.2, que busca integrar un registro nacional de cáncer y enfermedades no transmisibles para disponer de información oportuna, confiable y veraz que facilite el diseño e implementación de programas y estrategias a nivel nacional.

En el apartado 5.3 se hace énfasis en la salud y asistencia social brindada a mujeres. El objetivo es promover la calidad de vida y salud integral de las mujeres mediante la mejora de los servicios de salud y asistencia social brindada desde una perspectiva de género en igualdad de oportunidades sensible al ciclo de vida y con pertinencia cultural. Particularmente el 5.3.3 habla de mejorar la detección y el tratamiento de cáncer cervicouterino y de mamá para disminuir los efectos negativos derivados de este padecimiento.

Además, en el apartado 5.3.5 se menciona el objetivo de promover campañas que procuren estilos de vida saludables y la prevención de padecimientos que predominan y afectan a las mujeres a través de la coordinación interinstitucional y un modelo integral bajo un enfoque multicultural y territorial (Secretaría de Salud., 2019).

Programa piloto de tecnologías emergentes: Análisis Infrarrojo Mamario en el Instituto Municipal de la Mujer de Corregidora

El Municipio de Corregidora en febrero de 2018 celebró la firma de un convenio de colaboración entre su Instituto Municipal de la Mujer (IMMC) y el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) de la UNAM. En este convenio se realiza un intercambio de funciones para la continuidad de un programa piloto donde se utilizaría la técnica de Termografía como un examen complementario a la detección oportuna de cáncer de mama. El programa aplicado en el Municipio se refiere como "Análisis Infrarrojo Mamario". La atención se brinda de forma regular y en días de atención masiva denominados Termomaratones. Detalles de la atención en el Anexo III. En el periodo de febrero del 2019 a marzo del 2020 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8 Resumen estadístico de los análisis realizados por el Municipio de Corregidora

	GLOBAL		2019		2020	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Total Mujeres	2803	99.36	2495	99.32	308	99.67
Total Hombres	18	0.63	17	0.67	1	0.32
Ambos	2821		2512		309	
Mastografía	1507	53.42	1306	51.99	201	65.04
Autoexploración	1431	50.72	1253	49.88	178	57.61
Termomaratones	821		364		91	
Total de termografías	3642		2876		400	

En resumen, del 25/02/2019 al 15/03/2020 se realizaron un total de 3642 estudios de termografía, de lo cuales 821 corresponden a "Termomaratones". En atención regular durante el 2019 se hicieron 2512 estudios y durante cuatro eventos de "Termomaratones" se hicieron 364 estudios, dando un total de 2876 estudios tomados. En atención regular durante el 2020 se han hecho 309 estudios y durante un Termomaratón se hicieron 91 estudios, dando un total de 400 estudios tomados.

En este periodo se han identificado:

- 1 paciente con CTG5
- 16 pacientes con CTG4
- 2 pacientes con cáncer de mama. (Uno previamente identificado y uno descubierto a través de este estudio)

Es importante resaltar que los números aquí expuestos hacen referencia al número de estudios o sesiones de termografía tomados, no a cuantas mujeres fueron analizadas. El apartado que dice "Mastografía" significa que (de acuerdo con los protocolos de Salud de México) se ha realizado un estudio de mastografía o ultrasonido mamario en los últimos dos años. El apartado de "Autoexploración" significa que (de acuerdo con los protocolos de Salud de México) se realiza de forma mensual y protocolaria el examen de autoexploración.

Respecto a los estudios realizados con anterioridad se observa que la mayoría de las pacientes se han realizado algún estudio previo y realizan autoexploración con regularidad. Finalmente se resume la edad de los pacientes que se realizaron el estudio; la mayoría se encuentra entre los 40 y 60 años (52.5%), la segunda fracción mayoritaria pertenece al grupo de edad entre 20 y 39 años (29.2%).

A pesar de su viabilidad como propuesta técnica en materia de política pública aun presenta áreas de mejora, ya que no cuenta con los procedimientos descritos en secciones previas. Para que sea un programa exitoso debe contar con una metodología apropiada para su correcta evaluación y mejora.

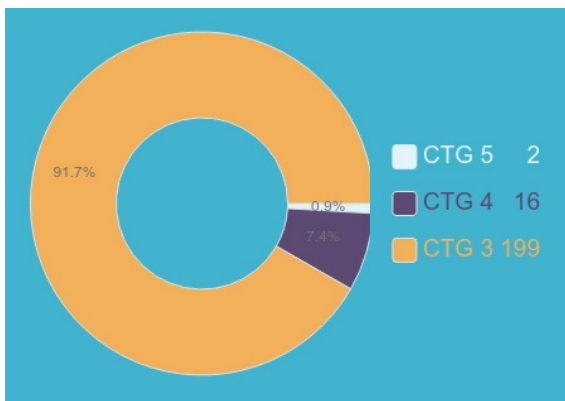


Figura 44 Resumen de los resultados con riesgo de los pacientes evaluados
Fuente: Elaboración propia

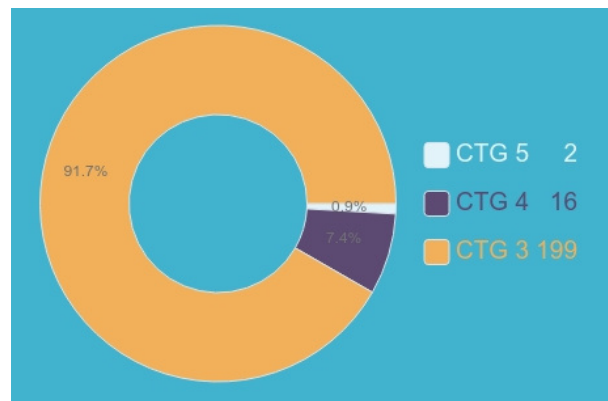


Figura 45 Edades de los pacientes
Fuente: Elaboración propia

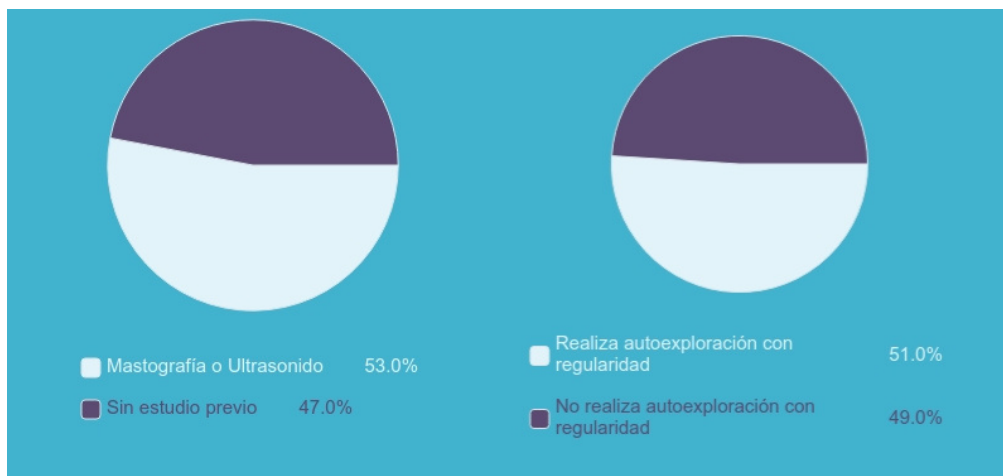


Figura 46 Resumen de pacientes con estudio previo
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6



Foto de Sarah Cervantes

ESTRATEGIA PARA ALCANZAR EL TAMIZAJE EFECTIVO

TENDENCIA DE DISEÑO PARA TECNOLOGÍA

El desarrollo tecnológico se ha basado históricamente en el uso de la ingeniería para la obtención de objetivos. Se enfoca en identificar el problema técnico y en ofrecer soluciones que atiendan esa problemática específica. Esto ha funcionado para el desarrollo de tecnología hasta el día de hoy. Sin embargo, el uso de estas tecnologías ha presentado diversos retos en el punto de implementación que permiten evaluar áreas de oportunidad para la mejora del proceso de desarrollo.

Una de las formas para abordar el tema es a través del "Diseño Centrado en el Humano" (DCH). Este se genera a partir del diseño basado en la información (information design). El concepto de DCH surgió como la separación entre la forma de pensar el diseño como una actividad complementaria y se reconoce como una actividad en sí misma.

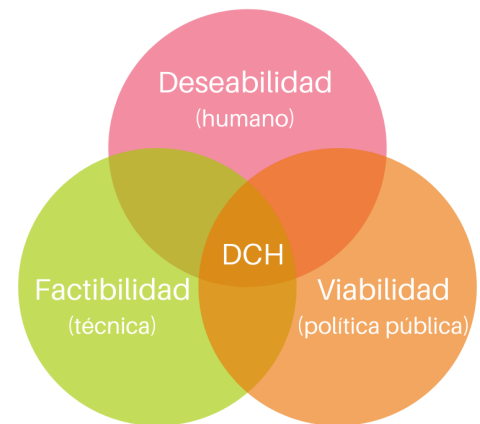
El proceso de diseño trasciende su común interpretación como la presentación estética de un invento. Por el contrario, es la creación, planeación y propuesta de conceptos a través de una metodología para generar productos con valor. El diseño basado en la información es la generación de valor, resultante de la implementación de la información extraída de los datos. Es decir, el sólo poseer una larga base de datos resulta inútil si ésta no es procesada, analizada e interpretada. Este tipo de diseño obtiene esa información y la convierte en un producto o servicio valioso donde incorporar las necesidades y requerimientos extrapolados de esa serie de datos (Jacobson, 1999).

El Diseño Centrado en el Humano refleja la relación entre el desarrollo tecnológico y el desarrollo social. Este representa una alternativa para los procesos actuales de diseño y para la sociedad en desarrollo, así mismo, cuestiona la base del método científico como elemento único del desarrollo de la innovación, debido a que excluye la intuición, el juicio subjetivo y conocimiento empírico. Evalúa diferentes formas de la interacción humano máquina y simbiosis de éstos. Se apoya en la modelación social y cultural de la tecnología como el centro del diseño y desarrollo para las tecnologías futuras y la sociedad como un conjunto. Contempla dimensiones adicionales a lo planteado por la mera recolección de especificaciones técnicas. Considerando otras variables puede aportar información en el desarrollo de la innovación. Consiste en una profunda observación de los agentes involucrados dentro del desarrollo de cierta tecnología.

En el desarrollo de una tecnología médica, contempla la relación que tiene el paciente, el operador, quien lo interpreta y los auxiliares dentro de este proceso. De esta manera se toman en

consideración las necesidades de cada uno de los relacionados. Reduciendo la necesidad de rediseño, y reduciendo los riesgos de rechazo en su operación. Invertir en un proceso de diseño puede resultar aparentemente más costoso tanto en tiempo como en recursos, sin embargo, el utilizar la fase de planeación de un proyecto y la observación detallada de los sujetos involucrados llevará al desarrollo de tecnologías mucho más precisas y con menos tasa de rechazo de los diferentes agentes involucrados. El Diseño Centrado en el Humano asegurará que el producto en realidad cumple con las necesidades de las personas que interactuarán con este (510 Human Centered Design, 2019).

Como lo muestra la Figura 75, los elementos del Diseño Centrado en el Humano son: la factibilidad, la deseabilidad y la viabilidad. Es decir, se tiene que considerar que técnicamente pueda cumplir con las expectativas del producto, que este producto cumpla con las necesidades de todos los agentes involucrados, y para este tipo de desarrollos la viabilidad de implementación. Ninguna de éstas puede ser obviada o disminuida en su valor contra las otras, pues la falta de una de ellas llevaría a un desarrollo no exitoso.



Para generar un diseño de este tipo es necesario contar con información y observación del desarrollo a utilizar. La razón principal para utilizar en el análisis de datos antes mencionado, es para producir parámetros estimados sin prejuicio de una población completa, así como de las subpoblaciones.

Figura 47 Elementos del Diseño Centrado en el Humano
Fuente: Elaboración propia con información de 501 Global Team

Se puede utilizar una herramienta complementaria, que es el proceso de Design Thinking (Roberts, Fisher, Trowbridge, & Bent, 2016) . Este proceso consiste en empatizar, definir la idea, realizar el prototipado y probar la combinación de estos. Empatizar consiste en una observación cercana a la relación con el producto. A partir de un profundo análisis se puede definir los parámetros mínimos necesarios a cubrir. Posteriormente se generan propuestas de desarrollo, se trasladan a la fase de prototipo y se evalúa su interacción con todos los involucrados. En el caso de tecnologías de la salud para el tamizaje, uno de los agentes involucrados que usualmente se omite es el operador. Esta técnica tiene efectos no deseados sobre los operadores pues su relación con el equipo no fue prioritaria en el proceso de desarrollo del mastógrafo (Costa, Oliveira, & Reis, 2014).

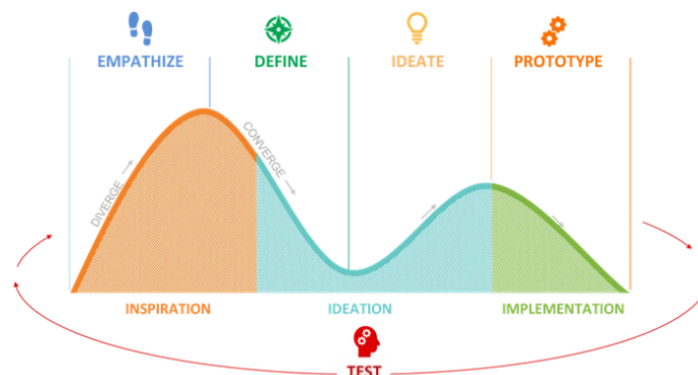


Figura 48 Design Thinking + Human Centered Design
Fuente: MovingWorlds, 2018

Diseño para el desarrollo

Así como el Diseño Centrado en el Humano toma en cuenta las características de todos los agentes involucrados, el Diseño para el Desarrollo, reconoce la importancia que tiene el avance científico y tecnológico en el desarrollo de una comunidad y busca involucrar en su proceso de diseño los factores asociados al cumplimiento de estos objetivos.

El "501 Global Team" es una iniciativa de la Cruz Roja de los Países Bajos. Este grupo define el diseño centrado en el humano como un espacio de trabajo que combina el diseño y la organización para desarrollar soluciones a problemas que involucran la perspectiva humana en cada uno de los pasos de su proceso (501 An Initiative of the Netherlands Red Cross, n.d.). Mencionan que se utiliza en múltiples espacios tanto sociológicos como tecnológicos. Se destaca por considerar la dignidad humana, el acceso y la disponibilidad, en el desarrollo de soluciones. De esta forma aumentan la eficiencia y efectividad dando como resultado el bienestar del ser humano, la satisfacción del usuario, la accesibilidad y la sustentabilidad.

El uso de este tipo de diseño tiene beneficios económicos y sociales para las personas afectadas: los trabajadores y la cooperación internacional que logra combinar exitosamente las capacidades técnicas y la viabilidad de su uso. Integra la deseabilidad, viabilidad y factibilidad en el desarrollo de los productos tecnológicos. La deseabilidad hace referencia a las necesidades de las personas, la factibilidad a las posibilidades tecnológicas desde el punto de vista humanitario y la viabilidad los requerimientos que se tiene para su éxito.

La deseabilidad en el desarrollo del diseño se considera como la empatía, es decir, se toman en consideración las necesidades de los usuarios al momento del diseño; de esta forma se entiende más profundamente el problema a resolver para buscar no generar prejuicios y diseñar en base a estos.

La desigualdad en México

La desigualdad en México posee dos aspectos principales. Por un lado, se tiene una desigualdad regional importante al comparar el norte con el sur. Además, se tienen regiones de muy altos ingresos y muy bajos ingresos colindando. A este fenómeno se le llama Dubaití. Un ejemplo es Santa Fe, en la Ciudad de México, donde contrastan rascacielos con zonas de marginación. El ingreso per cápita de la Ciudad de México es más elevado que en el resto del país. Los tres estados más pobres son Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Además, la desigualdad no sólo es regional sino también racial.

Existe un efecto diferenciador dado por factores geográficos, donde el Tratado de Libre Comercio tuvo un impacto importante en el aumento de esta desigualdad. Esto se debe a la instalación de centros manufactureros en la zona norte del país. La brecha regional se ha ampliado, uno de los efectos donde se ve reflejado es el cambio en la composición demográfica de la población mexicana migrante, es decir, los migrantes mexicanos a Estados Unidos ahora son del sur. Además, se observa un aumento en los últimos años. La ausencia de políticas públicas en el sur ha sido notable. Hay una gran cantidad de recursos naturales como el petróleo en el sur, sin embargo, la inversión se hace en la zona norte y centro zona del país. Lo cual hace necesario realizar un esquema de redistribución de ingresos y recursos, con el objetivo de impulsar el desarrollo y planeación, basado en la observación de necesidades. Por ejemplo, invertir en mayor infraestructura y educación en el sur sureste del país.

Como se mencionó anteriormente, la diversidad de mensajes en las acciones educativas que se desarrollan por parte de las diferentes instituciones a la población por falta de consenso entre sectores gubernamentales y sociedad civil sobre la edad para comenzar a realizarse la mastografía de detección.

Dentro de los retos de la política de cáncer de mama en México, se encuentra la participación de todas las instituciones que intervienen en la población para consolidar el sistema de información en los estados, así como mecanismos de evaluación del programa, promover la inversión entre las instituciones del sector para disminuir las brechas, y fortalecer espacios de participación para la toma de decisiones políticas. Para sortear estos retos es importante destacar el papel de la sociedad civil organizada a través de la atención a la salud por grupos de apoyo, cabildeo, movilización de recursos financieros y educación comunitaria además de capacitación para el personal de salud (Cahuana-hurtado et al., 2016).

Si se realiza un análisis global, el costo de estudios médicos en países de bajos ingresos, es inadecuado para la mayoría de la población. La necesidad de detectar cáncer de mama en las primeras etapas tiene que ser balanceada con la habilidad de los países para proveer tecnología para el tamizaje de cáncer de mama a su población. Además, los recursos limitados destinados a salud suelen invertirse a favor de las zonas urbanas, contribuyendo así a intensificar la desigualdad de los servicios que se prestan en las zonas rurales presentando consecuencias negativas para la mujer rural.

Perspectiva de género

A pesar de que el DCH debe considerar las implicaciones de género al momento de la planeación experimental y el diseño de la tecnología involucrada, es importante resaltar la importancia de incluir la perspectiva de género en el desarrollo de una investigación. En un estudio del 2016 se analizó la participación de las mujeres en ensayos clínicos. En este estudio se señala la importancia de la incorporación de mujeres en el desarrollo de las investigaciones, particularmente las investigaciones médicas, pues su ausencia lleva a sesgos en la selección de la población muestra y en el análisis de los resultados asociados (Liu & Mager, 2016).

La perspectiva de género es la forma en la que se incorporan las diferencias sociales y biológicas que conlleva el género y/o sexo al cual una persona pertenece. Es fundamental incorporarla no sólo en el diseño de equipo, sino en el diseño de políticas públicas donde el equipo se implementará, ya que los retos ligados a este no son despreciables.

Este es un método de análisis que explica cómo a partir de las diferencias sexuales y de los cuerpos de las personas se construyen las relaciones y procesos sociales, económicos, políticos y culturales que derivan en desigualdad de trato entre mujeres y hombres. Introducir la perspectiva de género en los métodos de análisis, planeación, implementación y monitoreo de políticas públicas: tiene la finalidad de reducir la brecha de la desigualdad para avanzar hacia una igualdad formal sustantiva y estructural.

No sólo es importante incluir en cada paso del proceso a mujeres, sino profesionistas capacitadas en perspectiva de género que permitan tanto generar el proyecto como evaluar su resultado bajo este análisis. A este proceso se le conoce como transversalidad. La transversalidad es un proceso que busca colocar como eje central del diseño de políticas públicas temas torales surgidos de consensos sociales para tener un impacto mayor y resultados, que busquen subsanar las problemáticas identificadas. Para ello se requiere integrar y alinear las políticas públicas, programas, presupuestos y otras actividades con el fin de evitar la fragmentación de las acciones de Gobierno.

La importancia de la perspectiva de género se ve reflejada en el caso de la vainilla en Uganda. El caso muestra como la incorporación de la perspectiva de género en el desarrollo de políticas públicas cambia radicalmente el resultado obtenido de ellas. (ONU Mujeres, 2019).

La ciencia se ha realizado desde un enfoque androcéntrico, es decir se considera al ser humano neutro como un hombre y cualquier otra opción es una desviación de esta neutralidad. Si bien es necesario realizar simplificaciones para facilitar el proceso de la investigación, esto tiene implicaciones dentro del desarrollo científico. Particularmente en el desarrollo de tecnologías de la salud y medicamentos especializados.

Durante mucho tiempo se realizaron los grupos de prueba en hombres y se asumía que las mujeres reaccionarían de la misma forma. Por esto, National Women's Health Network (NWHN) ha abogado constantemente por una mayor participación de las mujeres y otros grupos clave en las pruebas clínicas de todos los medicamentos y equipos. El NWHN menciona que a las mujeres se les consideraba como una versión diferente del cuerpo del hombre, una versión más pequeña. Por ejemplo, una de las principales diferencias es que los hombres experimentan fluctuaciones hormonales en menor escala que una mujer menstruante promedio. Sin olvidar la limitación de los estudios clínicos en mujeres embarazadas por los riesgos asociados.

Esto ha permeado especialmente para el diseño de tecnología, que será utilizada mayoritariamente por mujeres. Históricamente las mujeres han sido subrepresentadas en los ensayos clínicos obviando las diferencias entre el desarrollo y la aceptación de diferentes cuerpos, olvidando que las reacciones a los medicamentos son diferentes. En 1986 se realizó un estudio en el cual estudiaron la relación entre la obesidad y el cáncer de seno y cáncer de útero, no se realizó la desagregación por género. El estudio perdió la observación de la relación entre las hormonas y el calcio en las mujeres (National Women's Health Network, 2019).

Otro fenómeno donde se ha identificado sesgo de género es en el análisis de enfermedades cardíacas. En los estudios se utiliza una proporción mayoritaria de hombres y esto ha llevado a una mala concepción de los síntomas. Por ejemplo, los síntomas típicos de un ataque cardíaco en un hombre son síntomas que las mujeres no experimentan al tener uno. Por ello muchas mujeres que están sufriendo un ataque cardíaco son comúnmente diagnosticadas incorrectamente clasificándolos como ataque de pánico, mucho estrés o hipocondría.

Al excluir mujeres de los estudios de las compañías médicas no es posible observar los efectos secundarios en ellas. La oficina de Gobierno "US Government Accountability Office" mostró que entre 1997 y el 2001 se retiraron diez medicamentos del mercado, de los cuales ocho fueron removidos debido a los efectos negativos que tenían en la salud de las mujeres.

Dado que es imposible entender la eficacia y seguridad de una medicina a menos que se incluya a todo tipo de personas en sus desarrollos clínicos, resalta la importancia de la interseccionalidad al momento de elaborar pruebas dentro del desarrollo de tecnologías médicas. Considerar las diferencias por etnia, género y edad pueden representar un factor determinante el momento de que un nuevo desarrollo tecnológico llegue al mercado.

Desarrollo y dependencia tecnológica

El desarrollo de tecnologías médicas implica una alta inversión, independientemente de que las investigaciones se vean reflejadas en un producto, comprende una serie de esfuerzos e inversiones considerables. Por ello, los países de bajos y medianos ingresos presentan un alto índice de importación tecnológica.

Por un lado, la inversión en investigación y desarrollo la absorbe el país de altos recursos liberando tecnología que ya funciona al mercado y que ha sido probada. Sin embargo, esta tendencia tiene desventajas. Una de ellas es la dependencia tecnológica, es decir, el país que compra la tecnología se mantiene dependiente del país proveedor para el mantenimiento, actualización y reparación de los equipos.

Por otro lado, la falta de inversión en desarrollo evita que se realice tecnología local que pudiera ser no sólo utilizada en el país sino exportada. Adicionalmente, el uso de tecnología que no fue desarrollada con el enfoque apropiado para el país donde se va a utilizar puede limitar su aplicación.

El mundo ha tenido un acelerado desarrollo tecnológico, incluida la tecnología médica. Esto ha traído grandes beneficios para la humanidad, sin embargo, los beneficios no han sido repartidos de forma equitativa. La mayoría de los países de altos ingresos concentran y dominan la producción mundial de tecnologías mientras que los países de medianos y bajos ingresos, en su mayoría y en gran parte de los aspectos, se dedican al consumo tecnológico de los otros. Es importante destacar que las tecnologías de las cuales se depende no solamente son tecnologías físicas sino también el software asociado a ellas, así como capacitación y mantenimiento de los productos adquiridos. Esto perpetua la relación desigual y asimétrica de las interacciones.

Para combatir la dependencia tecnológica es necesario que establecer un conjunto de políticas de estado destinadas a garantizar la autonomía tecnológica de ciertos sectores. También es importante buscar nuevos esquemas de relaciones y complementariedad tecnológica entre los países.

SONDEO POBLACIONAL RESPECTO AL TAMIZAJE EN CÁNCER DE MAMA

Para esta investigación se realizó un sondeo en la población mexicana respecto a su acceso, conocimiento y percepción respecto a métodos de detección y/o técnicas complementarias en la detección oportuna de cáncer de mama. Este sondeo se hizo a mujeres mexicanas mayores de edad. Se preguntó edad, escolaridad, región del país, si ha trabajado, nivel de ingreso familiar promedio, acceso a derechohabencia, acceso a la información y técnicas de detección oportuna, y su percepción respecto a distintos rubros de la mastografía por ser la técnica estándar de tamizaje en el país.

La encuesta fue respondida por 775 mujeres mexicanas mayores de edad. El diseño de este sondeo tuvo como objetivo identificar cuál era la relación de las mujeres respecto a la mastografía e identificar las principales razones del usuario para no acceder a esta. La mayoría de las encuestadas pertenecían al grupo de edad "menor de 40". Esta división se hizo por las edades reglamentarias en México relacionadas con el acceso a la mastografía. Para ciertas conclusiones se tomó exclusivamente a determinado grupo de edad. Aunque la respuesta fue mayoritariamente del centro del país, se contó con participación de todas las regiones. Los estados fueron clasificados por región para facilitar la identificación.

Primero se hizo un perfil demográfico de las encuestadas (Anexo IV). Una vez obtenida la información de caracterización, se realizaron las preguntas de percepción respecto a la detección oportuna de cáncer de mama. Se les preguntó cuáles fueron los métodos conocidos siendo el más conocido autoexploración y mastografía. El 88.3% de las encuestadas habían recibido información acerca de la detección oportuna.

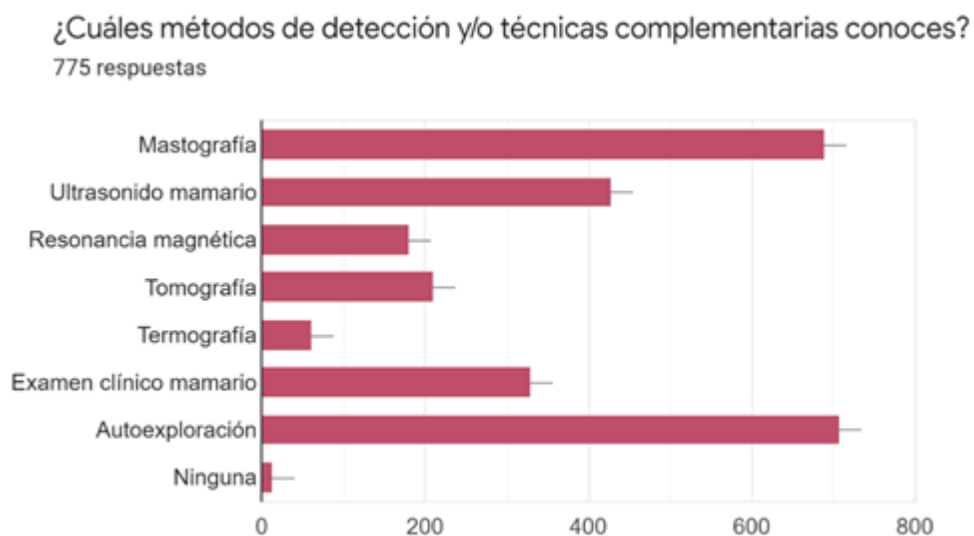


Figura 49 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama (métodos y técnicas)
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las personas que recibió información la obtuvo del centro de salud, la escuela o por medio del internet. Se observa una tendencia en la forma de obtener información relacionada con la salud principalmente de forma pasiva.

Se preguntó si se ha realizado la mastografía o ultrasonido mamario al menos una vez cada dos años desde el primer estudio. La periodicidad se planteó en función de la reglamentación, se debe realizar un estudio al menos una vez cada dos años a partir de los 40 o si se cuentan con factores de riesgo genéticos. El 64.3% respondió que no.

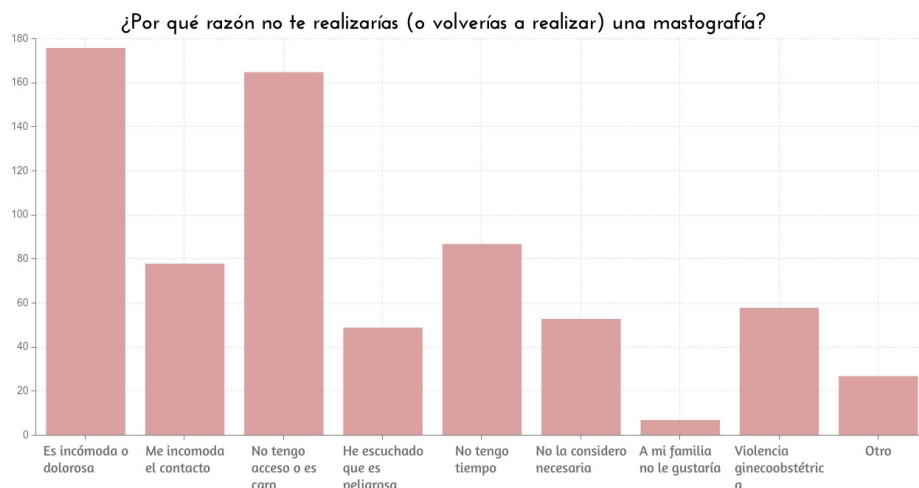


Figura 50 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama
Fuente: Elaboración propia



Figura 1 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama (estudio realizado) Fuente: Elaboración propia

Figura 51 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama (estudio realizado) Fuente: Elaboración propia

A pesar del conocimiento de otras técnicas la mayoría sólo se ha realizado la autoexploración. Sin embargo, la mayoría de las personas encuestadas no realiza el proceso con la periodicidad recomendada. El 16.1% nunca lo han hecho, el 40.5% menos de una vez al mes y solamente el 43.4% la realizan al menos una vez al mes. Así mismo, las mujeres encuestadas consideran, en su mayoría, importante realizarse la mastografía a partir de los 40 años. Y 93.4% afirmaron que de ser posible si la realizarían.

Para obtener información acerca de la falta de estudios, se preguntó la razón por la cual no se realizaría o volvería a realizar una mastografía. Siendo la respuesta más común que es incómoda o dolorosa, seguido por la falta de acceso a ésta.

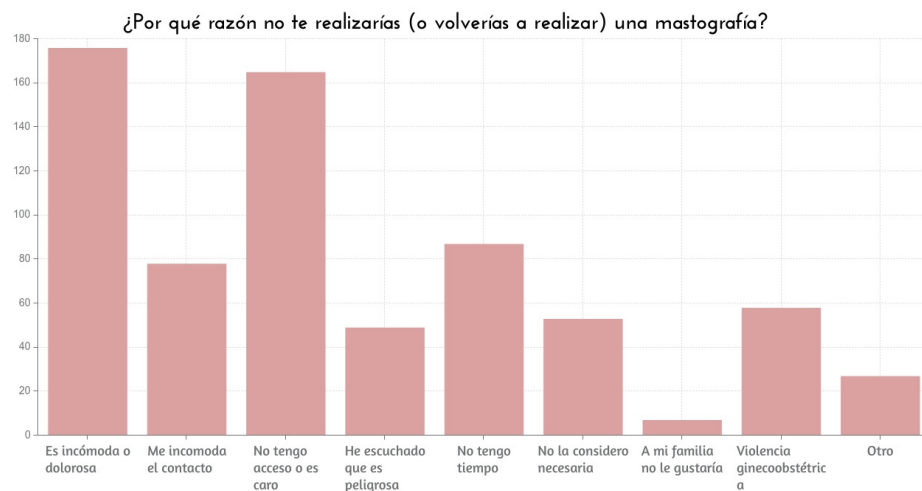


Figura 52 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama (razones)
Fuente: Elaboración propia

¿Qué tan importante consideras en un métodos de detección y/o técnicas complementarias a los siguientes aspectos?:

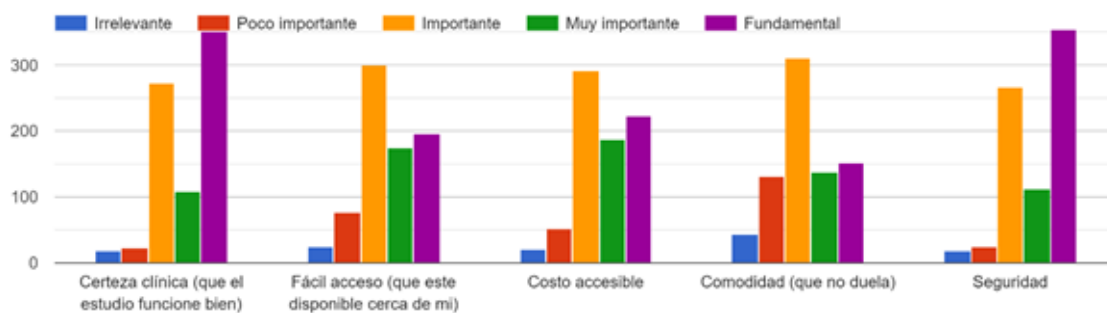


Figura 53 Resultado del sondeo acerca de la percepción de tecnologías para detección oportuna de cáncer de mama (prioridades)
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7



DISCUSIÓN

PROPUESTA DE PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA TECNOLOGÍAS EN POLÍTICA PÚBLICA

Una parte fundamental del Gobierno es el diseño, la gestión y la evaluación de las políticas públicas como soluciones específicas asuntos públicos. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) el Estado orientado al desarrollo, debe tener la capacidad de formular e implementar estrategias para alcanzar metas económicas y sociales en la sociedad, así como, una administración eficaz con un mínimo de burocracia, alto nivel de transparencia y rendición de cuentas en las instituciones públicas y el cumplimiento de las leyes.

En la gestión por resultados, se cuenta con una estrategia de gestión cuyo objetivo es mejorar el desempeño del gobierno con relación a los resultados. Esto se resume en mejorar la eficacia y la eficiencia. Se entiende como eficiencia la relación entre el presupuesto con resultados, y la eficacia como la relación de los productos con los resultados.

La planificación es un instrumento esencial de la gestión de gobierno. Las políticas de desarrollo permiten orientar la gestión del Gobierno para alcanzar sus objetivos. Enfatizando en la planeación estratégica, tanto del diseño como de la ejecución de las políticas. Tiene carácter participativo en sus procesos y una necesidad de anticipar el futuro, así como, coordinar acciones y evaluar resultados.

Al escoger los parámetros a considerar se debe tener claro qué es lo que se espera obtener. Para empezar, se debe realizar el proceso de análisis de políticas, para brindar información a los funcionarios públicos con el fin de ayudarles a crear mejores políticas y acciones de programas. El proceso consiste en:

1. Identificación del problema a tratar
2. Identificación de formas alternativas de tratar el problema
3. Estimación del entorno futuro dentro del cual será utilizado en la política
4. Estimación de costos financieros futuros de cada alternativa
5. Estimación de los resultados futuros entraba el tomatillo
6. Estimación de la viabilidad de formas alternativas para la implementación de cada alternativa
7. Análisis de ventajas y desventajas entre las alternativas

Las herramientas para este análisis consisten en una extrapolación de datos históricos recientes y el análisis de tendencias, modelado de simulaciones, encuestas de comportamiento de la ciudadanía, análisis de costos, juicio de expertos, pruebas piloto, análisis costo-beneficio, análisis de efectividad en relación con los costos. En la implementación de una política pública de salud, y bajo los estándares de esta investigación se deben considerar las limitaciones del uso de ciertas tecnologías.

Deben considerarse convicciones religiosas y culturales de algunos grupos sociales para evitar el rechazo, rezago o discriminación. Desde el punto de vista ético se debe evaluar la posibilidad de acceso a servicios de salud. Por otro lado, se debe considerar la infraestructura física de las instituciones, la necesidad y posibilidad de difusión, el factor psicológico (miedos y molestias en la tecnología) así como los parámetros éticos (aceptabilidad y participación en la toma de sus decisiones de salud). Debe verificarse la posibilidad de los operadores de relacionarse con los equipos, las normas necesarias para la implementación de estas tecnologías y finalmente las relaciones con el contexto.

Cabe mencionar que la nueva realidad ha cambiado la forma en la que las personas se acercan a la tecnología de salud. A partir de la pandemia COVID-19, una nueva variable debe ser considerada qué es la necesidad de mantener distancia y tecnología sin contacto. Estos requerimientos empiezan a ganar importancia dentro del área de las técnicas complementarias.

Para efectos de este análisis se seleccionaron tres tecnologías. La mastografía por ser la que posee mayor aceptación, la termografía por su escalabilidad y su posibilidad de estudio y la tomografía por emisión de positrones por ser la más precisa. En el apartado de "Relacionados con la tecnología" se presentan sensibilidad/especificidad.

Tabla 9 Resumen de tres tecnologías para la de detección

	Mastografía	Termografía	PET
Social	Acceso limitado y presenta contacto	Accesible, cero contacto	Acceso limitado, contacto limitado
Ético	Posibilidad de acercamiento	Alta posibilidad de acercamiento	Posibilidad de acercamiento limitada
Organizacional	Requerimientos con costo elevado	Requerimientos accesibles	Requerimientos con costo elevado
Relacionados con el paciente	Incómodo	Mínima incomodidad	Moderadamente incómodo
Relacionados con otros actores involucrados	Exposición, problemas ergonómicos para operadores	Facilidad de operación	Requerimientos técnicos altamente especializados
Relacionados con la tecnología	77-95%-95%	86%-75%	91.3%-100%
Relacionados con el contexto	Escalabilidad limitada	Fácilmente escalable	Difícilmente escalable

El acceso a la salud en México de forma privada es limitado a ciertos sectores de la población debido a los costos de los estudios. En la Tabla 10 se exponen los costos promedios de los estudios en México para un usuario.

Tabla 10 Costo promedio de estudios de detección de cáncer de mama en México a julio de 2020

Estudio	Mastografía	Ultrasonido	Resonancia	Tomografía	Termografía
Precio	\$350	\$700	\$2,500	\$1,500	\$350

Respecto al sondeo de percepción de las mujeres, se pueden extraer ciertos aspectos. A partir de estos datos y después de un análisis donde se cruzaron diferentes grupos de edad con las características observadas, se puede concluir que:

- Los conocimientos respecto a las técnicas se reducen principalmente a la mastografía y a la autoexploración. El resto de las técnicas en general son desconocidas, aunque el ultrasonido tiene más popularidad entre ellas.
- Las mujeres encuestadas reconocen la importancia de la mastografía y afirman que estarían dispuestas a realizarle el estudio si tuvieran la posibilidad.
- Las encuestadas califican con "fundamental" en su mayoría seguridad y certeza clínica dentro de los parámetros a considerar para elegir una tecnología para detección. En segundo lugar, se encuentra costo accesible y fácil acceso. Respecto al rubro de comodidad se le asoció la categoría de importante.
- Por otro lado, la principal razón por la que las mujeres del estudio no se realizarían una mastografía es por ser incómoda o dolorosa al igual que los costos y accesibilidad. En segundo término, queda la incomodidad del contacto y la falta de tiempo.

TENDENCIA TECNOLÓGICA EN DETECCIÓN

La tecnología permite mejorar continuamente la identificación y tratamiento de esta enfermedad teniendo como objetivo disminuir su mortalidad. Los avances en las formas de detección tienen cuatro principales vertientes: disminución de la invasividad, observación del proceso y comportamiento (fisiología), rastreo constante del progreso, y observaciones que permitan el diseño de un tratamiento específico.

Todos ellos se superponen en las tendencias tecnológicas recientes. La disminución de los procedimientos invasivos permite tener un mayor alcance y repetibilidad de las pruebas. Esto amplía tanto la población que accede a estos procedimientos, como el seguimiento continuo de un paciente. El seguimiento continuo permite identificar con precisión si el tumor se mantiene local o si se ha dispersado y busca identificar hacia donde se da esta dispersión. Además, el seguimiento permite evaluar la respuesta del paciente al tratamiento y si este es efectivo o debe realizarse algún cambio de forma pertinente.

Las observaciones que trascienden la esfera morfológica dan información importante a los médicos más allá de la localización. Esto permite la realización de tratamientos específicos para el tipo de cáncer que presenta el paciente, reduciendo así los tratamientos necesarios utilizándolos de forma efectiva. La medicina nuclear tiene dos usos principales en el diagnóstico por imagen en mama (imagenología): biopsia de nodo centinela y gammagrafía con sestamibi. El primero se enfoca en identificar si en el nodo centinela se presentan alteraciones cancerosas. En el 95% de los casos, el estado del nodo centinela puede predecir el estado del nodo linfático axilar. El segundo utiliza un marcador (tecnecio y sestamibi) que se acumula en células de cáncer de mama, permitiendo así su localización (Carver & Carver, 2012).

Algunas de las técnicas que actualmente se perfilan como las que persiguen estos objetivos son: biopsia líquida, biopsia respiratoria y medicina nuclear. La medicina nuclear, como se explicó en la técnica de TEP, permite obtener información acerca del metabolismo y comportamiento celular a nivel molecular, permitiendo identificar lesiones menores a 2.0 mm de diámetro. Se puede usar no solo para identificar la presencia de algún tumor sino dar seguimiento al tratamiento (Sanchez, 2013).

Otra de las técnicas es la biopsia líquida, también conocida como test de ADN tumoral circulante o test de biomarcadores basados en la sangre. Esta es una técnica no invasiva de diagnóstico. Se basa en la identificación de secuencias específicas de ADN que permiten identificar crecimiento tumoral. Debido a que es un procedimiento sencillo, es posible realizar el estudio repetidamente y los resultados se obtienen en un corto periodo de tiempo. Esto permite la validación del tratamiento en curso, la realización de un tratamiento personalizado y dar seguimiento a pacientes con la finalidad de prevenir recaídas. Además, permite entender la clase de cambios moleculares que están ocurriendo en un tumor. Esto es posible ya que los tumores metastásicos liberan células y material genético al torrente sanguíneo. Actualmente la institución que realiza este tipo de pruebas se basa en la identificación de biomarcadores RAS (KRAS y NAS). Además con la información obtenida de la biopsia líquida es posible desarrollar tratamientos específicos para estas mutaciones específicas y monitorear los avances de los tratamientos especializados (Universitat de Barcelona, n.d.)(Instituto Nacional del Cáncer, n.d.).

De forma similar existe la biopsia respiratoria. Esta se basa en la identificación de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) Estos se utilizan como biomarcadores de la enfermedad. Los VOC son el resultado de la actividad metabólica. Esto permite, según sus autores, ser utilizados para la detección oportuna, como herramienta de tamizaje, para diagnóstico y para la elaboración medicina de precisión. Para su interpretación se analiza el aire exhalado y recuperado a través de un espectrómetro de masas y un espectrómetro basado en la transferencia de protones (Owlstone Medical, n.d.).

LIMITACIONES E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Las técnicas tienen diversas limitaciones dependiendo de la interacción física entre esta y el tejido observado. Una de las más relevantes es en el de la autoexploración ya que la precisión de esta observación dependerá de la paciente, la regularidad de su uso metódico y el entrenamiento en la identificación. Adicionalmente los abultamientos identificables son mayores a 0.5 cm. Por otro lado, puede generar ansiedad y evaluación innecesarias al identificar falsos positivos con regularidad.

Según un estudio realizado para la Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social la precisión de la autoexploración depende tanto de la edad como de la escolaridad. Menciona que las mujeres que residen en áreas urbanas revisan sus mamas el doble de veces que las residentes en áreas rurales y las mujeres con escolaridad de al menos preparatoria llevan a cabo esta práctica, seis veces más que las mujeres sin estudios. Respecto al examen clínico, la sensibilidad es de un 40% a un 69% y presenta una especificidad del 88% al 99%.

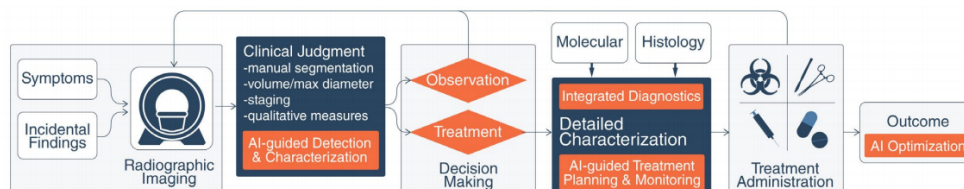


Figura 54 Diagrama del uso de inteligencia artificial en un proceso de diagnóstico
Fuente: Artificial Intelligence in Cancer Imaging: Clinical Challenges and Applications. Bi et al, 2019

Por otro lado, las técnicas basadas en imágenes presentan una mayor precisión pues la observación está basada, en su mayoría, en parámetros estandarizados y medibles. Sin embargo, actualmente su análisis recae en la interpretación de un especialista (médico radiólogo). Con la finalidad de reducir los errores humanos de interpretación del estudio, existen desarrollos tecnológicos basados en el análisis computacional de imágenes mediante el uso de inteligencia artificial. Es importante resaltar que estas herramientas no sustituyen la necesidad de contar con el especialista y fungen únicamente como una herramienta de apoyo en el proceso de diagnóstico; donde deberá tomarse en cuenta parámetros clínicos más allá de los presentados por las imágenes para poder emitir un diagnóstico (Bi et al., 2019).

Particularmente el cáncer de mama presenta retos importantes en el uso de imágenes para detección al ser una enfermedad heterogénea. Los tumores que aparecen en la mama varían en etiología, pronóstico y su respuesta al tratamiento. Sin embargo, se ha reportado una mejoría en su tasa de mortalidad, en parte por el avance en el desarrollo tecnológico para la detección oportuna. Actualmente en algunos países ya se utiliza la inteligencia artificial como apoyo en diagnóstico. Como fue mencionado anteriormente, la detección por un médico radiólogo puede ser limitada por la presencia de ruido estructural, que ocasiona que la patología no sea observable en contraste con el tejido normal. Puede haber patrones visuales incompletos, fatiga, distracciones, alto volumen de imágenes a analizar y mala calidad de la imagen obtenida. Hoy en día, el uso computacional sólo identifica las posibles lesiones dejando su clasificación al especialista (Bi et al., 2019; Cavaro-menard, Zhang, & Callet, 2010). En la Figura 55 se puede ver en un análisis por área donde cada eje de la red contempla una de las características seleccionadas para el estudio. Se ponderaron en cada eje las características y se graficaron a escala, es decir, a mayor área, mayor es el beneficio que ofrece en conjunto.

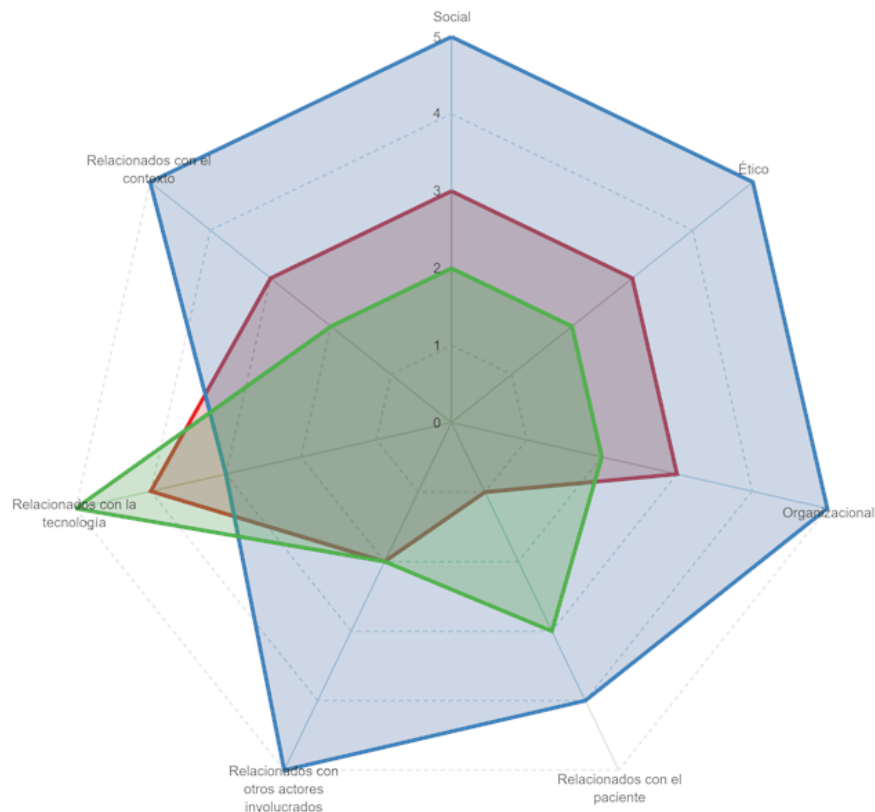


Figura 55 Resumen visual por ponderación de las tres tecnologías para la detección. Rojo: mastografía, Verde: PET, Azul: Termografía. Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA DE SINERGIAS TECNOLÓGICAS

Como se discutió anteriormente, la mastografía es una de las mejores técnicas para la identificación de posibles patologías mamarias, siendo por consenso la mejor técnica para detección oportuna. Sin embargo, las diversas limitantes de la técnica invitan a la creación de una sinergia tecnológica. Es decir, incorporar una tecnología con mayor escalabilidad y aceptación que permita ampliar el tamizaje, logrando, además, acercar a un mayor número de mujeres a la revisión constante. Respecto al sondeo, muchas mujeres consideran limitantes económicas, el acercamiento y el dolor e incomodidad como principal razón de no hacerse la mastografía. Esto no significa que debe dejar de usarse o debería ser reemplazada por otra, si no que sus características no son suficientes para alcanzar el tamizaje efectivo.

La propuesta consiste en una suma de esfuerzos tecnológicos, utilizar una tecnología que sea fácilmente accesible, escalable, económica y segura para lograr un mayor alcance de mujeres que se acercan estos estudios. A partir de este estudio, todos los resultados que muestren una sospecha se canalizarán al estudio de mastografía para lograr un mejor alcance con ambas técnicas. Esta sinergia tecnológica presentará un beneficio tanto para los usuarios como para los tomadores de decisiones ya que la tecnología complementaria podrá ser usada en múltiples campañas dado su alcance, transportada a centros comunitarios y no tendría los problemas a los cuales se enfrentaría un mastógrafo.

En esta investigación, hemos visto el uso de la termografía como método complementario para detección oportuna de cáncer de mama. El método mostró ser más amable con el acercamiento de los usuarios, más económico al momento de su implementación y más escalable; de forma que puede ser implementado el proceso en diversos espacios y lugares logrando una mayor disposición para acceder a las otras técnicas. En la fase de transferencia tecnológica observada en el IMMC, se observó una población pequeña con alcance a mujeres diversas. Los resultados apoyan la potencial escalabilidad de la técnica para la aplicación en otros programas y la elaboración de políticas públicas a un nivel más amplio. La inversión en equipos especializados sería menor en la adquisición de una cámara térmica y el software de análisis que en la adquisición de un mastógrafo móvil. Como investigación futura valdría la pena analizar la disposición de las usuarias a realizarse una mastografía después de realizarse una termografía. A partir del análisis de datos fue posible observar que la mayoría de las usuarias que presentaron un riesgo alto en el estudio termográfico, se realizaron estudios complementarios. Esto nos muestra un aumento en la disposición para realizarse estos estudios después de haber pasado por el primero. Por otro lado, la escalabilidad de la termografía en ciertas comunidades permitiría tener un mayor acercamiento, además la falta de contacto por parte del operador hacia la usuaria vuelve a la técnica menos incómoda al momento de su aplicación permitiendo así sortear dos de las primeras barreras de acercamiento.

En la implementación de este tipo de campañas, y por la naturaleza del estudio, se cuenta con un mayor contacto con las usuarias. Esto ha permitido ampliar el conocimiento de ellas acerca de la prevención del cáncer de mama por medio de la detección oportuna. Todas aquellas que acuden a una termografía terminan conociendo la técnica de autoexploración y su correcta forma de implementarse, cubriendo con esto otro de los objetivos dentro de las políticas públicas: ampliar el conocimiento de las usuarias con relación a la detección oportuna de cáncer de mama y sus formas de identificación.

CAPÍTULO 8



Foto de Shane Rounce

CONCLUSIONES

A lo largo de esta investigación ha sido posible observar la importancia del análisis contextual de las diversas áreas del conocimiento para la resolución de problemas complejos. Es imposible pretender ofrecer una solución factible y eficiente cuando se excluyen algunos ejes esenciales de análisis. El desarrollo tecnológico y los problemas primarios del país deben estar ligados para su resolución. La tecnología puede aportar soluciones innovadoras a problemas reales, mientras que el enfoque de estas problemáticas al desarrollo innovador permitirá su crecimiento.

Estas relaciones necesitan de la capacidad de tener una visión global e interdisciplinaria para poder incorporar las visiones de cada uno de los especialistas que conforman la resolución de problemas complejos. Además, utilizar las herramientas tecnológicas tales como la inteligencia artificial permitirán tener acceso a un análisis más completo y profundo que desemboca en una decisión más informada. Si bien este trabajo se ha centrado en el análisis del caso de cáncer de mama, las siguientes conclusiones pueden ser aplicadas a múltiples áreas de las necesidades de México y el mundo. De esta manera es posible resumir como resultado del desarrollo de esta investigación tres conclusiones principales.

PRIMERA

El cáncer de mama es un problema de salud pública, cuya incidencia continúa en aumento cada año. Los factores involucrados en el análisis son de naturaleza social, cultural, ética, técnica, económica y organizacional. Debido a que el tamizaje efectivo contribuye a la reducción de la mortalidad hasta en un 30%, es fundamental atender la expansión de éste en el país. Para alcanzar el tamizaje efectivo, es decir, aquel que abarca al 70% de la población, es necesario utilizar una estrategia de sinergia tecnológica.

La propuesta de esta investigación concluye que el uso de una tecnología de fácil acceso y alta escalabilidad combinada con una de alta precisión pueden generar una mayor cobertura y acercamiento de las usuarias para, de esta forma, sortear algunas dificultades a las cuales se enfrenta actualmente la tecnología más utilizada que es la mastografía.

La implementación de los programas piloto, analizados en este trabajo, muestran tendencias positivas en la cobertura masiva por medio de una técnica no invasiva. Es importante destacar que a pesar de los múltiples retos que enfrentan estos programas piloto, la viabilidad se encuentra presente y es independiente de las dificultades por razones ajenas al producto. Es importante contar con profesionales comprometidos con el desarrollo positivo del país para lograr una estrategia efectiva en cualquier área de las políticas públicas, particularmente en un tema tan sensible como es el área de salud. Dichos profesionistas deben mostrar un compromiso real y sustancial con las usuarias de estos desarrollos, pues en última instancia la suma de los esfuerzos es para beneficio de ellas.

SEGUNDA

El desarrollo tecnológico debe incorporar una fase de diseño para favorecer el éxito de este como producto o servicio. Esta fase de diseño permitirá tener una observación profunda de la problemática y las personas relacionadas con esta, contemplando los factores que pusieran no resultar evidentes. Para este ejercicio el uso del Diseño Centrado en el Humano tiene una aportación importante.

El diseño de una tecnología debe tomar en cuenta todos los agentes involucrados en su uso en cada fase del proceso. En el caso de una tecnología para la identificación de patologías mamarias este proceso incluye tanto los operadores, los médicos intérpretes, los pacientes, así como todos los demás involucrados en su aplicación. Pues de esto depende el éxito de la tecnología utilizada para su perpetuación y aprovechamiento. Existen metodologías útiles para este proceso que combinadas pueden otorgar un diseño efectivo cuyo análisis requiere un entendimiento tanto técnico-físico como de contexto. Además de incorporar en estos desarrollos la perspectiva de género pues su exclusión ha mostrado retrocesos en la completa implementación de una innovación.

México es un país de alta diversidad y contrastes. La situación de las mujeres en el país difiere en cada zona, por nivel económico o por la libertad de ejercer sus derechos. Las mujeres en México no sólo enfrentan dificultades en común, sino que de forma interseccional los retos de acceso se multiplican. Si bien es imposible diseñar un equipo personalizado para cada sector de la población, es importante que la toma de decisiones y la búsqueda de soluciones tecnológicas generen opciones regionales que aumenten el acceso a la salud.

TERCERA

La implementación de políticas públicas debe tomar en cuenta el contexto en donde serán implementadas. No sólo el desarrollo tecnológico debe tomar en consideración estas diferencias, también al momento de ser implementadas o de generar planes de acción para su desempeño exitoso.

Respecto al tema de políticas públicas de salud, el aplicar una política pública de alto alcance debe tomar en cuenta las realidades diversas que afrontan las personas involucradas. Particularmente en el tema del cáncer de mama, las mujeres en México afrontan realidades diferentes que cruzan por diversos ejes de análisis, tanto desde una perspectiva económica, social, de alcance y factores culturales involucrados. La aprobación de equipos y estrategias para alcanzar un tamizaje efectivo debe considerar las diferentes realidades que afronta la mujer mexicana bajo cada uno de estos ejes antes de implementar una estrategia.

De esta forma puede complementarse la solución tecnológica dentro de una estrategia integral que abone a los diversos motivos de alejamiento de las usuarias que no son de carácter técnico o experiencia del producto.

COMENTARIOS ADICIONALES Y TRABAJO A FUTURO

Es necesaria, la inversión en el desarrollo de tecnología basada en el contexto (social, económico y personal). Es decir, promover e incentivar el tipo de desarrollos que contribuyan a la solución de problemas nacionales. Para la dirección de centros de investigación y proyectos donde estén a prueba dichas innovaciones, es fundamental que se cuente con una formación de amplia visión que permita orientar la suma de esfuerzos para mejorar el avance tecnológico y el crecimiento del país. Sin este compromiso es imposible garantizar el uso del talento nacional para el desarrollo sustantivo del país con atención a la solución de los problemas ejes.

Especialmente se debe invertir en la investigación de tecnologías emergentes con enfoque en el pensamiento de diseño, ya que como se ha argumentado anteriormente estas tienen una mayor probabilidad de un desempeño exitoso. Es importante capacitar a los desarrolladores en las tendencias tecnológicas y de diseño. Así como instruir al tomador de decisiones en la existencia de las alternativas científicas para la resolución de problemas complejos.

Es posible e importante realizar un proceso de reingeniería en las técnicas actuales de tamizaje, así como integrar el apoyo de la inteligencia artificial para el apoyo en la detección de cáncer de mama, que finalmente es el uso de la tecnología para la toma de decisiones a nivel individual. Un diagnóstico asistido no sustituye la interpretación de un profesional de la salud, pues la experiencia y conocimiento del paciente son factores no reemplazables por el diagnóstico asistido. El desarrollo de la tecnología debe incorporar diversas variables de observación con el fin de tener ventanas de observación redundantes y mejorar la interpretación.

A través de esta investigación se ha demostrado la necesidad de contar con profesionales con enfoque multidisciplinario y global para la elaboración de tecnologías y políticas públicas que atiendan las problemáticas de salud. Dichos profesionales son necesarios en las diversas áreas del proceso, ya que no sólo se necesita para un diseño efectivo sino que pueden contribuir con observaciones clave al momento de tomar decisiones.

Esta investigación cuenta con muchas vertientes para profundizar. A continuación, se mencionan las principales:

- Análisis del proceso de reingeniería de las técnicas de tamizaje actuales.
- Análisis cruzado de la información del sondeo por nivel socioeconómico, región del país o acceso a la educación.
- Uso real de datos para la toma de decisiones médicas y de salud pública.
- Seguimiento de los programas piloto y evaluación del proyecto.

ANEXOS

ANEXO I

RESUMEN ESTADÍSTICO

NACIONAL

Año	Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades diarreicas (EDAS)	Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años por infecciones respiratorias agudas (IRAS)	Tasa de mortalidad por cáncer cérvico-uterino	Tasa de mortalidad por cáncer de mama (mujeres)	Tasa de mortalidad por cáncer de próstata (45 años y más)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (ambos sexos)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (hombres)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (mujeres)	Tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón	Tasa de mortalidad por hipertensión arterial	Tasa de mortalidad por homicidios (ambos sexos)	Tasa de mortalidad por homicidios (hombres)	Tasa de mortalidad por homicidios (mujeres)	Tasa de mortalidad por suicidio en jóvenes (10 a 29 años)	Tasa de mortalidad por tuberculosis pulmonar	Tasa de mortalidad por VIH/SIDA
2000	45.62	44.57	19.40	14.47	45.42	47.10	42.87	51.18	44.29	9.87	10.77	19.27	2.54	4.44	3.51	4.25
2001	39.81	40.36	18.40	14.65	45.77	49.80	45.38	54.02	45.37	10.16	10.16	18.08	2.48	4.67	3.45	4.31
2002	40.77	37.06	17.15	15.27	46.44	54.02	50.49	57.40	47.57	10.54	9.83	17.47	2.45	4.78	3.23	4.40
2003	35.69	34.72	16.75	15.01	48.76	57.46	52.99	61.69	49.33	11.01	9.71	17.17	2.50	4.89	3.19	4.48
2004	37.70	29.99	16.00	15.71	46.09	59.65	55.53	63.60	48.39	11.70	8.87	15.76	2.24	4.77	2.53	4.53
2005	33.33	30.83	15.65	15.50	47.08	63.49	59.62	67.20	50.33	12.19	9.33	16.54	2.38	4.95	2.59	4.40
2006	31.55	25.73	14.77	15.94	44.45	63.79	60.77	66.67	50.04	12.03	9.68	17.30	2.36	4.84	2.36	4.61
2007	27.00	25.06	14.06	16.02	45.33	64.79	62.53	66.94	51.31	13.42	8.11	14.53	1.94	4.77	2.14	4.68
2008	25.24	19.70	13.70	16.37	45.39	68.45	66.02	70.78	53.96	14.21	12.59	23.11	2.50	5.15	2.28	4.69
2009	24.46	16.35	13.59	16.26	44.56	69.25	67.37	71.04	56.33	16.20	17.54	32.31	3.32	5.48	2.15	4.56
2010	23.85	14.68	12.79	16.32	45.28	72.88	71.21	74.47	62.16	15.54	22.49	41.55	4.13	5.36	2.26	4.27
2011	22.60	8.83	12.37	16.47	45.02	69.97	68.73	71.15	61.46	16.41	23.48	42.77	4.54	6.50	2.31	4.37
2012	19.88	8.45	11.84	17.25	45.49	72.69	71.98	73.37	63.15	16.37	22.12	39.99	4.61	6.06	2.07	4.25
2013	20.59	9.37	11.68	16.69	44.94	75.48	74.74	76.18	67.01	16.78	19.40	34.84	4.36	6.02	2.15	4.20
2014	18.92	7.78	11.97	17.64	45.45	78.34	77.88	78.79	68.48	18.78	16.61	29.67	3.92	6.45	1.95	4.01
2015	16.45	7.26	11.54	18.06	45.16	81.13	80.40	81.82	72.45	19.15	17.04	30.66	3.83	6.70	1.84	3.92
2016	15.94	8.02	11.46	18.76	47.03	85.97	86.00	85.95	79.42	18.41	19.92	35.90	4.47	6.56	1.80	3.77
2017	15.26	5.53	11.17	18.89	43.89	85.61	85.80	85.43	81.36	18.65	24.02	43.75	5.06	6.63	1.70	3.77
TASA MENOR	15.26	5.53	11.17	14.47	43.89	47.10	42.87	51.18	44.29	9.87	8.11	14.53	1.94	4.44	1.70	3.77
TASA PROMEDIO	27.48	20.79	14.13	16.40	45.64	67.77	65.57	69.87	58.47	14.52	15.09	27.26	3.31	5.50	2.42	4.30
TASA MAYOR	45.62	44.57	19.40	18.89	48.76	85.97	86.00	85.95	81.36	19.15	24.02	43.75	5.06	6.70	3.51	4.69

Fuente: DGS

^a Preliminar

^b Estimado

Menor al promedio

Superior al promedio

Figura I Tabla de mortalidad en Querétaro 2000-2017

Fuente: Secretaría de Salud

QUERÉTARO

Año	Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades diarreicas (EDAS)	Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años por infecciones respiratorias agudas (IRAS)	Tasa de mortalidad por cáncer cérvico-uterino	Tasa de mortalidad por cáncer de mama (mujeres)	Tasa de mortalidad por cáncer de próstata (45 años y más)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (ambos sexos)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (hombres)	Tasa de mortalidad por diabetes mellitus (mujeres)	Tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón	Tasa de mortalidad por hipertensión arterial	Tasa de mortalidad por homicidios (ambos sexos)	Tasa de mortalidad por homicidios (hombres)	Tasa de mortalidad por homicidios (mujeres)	Tasa de mortalidad por suicidio en jóvenes (10 a 29 años)	Tasa de mortalidad por tuberculosis pulmonar	Tasa de mortalidad por VIH/SIDA
2000	32.51	46.77	16.33	10.78	36.08	43.06	35.83	49.96	30.52	9.27	7.04	12.13	2.18	4.59	3.00	1.95
2001	29.01	32.99	14.44	14.15	44.18	39.97	36.10	43.66	34.46	7.68	7.07	11.85	2.52	6.02	2.79	1.90
2002	36.85	31.18	11.57	11.28	47.96	46.79	43.92	49.53	31.42	10.21	4.44	7.89	1.16	2.46	2.92	1.79
2003	25.40	25.96	12.17	13.25	42.31	47.38	41.54	52.81	37.43	9.31	4.65	8.36	1.13	5.96	2.91	2.26
2004	26.95	23.58	10.89	16.34	34.78	47.37	43.53	51.00	37.27	9.02	4.29	7.51	1.23	6.49	2.71	1.70
2005	23.99	25.11	12.20	15.94	45.52	50.10	46.68	53.33	42.10	8.86	4.43	7.84	1.20	4.83	1.91	1.66
2006	19.95	13.85	12.19	17.69	45.99	51.74	49.63	53.74	41.48	9.90	3.78	6.30	1.40	4.90	2.34	2.76
2007	18.14	26.39	12.16	13.53	34.37	53.76	51.98	55.44	42.12	9.30	3.16	5.54	0.91	5.42	1.17	2.98
2008	18.55	15.28	13.00	12.34	35.77	55.51	52.28	58.56	47.36	12.48	4.10	6.92	1.44	4.13	1.94	1.88
2009	16.80	12.46	9.10	17.99	36.40	54.97	53.89	55.99	45.59	13.44	4.61	8.11	1.30	5.21	1.67	3.05
2010	11.32	11.85	10.23	15.95	41.10	56.88	56.32	57.42	52.81	12.21	4.13	7.70	0.74	6.55	1.41	1.79
2011	12.84	4.28	10.90	14.07	36.12	51.33	48.00	54.49	46.44	12.47	6.16	10.56	1.97	7.83	1.27	2.18
2012	12.72	5.30	9.96	17.05	41.88	55.31	57.00	53.70	48.84	13.47	6.11	10.49	1.93	8.43	1.61	2.64
2013	11.56	5.78	10.38	16.68	28.06	57.65	56.46	58.80	52.14	14.51	6.57	10.84	2.48	7.80	1.11	3.08
2014	9.90	3.12	10.59	19.02	35.52	60.63	60.88	60.39	53.61	12.25	5.39	8.96	1.94	5.02	1.93	2.52
2015	8.27	2.07	6.09	13.92	32.69	57.45	57.53	57.37	57.84	12.66	6.72	11.49	2.00	7.53	1.21	2.61
2016	10.77	2.05	10.45	16.69	43.71	65.67	65.38	65.94	62.64	14.05	6.62	11.42	1.87	6.02	1.18	2.51
2017	7.56	2.55	11.10	20.90	37.25	61.03	62.38	59.72	69.85	13.96	10.57	17.97	3.38	7.49	0.93	2.50
TASA MENOR	↓ 7.66	↓ 2.05	↓ 6.09	↓ 10.78	↓ 28.06	↑ 39.97	↑ 35.83	↑ 43.66	↓ 30.52	↓ 7.68	↓ 3.16	↓ 5.54	↓ 0.74	↓ 2.46	↓ 0.93	↓ 1.66
TASA PROMEDIO	↓ 18.51	↓ 16.14	↓ 11.32	↓ 15.42	↓ 38.87	↓ 53.14	↓ 51.07	↓ 55.10	↓ 46.33	↓ 11.39	↓ 5.55	↓ 9.55	↓ 1.71	↑ 5.93	↓ 1.89	↓ 2.32
TASA MAYOR	↓ 36.85	↓ 46.77	↓ 16.33	↑ 20.90	↓ 47.96	↓ 65.67	↓ 65.38	↓ 65.94	↓ 69.85	↓ 14.51	↓ 10.57	↓ 17.97	↓ 3.38	↑ 8.49	↓ 3.00	↓ 3.08

Figura II Tabla de mortalidad en el país 2000-2017.

Fuente: Secretaría de Salud

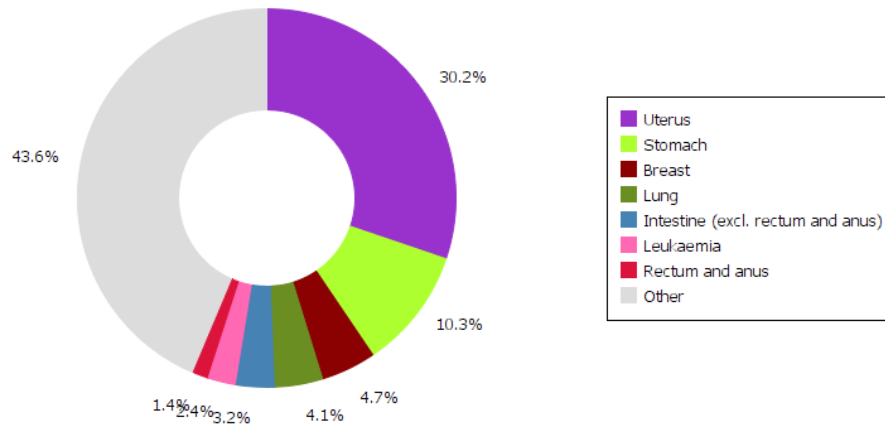
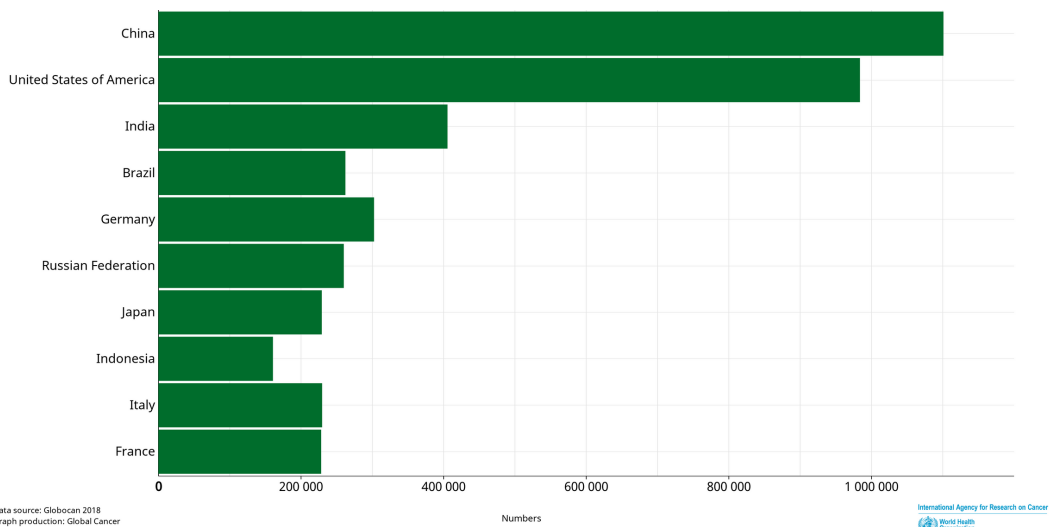


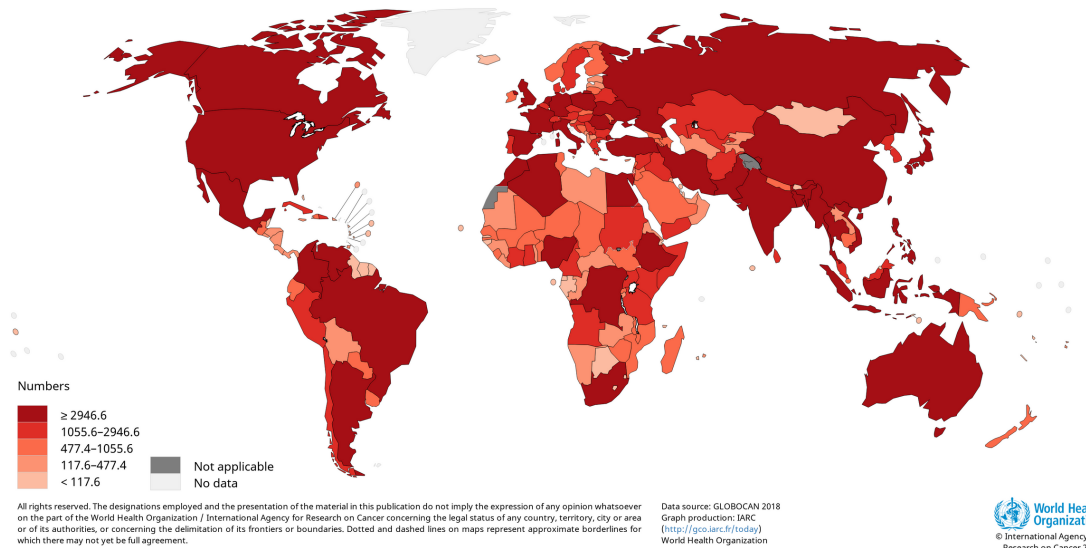
Figura III Muertes por cáncer en México 1955-1957.
Fuente: IARC 2020



Data source: Globocan 2018
Graph production: Global Cancer Observatory (<http://gco.iarc.fr>)

International Agency for Research on Cancer
World Health Organization

Figura IV Prevalencia de casos de cáncer de mama a 5 años por país.
Fuente OMS 2018



All rights reserved. The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization / International Agency for Research on Cancer concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate borderlines for which there may not yet be full agreement.

Data source: GLOBOCAN 2018
Graph production: IARC (<http://gco.iarc.fr/today>)
World Health Organization

World Health Organization
International Agency for Research on Cancer 2018

Figura V Número estimado de muertes en 2018 por CM. Fuente OMS 2018

ANEXO II

INFORMACIÓN ADICIONAL ANATOMÍA MAMARIA

Clasificación del tejido mamario

Para poder realizar un estudio es importante conocer la composición general del tejido mamario. La clasificación que ofrece el American College of Radiology (ACR), que se observa en la Imagen 17, utiliza cuatro categorías basadas en la densidad mamaria, es decir en la comparación de la composición del tejido graso y el tejido fibroso. Las mamas pueden tener desde un 10% hasta un 90% de tejido denso. La densidad se define como el grado de atenuación de los Rayos X. El tipo de tejido influye en el resultado de los estudios de mamografía y ultrasonido; una mama muy densa puede dificultar la identificación de lesiones. (American College of Radiology, 2009) Las categorías son:

- A. Mama grasa: En esta clasificación se tiene más tejido graso. En este tipo, la mastografía es altamente sensible. El 10% de las mamas pertenecen a esta categoría.
- B. Mama densa con tejido fibroglandular disperso: Se observan áreas dispersas con tejido fibroglandular en una mama compuesta principalmente por tejido adiposo. Aproximadamente el 45% de las mamas pertenecen a este tipo.
- C. Mama heterogéneamente densa: En este caso se tienen áreas con alta cantidad de densidad y áreas principalmente grasas. El 35% de los casos poseen una mama heterogéneamente densa.
- D. Mama densa: En esta categoría se tiene una mayoría de tejido denso. Sólo el 10% de los casos son de este tipo.

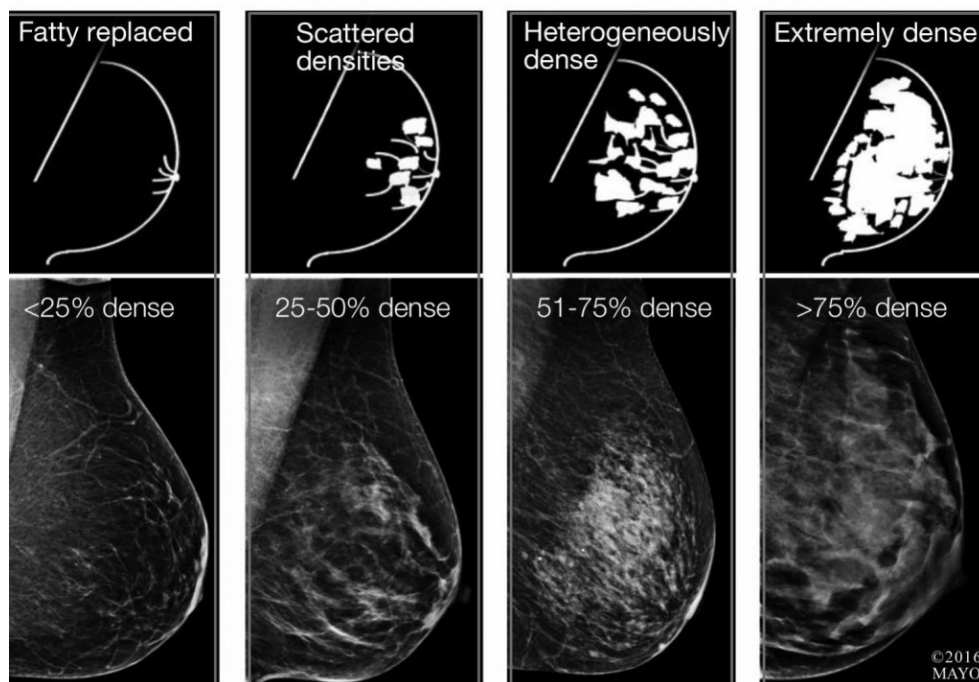


Figura VI Clasificación del tejido mamario por densidad
Fuente: Mayo Clinic

Tabla I Clasificación de acuerdo con BI-RADS

Resumen de hallazgos según BI-RADS				
Categoría	Definición	Hallazgo	Significado	Recomendación
0	Estudio inconcluso. Es necesario realizar estudios adicionales o comparar con estudios previos	No concluyente	El radiólogo observó alguna posible anomalía sin embargo no fue posible determinarla con claridad. Asimismo, es posible que se busque comparar con mamogramas anteriores para evaluar cambios en lo observado	Realizar un nuevo estudio o analizar con mamogramas anteriores
1	Resultado negativo	Hallazgo dentro de parámetros normales	No se encuentra anomalía. Simetría, sin masas o protuberancias, estructuras distorsionadas o calcificaciones	Realizar el estudio de tamizaje acorde a la regulación
2	Hallazgo benigno	Lesiones de contenido graso tales como quistes, lipomas o hamartomas Microcalcificaciones puntiformes	Es un resultado no canceroso	Realizar estudio de tamizaje acorde a la regulación
3	Hallazgo posiblemente benigno	Nódulos sólidos no calcificados Asimetría focal y nódulos de densidad baja a intermedia con contornos regulares	Más del 98% de los hallazgos de esta categoría son benignos. Sin embargo, es necesario llevar un seguimiento constante de los estudios para evitar biopsias innecesarias y en caso de ser maligno poder atenderlo de forma oportuna	Realizar un estudio en los siguientes 6 meses

4	4A – Escasa presunción de malignidad (2 % - 10 %)	Masa sólida parcialmente circunscrita Quiste solitario y palpable	Hallazgo con sospecha baja de cáncer	Biopsia
	4B – presunción moderada de malignidad (10 % - 50 %)	Nódulos de bordes indefinidos Calcificaciones amorfas o finas pleomórficas	Hallazgo con sospecha mediana de cáncer	
	4C - (50 % - 95%)	Nódulo sólido e irregular con márgenes definidos Calcificaciones finas lineales	Hallazgo con sospecha moderada de que sea cáncer	
5	Hallazgo sugerente de malignidad (95 %)	Nódulos densos, espiculados (puede presentar microcalcificaciones) Agrupaciones de microcalcificaciones pleomorfas sin nódulo asociado	Hallazgo con apariencia de cáncer y una probabilidad del 95% de que corresponda	Biopsia
6	Confirmado mediante biopsia	Diagnóstico confirmado	Estos hallazgos solo son catalogados de esta forma cuando ya han sido confirmados. Se utiliza para observar la respuesta a tratamientos	Resección quirúrgica

CLASIFICACIÓN TNM

Esta clasificación analiza en primer lugar el tumor principal, para determinar su tamaño, ubicación y si este ha crecido en las áreas cercanas o se encuentra un crecimiento de tumores cercanos. Posteriormente se examinan los ganglios linfáticos para determinar si el cáncer se ha propagado a estos. Una vez finalizado se procede a revisar si ha realizado metástasis, es decir, si este se ha expandido a otras partes del cuerpo, particularmente a zonas distantes al tumor primario.

Para determinar el estadio de la enfermedad es necesario realizar un procedimiento de biopsia confirmando así el diagnóstico. En este proceso se extrae una parte del tejido y este se analiza en el microscopio.

El sistema más común es el denominado TNM. La sigla corresponde a los términos en inglés referentes a Tumor, Nódulos y Metástasis. Con estos términos es posible determinar el estadio de la enfermedad. A cada uno de los parámetros se le asigna un número acorde al desarrollo que sea encontrado. Esta clasificación fue realizada por el American Joint Committee on Cancer (AJCC). En tejido blando se agrega el grado G que consta de la etapa en la que se encuentra el tumor (Edge & Compton, 2010).

Consta de cuatro etapas con subclasificaciones:

- Etapa IA: T1, N0, M0, G1 o GX: la amplitud del tumor no es mayor a 5 cm (2 pulgadas) (T1). No se ha propagado a los ganglios linfáticos (N0) o a otras partes más distantes (M0). El cáncer es de grado 1 (o el grado no pudo ser determinado).
- Etapa IB: 2, N0, M0, G1 o GX: la amplitud del tumor es mayor a 5 cm (2 pulgadas) (T2). No se ha propagado a los ganglios linfáticos (N0) o a otras partes más distantes (M0). El cáncer es de grado 1 (o el grado no pudo ser determinado).
- Etapa IIA: T1, N0, M0, G2 o G3: la amplitud del tumor no es mayor a 5 cm (2 pulgadas) (T1). No se ha propagado a los ganglios linfáticos (N0) o a otras partes más distantes (M0). El cáncer es de grado 2 o 3.
- Etapa IIB: T2, N0, M0, G2: la amplitud del tumor es mayor a 5 cm (2 pulgadas) (T2). No se ha propagado a los ganglios linfáticos (N0) o a otras partes más distantes (M0). El cáncer es de grado 2.
- Etapa III: Cualquiera de lo siguiente está presente:
 - - T2, N0, M0, G3: el tumor mide más de 5 centímetros (2 pulgadas) de ancho (T2). No se ha propagado a los ganglios linfáticos (N0) o a otras partes más distantes (M0). El cáncer es de grado 3.
 - - Cualquier T, N1, M0 y cualquier G: el cáncer puede ser de cualquier tamaño (cualquier T) y cualquier grado. Se ha propagado a los ganglios linfáticos cercanos (N1). No se ha propagado a sitios distantes (M0).
- Etapa IV: Cualquier T, cualquier N, M1, cualquier G: el cáncer puede ser de cualquier tamaño (cualquier T) y cualquier grado (cualquier G). El cáncer se ha propagado a los ganglios linfáticos cercanos al tumor (N1) y/o a lugares distantes (M1).

Los números romanos corresponden al estadio al cual pertenece la muestra. Además del tumor, ganglio y metástasis existen otros factores importantes, tales como el grado, el tipo de célula, localización del tumor y los niveles de los marcadores tumorales.

Tabla II Agrupación por estadios en TNM

Estadio 0	Tis	N0	M0
Estadio I	T1*	N0	M0
Estadio IIA	T0	N1	M0
	T1*	N1	M0
Estadio IIB	T2	N0	M0
	T2	N1	M0
	T3	N0	M0
Estadio IIIA	T0	N2	M0
	T1*	N2	M0
	T2	N2	M0
Estadio IIIB	T3	N1, N2	M0
	T4	N0, N1, N2	M0
Estadio IIIC	Cualquier T	N3	M0
Estadio IV	Cualquier T	Cualquier N	M1

Nota: *T1 incluye T1 (Consejo de Salubridad General, n.d.)

CLASIFICACIÓN CTG

Para la termografía en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM, se desarrolló una clasificación para la interpretación del riesgo térmico obtenido de los resultados, se denomina Clasificación Térmica Grado "n" (CTG).

Tabla III Clasificación Térmica Grado "n" para Termografía

Clasificación Térmica Grado "n"	
CTG 0	La técnica no está indicada por cambios hormonales que no permiten diferenciar alteraciones térmicas o procesos de cicatrización
CTG 1	En esta fase hormonal no es posible diferenciar alteraciones térmicas, sin embargo, debe repetirse el estudio en otra etapa como lútea o folicular
CTG 2	La técnica no reporta alteraciones térmicas y los parámetros están dentro de la normalidad estadística
CTG 3	Los parámetros térmicos están marginalmente dentro de la normalidad estadística
CTG 4	Algunos parámetros se encuentran fuera de la normalidad estadística
CTG 5	Simetría térmica menor a 50%

ANEXO III

CONSIDERACIONES SOCIOPOLÍTICAS

Acceso al tamizaje en el Mundo

América del norte

Para efectos de este análisis se considerará a Estados Unidos de América y Canadá para este apartado, ya que el caso de México será analizado con mucho mayor precisión posteriormente. En el caso de Estados Unidos, la página "National Center for Health Statistics" reporta que para el 2015, el porcentaje de mujeres mayores de 40 años que se han realizado una mastografía en los últimos dos años fue de 65.3%. Además, cuentan con sus datos desagregados por edad, etnia, nivel socioeconómico, educación y acceso a seguro de salud. En su estudio encontró que las mujeres que tenían un mayor acceso a la educación, así como las nacidas en ese país tenían mayor acceso a una mastografía de tamizaje (Endeshaw, Duran, & Saraiya, 2019).

La fundación Susan G. Komen realizó un estudio interseccional respecto al acceso en su país por diferentes circunstancias. El estudio menciona que existen barreras y disparidades que impiden el acceso a las mujeres a una mastografía de tamizaje. Concluyen que el principal problema de acceso en su país es la falta de seguro de gastos médicos. Las mujeres que no tienen seguro de gastos médicos tienen una probabilidad mucho menor de realizarse mastografía que las mujeres que si lo tienen. En 2018 se observó en las mujeres entre 50 y 74 años que se habían realizado una mastografía en los últimos dos años, sólo el 39% de las que no tenía seguro médico se habían hecho un estudio, mientras que el 75% de las que sí contaba con un seguro médico se habían realizado el estudio. Sin embargo, mencionan que incluso dentro de las mujeres que tenían seguro médico en el 2018 sólo el 75% se habían realizado una mastografía recientemente por lo que concluyen que existen otras barreras (Komen, 2020).

Las otras barreras incluyen: ingresos bajos, falta de acceso a centros de salud, falta de un proveedor de atención médica, falta de recomendación por parte de un profesional para realizarse la mastografía, bajo nivel educativo, bajo conocimiento de los riesgos del cáncer de mama y de los métodos de tamizaje, falta de cuidado infantil y falta de permisos en el trabajo. Además de barreras por etnia, lengua y orientación sexual. La etnia tiene un papel significativo en el acceso de las mujeres a un tamizaje oportuno. El porcentaje de mujeres entre los 50 y 74 años que se han realizado una mastografía en los dos años anteriores al 2018 se reparte de la siguiente forma, de la población total por etnia sólo el porcentaje mostrado se realizó el examen:

- Afroamericana no hispánicas 74%
- Blancas no hispánicas 73%
- Latinas o hispánicas 71%
- Asiáticoamericana no hispánicas 71%
- Nativas no hispánicas y nativas de Alaska 66%

A pesar de que la incidencia de cáncer de mama es ligeramente menor en las mujeres afroamericanas que en las mujeres blancas, la mortalidad por cáncer de mama es mayor en las mujeres afroamericanas.

Las razones pueden ser variadas. Se conoce que en el pasado las mujeres afrodescendientes tenían menor probabilidad de hacerse una mastografía regularmente. Esta disparidad puede llevar a la mayor mortalidad por cáncer de mama.

En el caso de las mujeres latinas o hispanas se observan menores tasas de tamizaje por cáncer de mama comparado con las mujeres no hispanicas. Afortunadamente, la diferencia se ha reducido a lo largo del tiempo. Algunas investigaciones han mostrado que las mujeres hispanas tienen un mayor número de barreras para tener acceso a una mastografía que las mujeres de otras etnias. El tamizaje en las mujeres hispanas o latinas varía por grupo; por ejemplo, las mujeres de Puerto Rico tienen mayor probabilidad de realizarse una mastografía que las otras como las que tienen ascendencia cubana o mexicana.

Las mujeres nativas de América y nativas de Alaska tienen una menor probabilidad de realizarse un tamizaje comparado con los otros grupos, solamente el 66% se ha realizado una mastografía en los últimos dos años. Una de las razones por esta diferencia puede ser la facilidad de acceso a un sistema de salud, ya que estas mujeres viven en áreas que requieren trasladarse una larga distancia para tener acceso. El cáncer de mama es el más común entre las mujeres nativas.

El análisis de la fundación Susan G muestra que algunos estudios encontraron que el tamizaje por mastografía a lo largo de la comunidad LGBT, particularmente mujeres lesbianas y bisexuales, son similares a las mujeres heterosexuales. Sin embargo, algunos datos muestran que hay una mayor tasa de realizarse una mastografía entre las mujeres lesbianas. Estos datos revelan el 79% de las mujeres homosexuales entre los 50 y 64 años se han realizado una mastografía en los últimos dos años; mientras que sólo el 73% de las mujeres heterosexuales lo hicieron. A pesar de esto las mujeres no heterosexuales enfrentan ciertas dificultades tales como falta de seguro médico, percepción baja de riesgo de cáncer de mama, ser víctimas de discriminación o insensibilidad por parte de los proveedores de salud.

Respecto a las mujeres con capacidades físicas limitadas, se observa que suelen realizarse mastografías menos veces que una mujer sin esas limitaciones. Esto puede ser consecuencia de la falta de acceso a la mastografía que coincida con sus necesidades. Muchos centros de salud, especialmente las unidades móviles, no están diseñadas para mujeres que tienen dificultades para moverse. La fundación considera que para aumentar el acceso se deben remover barreras financieras, barreras del lenguaje, proveer educación comunitaria y asegurarse que los proveedores de servicios de salud sean sensibles a las necesidades de las mujeres de diferentes comunidades y culturas.

Por otro lado, Canadá, reporta que en 2017 el 91.4% de las mujeres entre 50 y 74 años (aproximadamente 5 millones) reportaron haberse realizado una mastografía. La razón más común para esto es una revisión de rutina (69.8%), otras reportaron que se hicieron el estudio debido su edad (16.5%) mientras que el 12.6% lo hizo por contar con antecedentes familiares de cáncer de mama. En el 2017 el 78.5% de las mujeres entre 50 y 74 años se han realizado una mastografía en los últimos tres años en ese país (Statistics Canada, 2017).

Europa

En Europa debido a su alianza cuentan con un portal integral denominado Eurostat que tiene información accesible acerca del tamizaje para cáncer de mama y cáncer cervicouterino. Enlista la información de sus países por año y el porcentaje de acceso de la población. La mayoría de los datos presentados se obtienen a través de encuestas, los datos disponibles corresponden a 23 miembros de la Unión Europea. (Eurostat the statistical office of the European Union, 2019)

En el año 2017, ocho países mostraron una tasa de tamizaje por debajo del 50% siendo Eslovaquia el más bajo con 30.7%, Bulgaria con 20.6% y Rumania con 0.2%. Por el contrario, se encontraron cinco países que tienen altas tasas de tamizaje: Reino Unido, Holanda España, Finlandia y Dinamarca todos ellos por encima del 75%. Entre el 2012 y el 2017 hubo un incremento significativo en la mayoría de los casos, aunque en 11 países sus porcentajes de tamizaje se redujeron, pero las reducciones fueron relativamente pequeñas; en Alemania fue de -5.3% y en Luxemburgo de -8.3%.

El portal también ofrece información acerca de la influencia de la educación. Las mujeres que terminan su educación terciaria tienen una mayor probabilidad de haberse realizado una mastografía recientemente siendo un 72.5%, mientras que las mujeres que tenían un nivel educativo de secundaria baja que se habían realizado un estudio corresponde el 66.3%.

Asimismo, observan en su estudio que las mujeres que viven en áreas rurales tienen una mucho mayor probabilidad de nunca haberse hecho una mastografía. El análisis por urbanización del 2014 muestra que al menos el 14% de las mujeres en las áreas rurales nunca se han hecho una mastografía, en contraste las mujeres en las ciudades que nunca se han hecho una mastografía corresponden al 10.6% y las que viven en suburbios a un 9.7%.

Asia

La incidencia del cáncer de mama en Asia es menor a la presentada en el resto de los continentes a lo largo de todos los grupos de edad. El país que más casos presenta es China. Lo cual lleva a que en la mayoría de los países no exista un programa para detección oportuna de cáncer de mama, sin embargo, países como Corea del Sur, China y Japón han implementado programas para su detección oportuna.

Asia aún enfrenta muchos problemas sociales y culturales en lo que corresponde al tamizaje. Estos incluyen desinformación, falta de acceso a los estudios, falta de campañas de difusión y la competencia con la medicina tradicional (Bhatia & Re, 2012).

África

África es un continente de altos contraste en cuanto a su cultura, nivel socioeconómico y acceso a las tecnologías para la salud. Para efectos de este análisis nos centraremos en Sudáfrica y África Subsahariana. En el artículo relacionado con África subsahariana explica por qué la mastografía podría no ser la mejor opción para resolver el problema relacionado con el cáncer de mama en ese país.

El artículo habla acerca de cómo el control y la prevención del cáncer de mama en el África Subsahariana es una preocupación de la salud pública ya que es el más común entre las mujeres y las tasas de mortalidad de esta enfermedad están incrementando. Explora como tradicionalmente el cáncer de mama era considerado una enfermedad de los países de altos ingresos y por lo tanto los programas para la detección oportuna se desarrollaron para implementarse en estos escenarios, sin embargo, el artículo menciona que los programas de tamizaje pueden ser menos efectivos en los países de bajos ingresos (Black & Richmond, 2019).

Uno de los resultados encontrados fue que las mujeres con cáncer de mama son más jóvenes en los países de bajos ingresos y presentan una enfermedad avanzada debido a que las opciones de tratamientos son limitadas. Eso desemboca en pronósticos poco favorecedores. Existe un espacio de tiempo considerable entre la aparición de síntomas y el diagnóstico. En este país no ha sido posible implementar y sostener programas de tamizaje debido a limitaciones financieras, logísticas y socioculturales. En África Subsahariana la mastografía tiene una mayor tasa de daño contra beneficio. Por ello el artículo plantea utilizar la auto exploración y el examen clínico como alternativas, ya que la posibilidad de acceso es mucho mayor. El acercamiento para la detección oportuna de cáncer de mama tiene que hacerse con un contexto específico, mientras que los programas de tamizaje con mastografía han sido efectivos en los países de altos ingresos, la evidencia sugiere que otras estrategias pueden ser igualmente importantes en reducir la mortalidad en este contexto.

Por otro lado, el artículo que trata acerca de Sudáfrica menciona que se tiene una baja tasa de acceso al tamizaje de cáncer de mama a pesar de ser un problema de salud importante en ese país. Esto se puede atribuir a la limitada disponibilidad accesibilidad y capacidad económica de los servicios, además de las desventajas socioeconómicas de los individuos. Al igual que en otros países el acceso a este estudio depende del nivel socioeconómico y educativo de la persona que se debe realizar el estudio. Analizan que la probabilidad de acceder a un tamizaje es menor en los asentamientos rurales informales que en las zonas urbanizadas. La residencia urbana permite el acceso al tamizaje. Este estudio también encontró que el presentar condiciones crónicas está relacionada con una mayor posibilidad de realizarse un tamizaje de cáncer de mama y esto se puede deber al incremento de la oportunidad y acceso a los servicios de salud.

Oceanía

Para Oceanía se considerarán las acciones del Gobierno de Australia. El Consejo Sobre el Cáncer en Australia, en su artículo acerca del tamizaje de cáncer de mama, menciona que el cáncer de mama es la segunda mayor causa de muerte en las mujeres australianas y es el cáncer más diagnosticado dentro del de ellas. El Gobierno australiano cuenta con un programa nacional de detección que se llama "Breast Screen". Este programa consiste en invitar a mujeres entre los 50 a 74 años a realizarse mastografías gratuitas cada dos años. También se les realiza el estudio gratuito a las mujeres entre 40 y 49 años y las mayores 74, sólo no se les manda la invitación. El programa invita constantemente a las mujeres y les informa acerca de los beneficios y los riesgos. Por otro lado, consideran que la mastografía también puede llevar a un sobrediagnóstico, es decir, identifican crecimientos cancerígenos que si no se hubieran detectado no hubieran ocasionado ningún síntoma o problema de salud en el paciente, llevando a tratamientos innecesarios y angustia. En estudios de la Unión Europea se ha observado que este fenómeno se presenta en alrededor del 30% de las pacientes positivas, pero en su estudio aclaran que depende del tipo de cáncer encontrado y se debe realizar una estimación del crecimiento (Febles, 2013). Según sus indicadores nacionales de control del cáncer la proporción de las mujeres que se benefician del programa de detección oportuna de cáncer en Australia es mayor a la mitad de la población objetivo. En el periodo de 2016 a 2017, han participado el 54.5% de mujeres entre 50 y 74 años. En las áreas remotas hubo una menor participación correspondiente al 43.4%. Por otro lado, en las regiones cerca de las ciudades fue cerca del 57%. Para las mujeres indígenas la participación fue de 40.7% de la población.(National Cancer Control Indicators, 2020)

Resumen de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

En este apartado se puede observar con facilidad el contraste de la cobertura de la población por el tamizaje de los países pertenecientes a la OCDE (OECD, 2013). Los países de medianos y bajos ingresos enfrentan el reto de balancear la detección oportuna de detectar cáncer de mama con la habilidad de proveer tecnología para su tratamiento. (World Health Organization, 2014)



© International Agency for Research on Cancer 2018

Age standardized (World) incidence and mortality rates, breast

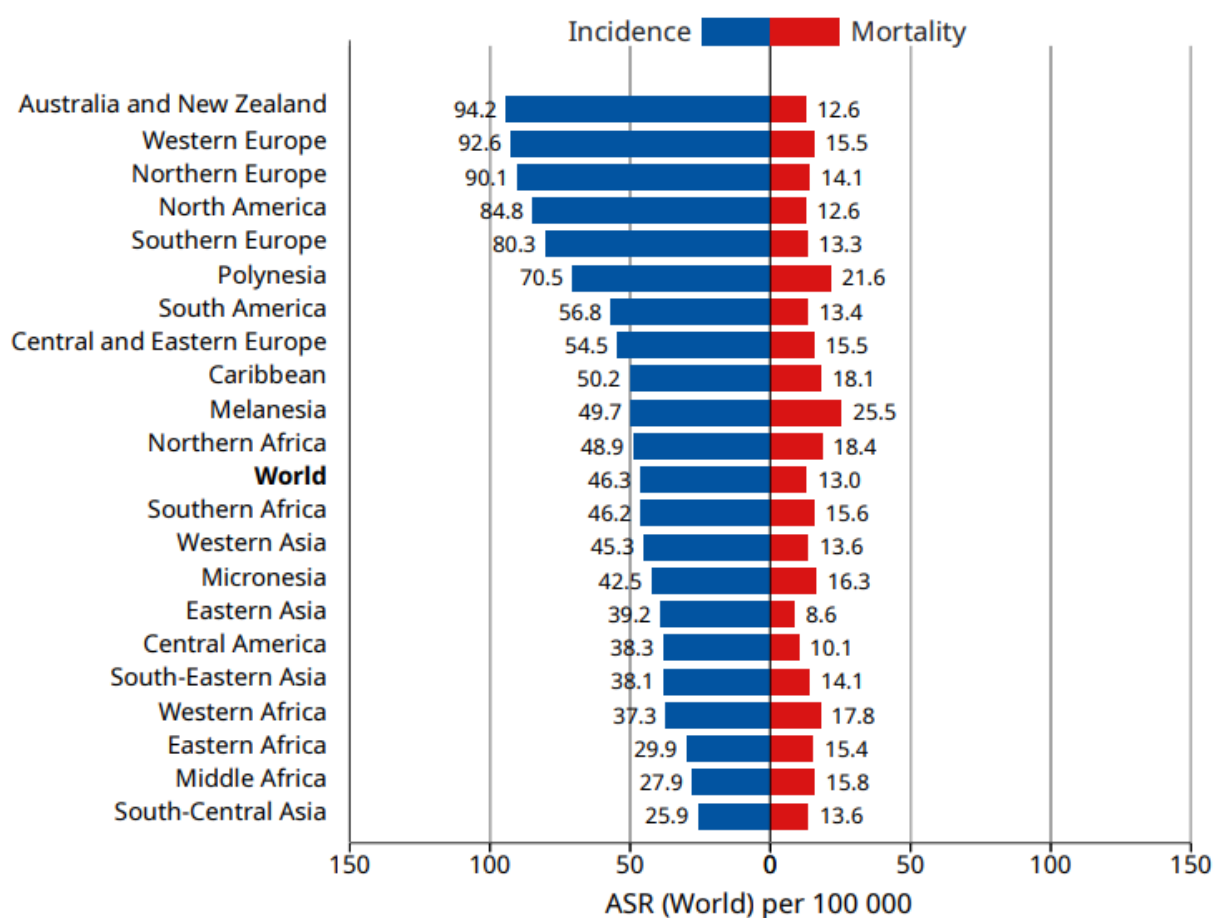


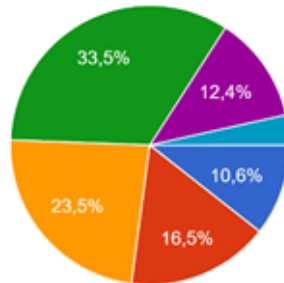
Figura VII Comparativa del alcance del tamizaje en los países de la OCDE
Fuente OMS 2018

ANEXO IV

RESULTADOS SONDEO

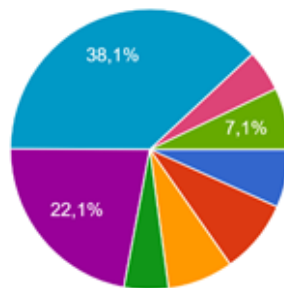
Nivel de ingreso familiar promedio

775 respuestas



- \$0 - \$2,699
- \$2,700 - \$6,799
- \$6,800 - \$11,599
- \$11,600 - \$34,999
- \$35,000 - \$84,999
- +\$85,000

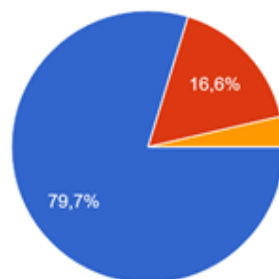
775 respuestas



- Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, S...
- Noreste (Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas)
- Oeste (Colima, Jalisco, Michoacán, N...
- Este (Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Vera...
- Bajío (Aguascalientes, Guanajuato, Q...
- Centro (CDMX, Edo de México, Morel...
- Suroeste (Chiapas, Guerrero, Oaxaca)
- Sureste (Campeche, Quintana Roo, T...

Edad

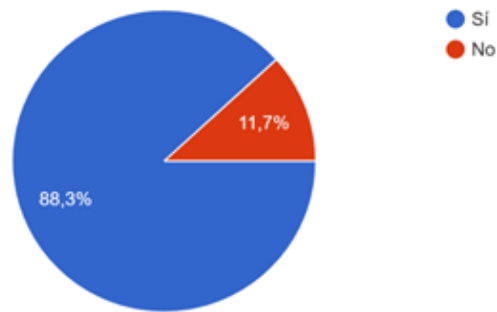
775 respuestas



- Menor de 40
- De 40 a 60 años
- Mayor a 60 años

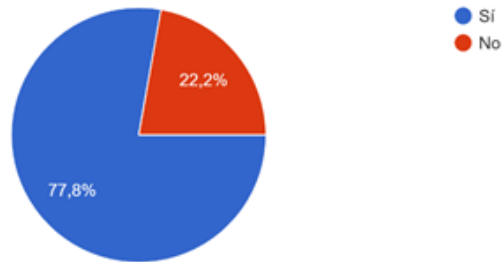
¿Has recibido información sobre el cáncer de mama y su detección oportuna?

775 respuestas



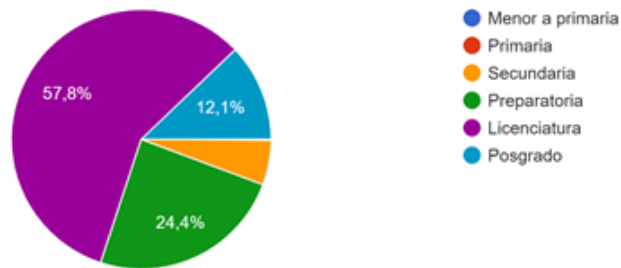
¿Has realizado alguna actividad remunerada?

775 respuestas



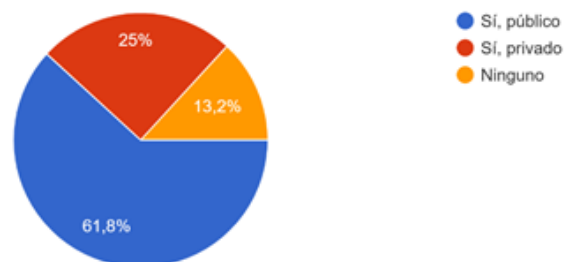
Escolaridad

775 respuestas



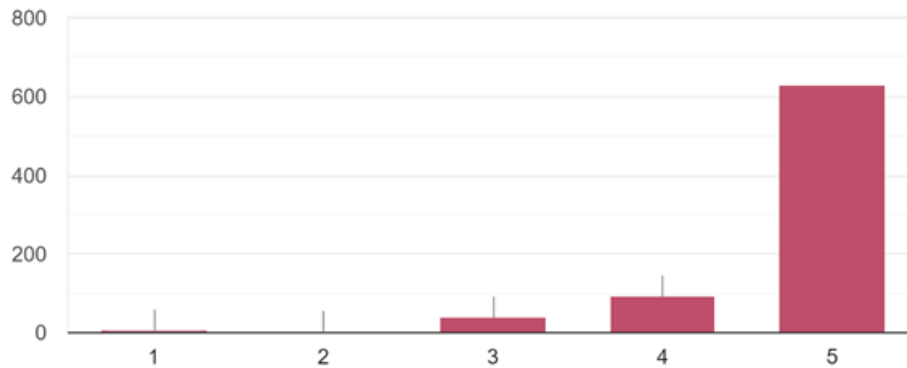
¿Tienes acceso a algún servicio de salud?

775 respuestas



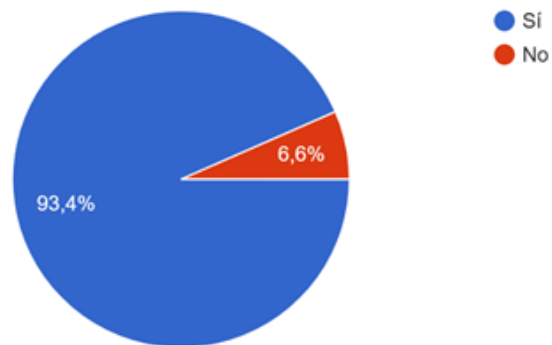
¿Qué tan importante consideras realizarte una mastografía a partir de los 40 años?

775 respuestas



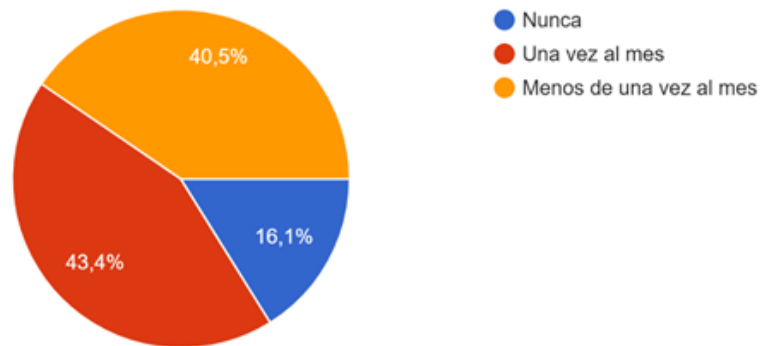
De ser posible, ¿te realizarías una mastografía periódicamente (al menos una vez cada 2 años)?

775 respuestas



¿Con qué frecuencia realizas la autoexploración mamaria?

775 respuestas



FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS

- 501 An Initiative of the Netherlands Red Cross. (n.d.). 501 Human Centered Design. Retrieved from 510 Blog website: <https://www.510.global/human-centered-design/>
- 510 Human Centered Design. (2019). Human Centered Design. Retrieved from What is human centered design website: <https://www.510.global/human-centered-design/>
- Aguirre Rodríguez, P. D. (2020). Solicitud de transparencia 0064100652120. Unidad de Transparencia, (21).
- Al-dhabyani, W., Gomaa, M., Khaled, H., & Fahmy, A. (2020). Dataset of breast ultrasound images. *Data in Brief*, 28, 104863. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104863>
- American Cancer Society. (2017). Afecciones no cancerosas de seno. Retrieved from Sobre el cáncer website: <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-seno/afecciones-no-cancerosas-de-los-senos.html>
- American Cancer Society. (2019a). Breast MRI. Retrieved February 3, 2020, from Breast cancer early detection and diagnosis website: <https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/breast-mri-scans.html>
- American Cancer Society. (2019b). Estudios de medicina nuclear y el cáncer. Retrieved February 3, 2020, from Exámenes y pruebas para el cáncer website: <https://www.cancer.org/es/tratamiento/como-comprender-su-diagnostico/pruebas/estudios-de-medicina-nuclear-y-el-cancer.html>
- American College of Radiology. (2009). Mammography - ACR BIRADS Atlas. *Max Planck Encyclopedia of Public International Law*, 121-140. <https://doi.org/10.1093/law:epil/9780199231690/e982>
- Antonio, J., Macías, S., Alejandro, C., Ortiz, C., Carpinteyro, P. R., García, M. M., ... Arias, R. (2016). Tomografía por emisión de positrones / tomografía computada en tumores mamarios. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 14, 13-21.
- Antonio Pellicer Martínez, Juan José Hidalgo Mora, Alfredo Perales Marín, & César Díaz García. (2014). *Obstetricia y Ginecología. Guía de Actuación*. Retrieved from <http://www.circulomedicodezarate.org/e-books/Obstetricia-Ginecologia-Guia-de-Actuacion.pdf>
- Beaman, L., Duflo, E., Pande, R., & Topalova, P. (2012). Female Leadership Raises Aspirations and Educational Attainment for Girls: A Policy Experiment in India. *Science*, 335, 582-586. <https://doi.org/10.1126/science.1212382>
- Bhatia, H., & Re, G. (2012). Breast Cancer in Asia. 2-5.
- Bi, W. L., Hosny, A., Schabath, M. B., Giger, M. L., Birkbak, N. J., Mehrtash, A., ... Hoffmann, U. (2019). Artificial Intelligence in Cancer Imaging: Clinical Challenges and Applications. 69(2), 127-157. <https://doi.org/10.3322/caac.21552>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (2019). Transiluminación. Retrieved from Enciclopedia médica website: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003389.htm>
- Black, E., & Richmond, R. (2019). Improving early detection of breast cancer in sub-Saharan Africa: why mammography may not be the way forward. 6, 1-11.
- Bland, Copeland, Barsky, Gradishar, Recht, & Urist. (2009). *The Breast. Comprehensive Management of Benign and Malignant Diseases*. In Saunders (4th ed., Vol. 1). Philadelphia.

- Bright, K., Barghash, M., Donach, M., de la Barrera, M. G., Schneider, R. J., & Formenti, S. C. (2011). The role of health system factors in delaying final diagnosis and treatment of breast cancer in Mexico City, Mexico. *Breast*, 20(SUPPL. 2), S54-S59. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2011.02.012>
- Cabrera-galeana, P., Soto-perez-de-celis, E., Reynoso-noverón, N., Villarreal-garza, C., Arce-salinas, C., Matus-santos, J., ... Mohar, A. (2018). Journal of Geriatric Oncology Clinical characteristics and outcomes of older women with breast cancer in Mexico. *Journal of Geriatric Oncology*, 9(6), 620-625. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2018.04.003>
- Cahuana-hurtado, L., Montero, P., Pain, A., Allen, C., Dicker, D. J., Murray, C., ... Lozano, R. (2016). The burden of cancer in Mexico, 1990-2013. *Salud Pública de México*, 58.
- Camacho-Piedra, C., & Espíndola-Zarazúa, V. (2018). Actualización de la nomenclatura BI-RADS por mastografía y ultrasonido. *Anales de Radiología México*, 100-108. <https://doi.org/10.24875/ARM.M18000015>
- Carver, E., & Carver, B. (2012). *Medical Imaging - E-Book: Techniques, Reflection and Evaluation* (Second; E. Carver & B. Carver, Eds.). UK: Elsevier Health Sciences.
- Cavaro-menard, C., Zhang, L., & Callet, P. L. E. (2010). Diagnostic quality assessment of medical images: challenges and trends. *IEEE*, (1), 277-284.
- Cazap, E. (2018). Breast Cancer in Latin America: A Map of the Disease in the. *American Society of Clinical Oncology*, 451-456.
- CENETEC. (2017). Prevención, tamizaje y referencia oportuna de casos sospechosos de cáncer de mama en el primer nivel de atención. *Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de Práctica Clínica*. Retrieved from www.cenetec-difusion.com/CMGPC/S-001-08/ER.pdf
- Consejo de Salubridad General. (n.d.). *Guía de referencia rápida: Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer de Mama en Segundo y Tercer nivel de Atención* (IMSS, ISSTE, PEMEX, DIF, & Academia Nacional de Medicina, Eds.). Ciudad de México.
- Costa, S., Oliveira, E., & Reis, C. (2014). Mammography equipment design: impact on radiographers' practice. 723-730. <https://doi.org/10.1007/s13244-014-0360-2>
- Couture, M. C., Nguyen, C. T., Alvarado, B. E., Velasquez, L. D., & Zunzunegui, M. V. (2008). Inequalities in breast and cervical cancer screening among urban Mexican women. *Preventive Medicine*, 47(5), 471-476. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2008.07.005>
- Criville, D. M. S., Antonio, M., Meneses, T., Tauli, C. P., & Este, E. (2004). Indicaciones para la Resonancia Magnética de mama. 209-212.
- de Santillana-Hernández, S. P., García-Flores, M. T., Galván-Oseguera, H., Pérez-Rodríguez, G., & Martínez-Chapaca, H. D. (2017). Diagnóstico situacional de la atención oncológica en el Instituto Mexicano del Seguro Social. TT - [Situational diagnosis of cancer care at the Instituto Mexicano del Seguro Social]. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 55(Suppl 3), S222-S330. Retrieved from <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-29192747>
- Di, A., Abriata, G., Forman, D., & Sierra, M. S. (2016). Female breast cancer in Central and South America. *Cancer Epidemiology*, 44, S110-S120. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2016.08.010>
- Dirección-General-Salud-Reproductiva. (2002). *Compendio de anatomía patológica de la glándula mamaria* (Primera). México, D.F.: Secretaría de Salud.
- Dirección General de Información en Salud. (2018). *Sistema de Información de la Secretaría de Salud*. Retrieved from *Sistema de Información de la Secretaría de Salud website*: <http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>

- Donegan, W., & Spratt, J. (1982). *Cancer of the breast (Second)*. London: W. B. Saunders Company.
- Edge, S. B., & Compton, C. C. (2010). *The American Joint Committee on Cancer: the 7th Edition of the AJCC Cancer Staging Manual and the Future of TNM*. 1471-1474. <https://doi.org/10.1245/s10434-010-0985-4>
- Eldridge, L. (2019). *Cancer Cells vs. Normal Cells: How Are They Different?* Retrieved from Cancer website: <https://www.verywellhealth.com/cancer-cells-vs-normal-cells-2248794>
- Endeshaw, M., Duran, D., & Saraiya, M. (2019). *National Health Statistics Reports, Number 129, October 9, 2019*. (129).
- Escorcía-reyes, V., Villarreal-ríos, E., Vargas-daza, E. R., Galicia-rodríguez, L., Martínez-gonzález, L., Paredes-hernández, E., & Ayala-garcía, S. I. (2013). Costo del proceso diagnóstico del cáncer de mama en las Unidades de Medicina Familiar del Instituto Mexicano. *Revista Chil Obstétrica Ginecológica*, 78(2), 95-101. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en
- Eurostat the statistical office of the European Union. (2019). Eurostat. Retrieved from Education, health and social protection website: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-372337_QID_484C9C7D_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;SOURCE,L,Z,1;ICD10,L,Z,2;INDICATORS,C,Z,3;&zSelection=DS-372337SOURCE,PRG;DS-372337ICD10,C50;DS-372337INDICATORS,OBS_FLAG;DS-372337UNIT,PC;&rankName1=ICD10_1_2_-1_2&rankName2=SOURCE_1_2_-1_2&rankName3=UNIT_1_2_-1_2&rankName4=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName5=TIME_1_0_0_0&rankName6=GEO_1_2_0_1&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=NONE&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23
- Febles, G. (2013). *Screening mamográfico del cáncer de mama , beneficios y controversias*.
- Gertler, P. (2014). *Do Conditional Cash Transfers Improve Child Health? Evidence from PROGRESA 's Control Randomized Experiment*. *The American Economic Association*, 94(2).
- González-robledo, M. C., Wong, D. R., & Knaul, F. M. (n.d.). *Costos de la atención del cáncer de mama en México: análisis en dos escenarios de cobertura*. 1-18.
- Golemund, G., & Wickham, H. (2017). *R for Data Science*. O'Reilly Media.
- Guizar Naranjo, S. (2017). *Parámetros y factores biológicos para la identificación de posibles patologías de mama por medio de estudio infrarrojo*. Universidad del Valle de México.
- Guray, M., Sahin, A. A., & Objectives, L. (2006). *Breast Cancer Benign Breast Diseases: Classification , Diagnosis , and Management*. *The Oncologist*, 435-449.
- Harvard T.H. School of Public Health. (n.d.). *What is Decision Science?* Retrieved from Center for Health Decision Science website: <https://chds.hsph.harvard.edu/approaches/what-is-decision-science/>
- Huettel, S., Allen, S., & McCarthy, G. (2004). *Functional Magnetic Resonance Imaging (Second)*. Sunderland: Sinauer.
- IMSS, CENETEC, S. N. de S. (2017). *GUÍA DE PRÁCTICA CLÍNICA GPC Tratamiento del CÁNCER DE MAMA*. Retrieved from <http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/gpc/catalogoMaestroGPC.html%0Ahttp://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/232GER.pdf>

- IMSS. (2020). La Mastografía. Retrieved from Acercando el IMSS al Ciudadano website: <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/cancer-mama/mastografia>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2019). Prevención y control de las enfermedades crónicas: el papel de la investigación. Retrieved from Proyecta IMSS innovador método de tamizaje para cáncer mamario sin exposición a la radiación website: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201910/414>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Encuesta Intercensal 2015: Principales resultados. México.
- Instituto Nacional del Cáncer. (n.d.). Biopsia líquida. Retrieved from Diccionario de cáncer website: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/biopsia-liquida>
- Instituto Nacional del Cáncer. (2019). Exámenes de detección del cáncer de seno (mama) (PDQ®)-Versión para profesionales de salud. Retrieved September 20, 2006, from Cáncer de seno website: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/seno/pro/deteccion-seno-pdq>
- International Agency for Research on Cancer. (2019). WHO Classification of tumours of the breast and female genital organs. Retrieved from WHO website: <https://codes.iarc.fr/topography/C50>
- Jacobson, R. (1999). Information Design (MIT). The MIT Press.
- Jossinet, J. (1998). The impedivity of freshly excised human breast tissue. *Physiological Measurement*, 19, 61-76. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/19/1/006>
- Komen, S. G. (2020). Comparing breast cancer screening rates among different groups. Retrieved from About Breast Cancer website: <https://ww5.komen.org/BreastCancer/RacialEthnicIssuesinScreening.html>
- Kumar, V., K.Abbas, A., & Aster, J. C. (2013). Robbins Patología humana (9th ed.; Saunders, Ed.). Barcelona, España: Elsevier España.
- Liu, K. A., & Mager, N. A. D. (2016). Women ' s involvement in clinical trials: historical perspective and future implications. 14(1), 1-9. <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2016.01.708>
- Mamografía, M. (1995). Cribado poblacional de cáncer de mama mediante mamografía.
- Megías Moreno, V. J. (2017). Técnicas de imagen por resonancia magnética. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Méndez Aguilar, E. M., Lilge, L., & Ramírez San Juan, J. C. (2012). Diseño de maniquí sintético para la calibración de sensores en un sistema TIBS. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
- Miguel-Soca, P. E., Argüelles González, I., & Peña González, M. (2016). Factores genéticos en la carcinogénesis mamaria. 6, 23-35. Retrieved from http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_
- National Cancer Control Indicators. (2020). Breast Screening rates. Retrieved from BreasScreen Australia website: <https://ncci.canceraustralia.gov.au/screening/breast-screening-rates/breast-screening-rates>
- National Cancer Institute. (2020). Exámenes de detección del cáncer de seno (mama) (PDQ®)-Versión para profesionales de salud. Retrieved February 3, 2020, from Exámenes de detección del cáncer de seno (mama) (PDQ®)-Versión para profesionales de salud website: https://www.cancer.gov/espanol/tipos/seno/pro/deteccion-seno-pdq#cit/section_3.13

- National Women's Health Network. (2019). Taking on Gender Bias in Clinical Trials. Retrieved from A voice for women, a network for change website: <https://nwhn.org/taking-on-gender-bias-in-clinical-trials/>
- Network, N. C. C. (2015). Breast Cancer Screening and Diagnosis The University of Texas. In NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®).
- Nigenda, G., González-Robledo, M. C., & González-Robledo, L. M. (2001). La política de cáncer de mama en México: avances y retos. Retrieved from Instituto Nacional de Salud Pública: Centro de Investigaciones en Sistemas de Salud website: http://tomateloapecho.org.mx/Archivos_web_TAP/Presentaciones_18_ago_2011/05_GNigenda_Presentacion_politica_cancer_mama_mexico_2.pdf
- OECD. (2013). Health at a Glance 2013 (OECD Indicators, Ed.). Retrieved from http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en
- Owlstone Medical. (n.d.). Breath Biopsy. The complete guide (Second). Cambridge UK: Owlstone Medical.
- Palmer, P. E. S. (2003). Manual of diagnostic ultrasound (First; P. PES, Ed.). Davis, California, USA: World Health Organization & World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology.
- Phyllis J. Kornguth, Francis J. Keefe, M. R. C. (1996). Pain during mammography: characteristics and relationship to demographic and medical variables. PAIN, 66(2-3), 187-194. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(96\)03057-6](https://doi.org/10.1016/0304-3959(96)03057-6)
- Presidencia de la república. (2018). Plan nacional de desarrollo 2019-2024 (1st ed.; Presidencia de la República, Ed.). Ciudad de México.
- Roberts, J. P., Fisher, T. R., Trowbridge, M. J., & Bent, C. (2016). Healthcare The Leading Edge A design thinking framework for healthcare management and innovation. Healthcare, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.002>
- Sachs, J. (2014). La era del desarrollo sostenible (2015th ed.; E. Deusto, Ed.). Barcelona, España.
- Salud, S. (2019). Tablero Histórico de Control de Mortalidad.
- Sanchez, D. J. C. (2013). Consenso Mexicano sobre el diagnóstico y tratamiento del cáncer mamario.
- Schultz, T. P. (2004). School subsidies for the poor: evaluating the Mexican Progresa poverty program. Journal of Development Economics, 199-250.
- Secretaría de Salud. (2015). No Title. Retrieved February 2, 2020, from Programa de Acción Específico Prevención y Control del Cáncer de la Mujer 2013 - 2018 website: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/cancer-de-mama-mastografia>
- Secretaría de Salud. (2019). Programa Sectorial de Salud.
- Secretaría de salud. (2009). Diagnóstico y Tratamiento de la Patología Mamaria Benigna. Guía de Practica Clínica.
- Statistics Canada. (2017). Cancer Screening, 2017. Retrieved from Health Fact Sheets website: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-625-x/2018001/article/54977-eng.htm>
- Torres-Arreola, L. del P., & Vladislavovna-Doubova, S. (2006). Cáncer de mama. Detección oportuna en el primer nivel de atención. Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social, 157-166.
- Universitat de Barcelona. (n.d.). Biopsia líquida. Snesciència. Revista de La Universitat de Barcelona Sobre Salut i Benestar, 7.

- Torres-Arreola, L. del P., & Vladislavovna-Doubova, S. (2006). Cáncer de mama. Detección oportuna en el primer nivel de atención. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 157-166.
- Universitat de Barcelona. (n.d.). Biopsia líquida. *Snesciència. Revista de La Universitat de Barcelona Sobre Salut i Benestar*, 7.
- USPTF. (2014). Recommendations of the U.S. Preventive Services Task Force. In *The Guide to Clinical Preventive Services*.
- Wong, Kelso, K. & Worthley, R. & Sanders, S. & AM, P. & M., Jagannath, & Abbott, D. (2009). Noninvasive Cardiac Flow Assessment Using High Speed Magnetic Resonance Fluid Motion Tracking. *PLoS ONE*, 4.
- World Health Organization. (2013). Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. In *Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases*.
- World Health Organization. (2014). *Cancer Country Profile Mexico*.
- Yaffe, M. J. (1990). Physics of mammography: Image Recording Process. *AAPM Tutorial*, 341-363.

