

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

LICENCIATURA EN PROMOCION DE LA SALUD

**ANÁLISIS DE REDES SEMÁNTICAS EN LAS ENFERMEDADES
CARDIOVASCULARES: UN ENFOQUE DESDE LA PROMOCIÓN DE LA SALUD.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN PROMOCIÓN DE LA SALUD

PRESENTA:

GABRIELA JUÁREZ CANO

DIRECTORA:

DRA. ANA PRADO MURRIETA

CO-DIRECTORA:

DRA. MIREYA MARTINEZ GARCÍA

Ciudad de México, julio 2019

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.

Primeramente, quiero agradecer a mis padres Yolanda y Eduardo, este logro es también de ustedes pues estuvieron a lo largo de mi formación académica y por brindarme su apoyo incondicional en todo este proceso. A mis hermanos y hermana Biridiana, Josué y Jahdiel, compañeros de grandes momentos, juegos y risas.

A la Universidad Autónoma de la Ciudad de México por brindarme un espacio de aprendizaje y proporcionarme las herramientas para el desarrollo de un conocimiento autónomo.

Gracias a la Doctora Mireya Martínez, mi codirectora de tesis por poner su confianza para realizar este proyecto, por su tiempo dedicado en sus enseñanzas, por proporcionarme y facilitarme herramientas y por sus palabras de apoyo.

Al Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, lugar donde realicé mi servicio social.

A la Doctora Ana Prado, mi directora de tesis por su tiempo, dedicación y enseñanza en este trabajo y por su motivación para continuar.

Por último, y no menos importante, quiero agradecer a mis amigas: Lucero, Miroslava y Elizabeth, amigas que cambiaron mi estancia en la universidad.

Gracias por regalarme un poco de su luz.

Y a todos aquellos que me apoyaron en algún momento en mi formación académica con sus palabras y acciones y quienes me brindaron su amistad...

¡GRACIAS!

Índice

1. Introducción	8
2. Justificación	11
3. Objetivos	13
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4. Marco teórico conceptual	14
4.1 Enfermedades cardiovasculares	15
4.1.1 Hipertensión arterial.....	20
4.1.2 Cardiopatía coronaria	21
4.1.3 Enfermedad cerebrovascular.....	22
4.1.4 Enfermedad vascular periférica.....	24
4.1.5 Insuficiencia cardiaca	25
4.1.6 Cardiopatía reumática	25
4.1.7 Cardiopatía congénita	26
4.1.8 Miocardiopatías	26
4.2 Enfoque integrador de la complejidad.....	33
4.2.1 Complejidad	34
4.2.2 Antecedentes a los estudios en sistemas complejos	40
4.2.3 Un acercamiento a los sistemas complejos	44
4.3 Teoría de redes complejas	55
4.3.1 Un acercamiento a las redes complejas	60
4.3.2 Características de una red compleja	63
4.3.3 Ejemplos de redes complejas.....	70
4.4 Redes semánticas	79
4.4.1 El corpus de información	79
4.4.2 Las redes semánticas.....	80
4.5 Promoción de la salud.....	84
4.5.1 El enfoque de los determinantes sociales de la salud.....	90

4.5.2	La complejidad de las enfermedades cardiovasculares y el reto de la Promoción de la salud.....	99
5.	Metodología.....	102
5.1	Introducción al estudio.....	102
5.2	Etapas del proceso de metodología.....	106
5.2.1	Etapa I: Minería de la literatura científica.....	106
5.2.2	Etapa II: Procesamiento a lenguaje natural.....	108
5.2.3	Etapa III: Construcción de la red global.....	109
5.2.4	Etapa IV: Construcción de las sub-redes.....	110
5.2.5	Etapa V: Construcción de la red emergente.....	113
6.	Resultados.....	117
6.1	Resultados desagregados por etapas.....	119
6.1.1	Etapa I: Minería de la literatura científica.....	119
6.1.2	Etapa II: Construcción de la red global.....	120
6.1.3	Etapa III: Construcción de las sub-redes.....	124
6.1.4	Etapa IV: Construcción de la red emergente.....	133
7.	Conclusiones.....	138
7.1	Conclusiones de la investigación.....	138
7.2	Importancia de la investigación para la promoción de la salud.....	140
8.	Bibliografía.....	148
9.	Anexos.....	153
9.1	Anexo 1 Abreviaturas.....	153
9.2	Anexo 2 Documento “A systematic approach to analyze the social determinants of cardiovascular disease”.....	154

Índice de figuras.

Fig.1 Mortalidad a nivel mundial.....	19
Fig.2 Tasa de mortalidad por Cardiopatía isquémica a nivel mundial.....	23
Fig.3 Tasa de mortalidad por enfermedad cerebrovascular.....	24
Fig.4 Mortalidad por Enfermedades Cardiovasculares en México, 2015.....	29
Fig.5 Ejemplo de un sistema complejo, la empresa como sistema.....	47
Fig.6 Los servicios de prestación de salud, como un sistema complejo.....	48
Fig.7 Sistema cerrado.....	51
Fig.8 Sistema abierto.....	52
Fig.9 La ciudad de Konigsberg.....	56
Fig.10 Dibujo de Euler.....	57
Fig.11 Grafo.....	59
Fig.12 Camino geodésico.....	66
Fig.13 Red de las ciudades de España.....	68
Fig.14 Isla Gigante.....	69
Fig.15 Imagen de una red neuronal.....	71
Fig.16 Red Metabólica.....	73
Fig.17 Red de enfermedades del ser humano.....	75
Fig.18 Red de comunicación entre las ciudades de la edad media.....	77
Fig.19 Ejemplo de una red semántica de un refresco.....	78
Fig.20 Ejemplo de una red semántica.....	82
Fig.21 Determinantes Sociales de la Salud.....	97

Fig.22 Etapas para la construcción de la red.....	105
Fig.23 Búsqueda de los términos MeSH.....	107
Fig.24 Los PMID de los artículos científicos.....	110
Fig.25 Red global, sub-redes y la red emergente.....	111
Fig.26 Pasos para obtener la sub-red de hombres.....	112
Fig.27 Pasos para obtener la sub-red de mujeres.....	112
Fig.28 Primer paso para obtener la red emergente.....	113
Fig.29 Selección de pasos para visualizar la red emergente.....	114
Fig.30 Obtención de las cuatro redes.....	115
Fig.31 Pasos para analizar las sub-redes.....	115
Fig.32 Selección de la red no dirigida.....	116
Fig.33 Visualización de la red global.....	118
Fig.34 Visualización de la sub-red de hombres.....	129
Fig.35 Visualización de la sub-red de mujeres.....	133
Fig. 36 Visualización de la red emergente.....	135

Índice de tablas.

Tabla 1. Principales causas de muerte en México, 2014.....	28
Tabla 2. Ejemplos de las diferentes redes.....	61
Tabla 3. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la red global (original).....	120
Tabla 3.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la red global (traducida).	122
Tabla 4. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de hombres (original).....	125
Tabla 4.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de hombres (traducida).....	127
Tabla 5. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de mujeres (original).....	130
Tabla 5.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de mujeres (traducida).....	131
Tabla 6 Lista de los nodos de la red emergente (original).....	135
Tabla 6.1 Lista de los nodos de la red emergente (traducida).....	136

1. Introducción

Este trabajo de tesis fue llevado a cabo en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, institución pública que se encarga del estudio, diagnóstico y tratamiento de diferentes patologías del corazón y del aparato circulatorio.

Dentro del hospital se encuentra el Departamento de Investigación Sociomédica de las Enfermedades Cardiovasculares, donde estudian la importancia de saber la relación que existe entre los determinantes sociales de la salud con las enfermedades cardiovasculares, las cuales son causas principales de mortalidad a nivel mundial y que, a pesar de tener varios factores como los estilos de vida o las cuestiones ambientales, algunos otros factores pasan por desapercibido, por ejemplo el contexto político y social que también son asociados a las causas de las enfermedades cardiovasculares.

El motivo que me llevo a realizar este trabajo de investigación, fue principalmente mi interés por el tema de los sistemas complejos, la relación con la salud y con el enfoque teórico de la carrera de Promoción de la salud, ya que este nuevo paradigma dentro de la enseñanza me parece que le da otra forma de ver a los fenómenos, algo interesante, donde convergen varias disciplinas, las cuales ven de manera diferente la problemática.

Adicionalmente, por mi experiencia como pasante del servicio social en el Instituto Nacional de Cardiología, empecé a saber un poco más sobre el tema de las enfermedades cardiovasculares.

El objetivo de este trabajo en general es realizar un análisis basado en una búsqueda sistemática de la información científica publicada sobre los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular, para ver si hay relaciones significativas entre los diferentes determinantes sociales de la salud con las enfermedades cardiovasculares y sobre todo el escaso abordaje que existe en la literatura científica internacional para distinguir los determinantes sociales de la

enfermedad cardiovascular, que afectan de manera diferenciada tanto a hombres como a mujeres.

Particularmente en este trabajo, se hablará sobre cómo las condiciones en las que las personas nacen, crecen, viven y envejecen conocido como los Determinantes Sociales de la Salud, están relacionados con la forma en que enferman, a través de una mala distribución de recursos tanto económicos como materiales y cómo estos elementos son esenciales para la toma de decisiones en la desigualdad en materia de género en el acceso al sector salud.

Para ello, se utilizó el enfoque de redes complejas, en específico de las redes semánticas, donde se utilizó el análisis de redes complejas, se realizaron medidas de centralidad a la red para poder ver las interrelaciones descubiertas que no fueron detectadas a simple vista en un corpus de información.

A partir de la minería de la base de datos PubMed para poder obtener referencias de los estudios publicados sobre las enfermedades cardiovasculares y los Determinantes Sociales de la Salud.

Dentro del marco teórico, en el apartado de las enfermedades cardiovasculares se menciona cómo es la situación de estas patologías a nivel global y en el contexto mexicano, así como sus características y cómo se centran mayormente en los factores de riesgo y los estilos de vida y se olvidan del papel que tienen los gobiernos y sus acciones para aminorar estas enfermedades, pues la literatura científica revela que las principales investigaciones médicas sobre las enfermedades cardiovasculares se ha centrado solo en aspectos biológicos, genéticos o farmacológicos.

En la sección del enfoque integrador de la complejidad, se pone énfasis en que las enfermedades cardiovasculares tienen una mirada que va más allá de un conjunto de patologías, pues hay más elementos que integran estas enfermedades y que no se toman en cuenta. Dentro de esta sección se mencionará que los sistemas complejos es una nueva manera de hacer investigación, ya que su característica importante es observar la interacción de sus

elementos por el que está conformado, pues a partir de la inter, trans y multidisciplina se puede tener mayor eficacia en la respuesta de los fenómenos de la vida real, enriqueciendo el conocimiento reduccionista.

Finalmente, en el apartado de la promoción de la salud se menciona que ésta deberá enfocarse en la importancia en los Determinantes Sociales de la Salud, los cuales generan grandes desigualdades entre las poblaciones; estos determinantes sociales de la salud se dividen en determinantes estructurales, los cuales pueden modificarse a través de acciones como las políticas y los determinantes intermediarios que no están sujetos a cambios.

2. Justificación

Las Enfermedades Cardiovasculares son la principal causa de mortalidad en el mundo (OMS, 2018). Existen muchos factores asociados con la etiología, la incidencia y la evolución de tales enfermedades. Las cuestiones sociales y ambientales constituyen un componente importante y, a menudo, pasado por alto en estudios epidemiológicos tradicionales. Adicionalmente, se sabe que la forma como se presenta la enfermedad es diferente entre hombres y mujeres.

Comprender en mayor medida cómo se produce la interacción de los determinantes sociales, ambientales y de género en las enfermedades cardiovasculares sería útil para la formulación de estrategias políticas de salud pública y de promoción de la salud cardiovascular.

La Promoción de la Salud como una carrera multidisciplinaria abarca varios campos de conocimiento, por ello, no se excluye de ésta, a las ciencias duras, como la complejidad o la teoría de redes, pues tiene una relación estrecha con la salud, ya que, al hablar de las enfermedades cardiovasculares como un problema de salud pública, la Promoción de la Salud mira al proceso de salud-enfermedad más allá de lo médico-biológico y dentro de la Promoción de la Salud, se puede usar la herramienta de análisis de redes para cuestionarse cómo se desarrolla el fenómeno de la distribución de diversos factores asociados a estas enfermedades.

Por ello, este estudio de análisis de redes semánticas puede usarse como una herramienta, donde la promoción de la salud se apoye para aportar ideas y puedan implementarse acciones a partir de los determinantes sociales de la salud, para realizar políticas públicas en temas de salud, y acciones que mejoren el entorno en donde las personas se desarrollen, esto a partir de la identificación de los problemas para que se pueda formular las políticas y poder implementarlas, pues esta es una de las acciones de la Promoción de la Salud.

También se considera que a partir del estudio de los determinantes sociales de la salud se puede observar la desigualdad que permea en cuanto al tema de salud,

pues con esta herramienta del análisis de las redes para las enfermedades cardiovasculares, las desigualdades se expresan veladamente en la literatura, se observan en las redes y que a partir de esto se pueden implementar acciones enfocadas a Promoción de la Salud para disminuir las brechas de desigualdad existentes.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Realizar un análisis basado en una búsqueda sistemática de la información científica publicada sobre los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular.

3.2 Objetivos específicos

- Emplear las redes semánticas como herramienta para ver la asociación e interacción de los conceptos asociados a las enfermedades cardiovasculares con los determinantes sociales de la salud.
- Inferir las posibles conexiones que puedan existir de los conceptos no evidentes en las redes semánticas.
- Utilizar este análisis de redes complejas como punto de partida para descubrir las posibles determinantes sociales de la salud asociadas al género ocultas en las redes semánticas.
- Plantear estrategias de promoción de la salud para incidir en los determinantes sociales de la salud modificables y no modificables.

4. Marco teórico conceptual

En este capítulo se integrarán todas las palabras, conceptos y temas que sustentan este trabajo de investigación, para así poder explicar mejor el fenómeno a estudiar.

Como primer tema, se estará hablando sobre las enfermedades cardiovasculares, las cuales son un conjunto de enfermedades que, a nivel mundial está padeciendo la mayoría de la población.

En la mayoría de los países se excluyen en la investigación los fenómenos sociales y ambientales como causas de las enfermedades cardiovasculares, pues en general se enfocan a los síntomas y estilos de vida de las personas, pues para el enfoque biomédico lo principal es saber qué factores de riesgo son los que inciden a nivel individual y con ello dar tratamiento farmacológico como una posible solución.

En este apartado se tratará el tema de las enfermedades cardiovasculares, se muestran datos estadísticos de cómo afectan estas enfermedades a nivel global y en México, así como los síntomas y cómo afectan a la gente de manera fisiológica, provocando costos mayores al país, sin excluir aquellos factores que son las causas principales por las que la gente enferma, como son el nivel económico, factores de riesgo en diferentes entornos, las desigualdades que existen en los países, así como las políticas en salud implementadas en los gobiernos.

4.1 Enfermedades Cardiovasculares.

La población a nivel mundial está pasando por una transición demográfica, es decir, las tasas altas de mortalidad y fecundidad son cada vez más bajas y, en consecuencia, el volumen de la estructura y composición de la población también ha cambiado con los años.

En el siglo pasado ocurrió un proceso importante de urbanización, en la cual, las personas pasaron de habitar zonas rurales a urbanas, donde claro está, el estilo de vida de las personas cambió por completo, pues con la vida diaria en la ciudad, la gente vive sin tener tiempo de tener actividad física, el sedentarismo y una alimentación escasa en frutas y verduras y altas en grasas, agravan la situación.

Con el trabajo y las actividades diarias la gente no tiene tiempo para realizar otro tipo de actividades, lo cual influyen para su desarrollo físico y psicológico dentro de un entorno saludable (Frenk, 2007), pues es muy difícil dentro del contexto urbano llevar a cabo este tipo de actividades, lo cual se ve agravado con el ruido, la afluencia mayor de automóviles, la mala calidad de aire, fábricas, suciedad, etc.

Otro factor importante que favorece la aparición de las enfermedades cardiovasculares es el tipo de sociedad en la que se vive actualmente. La globalización entendida como un fenómeno en el cual hay una mayor cercanía en cuanto al intercambio de bienes, conocimiento, productos, información y cultura (ONU, 2019), lo que implica un detrimento de la salud, tener una sociedad consumista de comida alta en sodio y en grasas, el consumo de refrescos altos en azúcares, la comida rápida, el sedentarismo y el auge de plataformas para el entretenimiento en casa, limitando a las personas tener actividad física.

Adicionalmente, se suman factores como la pobreza que genera grandes desigualdades en un mismo país, dando como resultado una carga fuerte, hablando económicamente en el sistema de salud, los cuales a veces no están preparados para manejar las Enfermedades No Transmisibles, como lo es el caso de las enfermedades cardiovasculares.

Por supuesto, no dejamos atrás un elemento importante que también a nivel mundial está ocurriendo y que en el futuro no muy lejano afectará la economía de los países, esto es, el envejecimiento (Castellano, 2014), como se mencionó anteriormente, las personas con el paso del tiempo tienen menos hijos, la gente envejece y con ello las enfermedades no transmisibles, van en aumento entre ellas se incluyen las enfermedades cardiovasculares.

Datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud, mencionan que en los países con ingresos altos el aumento de la longevidad corresponde a una disminución de muerte por enfermedades cardiovasculares, esto se debe a las estrategias para reducir el consumo de tabaco y dar mayor cobertura a las intervenciones médicas (Organización Mundial de la Salud, 2014), son eficientes en esos países y sobre todo a la participación de los gobiernos para dirigir políticas, donde las empresas que producen comida en sus diferentes presentaciones puedan proporcionar información nutrimental que sea clara para toda la población y sobre todo que promueva una dieta saludable.

Las diferencias en la distribución del dinero para los países, ha llevado a tener un cambio epidemiológico, pues antes las enfermedades cardiovasculares y las Enfermedades No Transmisibles se percibían más en países desarrollados, mientras que en los países en vías de desarrollo o con ingresos medios o bajos se encontraban en aumento las enfermedades transmisibles como la hepatitis, malaria o el VIH, pero con el paso del tiempo esto ha sido diferente para los países en desarrollo o con ingresos medios-bajos, pues datos arrojados de un estudio publicado por la revista británica llamada *THE LANCET* (THE LANCET, 2014), menciona que las enfermedades crónicas no transmisibles son padecidas por personas de entre 30 y 69 años, representando un 80% de muertes prematuras que ocurren en países con ingresos bajos y medios.

Vinculado a lo dicho anteriormente, también los factores de riesgo han ido en aumento, como la ingesta de alcohol y tabaco (Frenk, 2007), factores principales que contribuyen a tener enfermedades cardiovasculares en estos países, aunque cabe mencionar que no se toman en cuenta otros determinantes sociales de la

salud, esenciales en que éstas y otras enfermedades puedan ir en aumento, los cuales no se incluyen como causas de las enfermedades cardiovasculares, pues para el enfoque biomédico lo principal es saber qué factores de riesgo son los que inciden a nivel individual y con ello dar tratamiento farmacológico como una posible solución.

El aumento de estas enfermedades no transmisibles, como el cáncer en sus diferentes tipos, SIDA, diabetes y las enfermedades cardiovasculares, son responsables de que más de 40 millones de personas mueran a consecuencia de alguno de estos padecimientos, lo que representa un 71% de muertes total en el mundo, mientras que para los países con ingresos bajos y medios al año mueren más de 15 millones de personas por alguna Enfermedad No Transmisible (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Dentro de esta lista de enfermedades no transmisibles, las Enfermedades Cardiovasculares son las principales contando con cifras de más de 17 millones de muertes al año, seguido del cáncer con más de 9 millones de muertes, junto con estas enfermedades se encuentra también las enfermedades respiratorias y la diabetes, cuatro grupos de enfermedades responsables del 80% de muertes prematuras a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2018).

En consecuencia, la desigualdad en la distribución de enfermedades y de soluciones ante esta problemática es lejana de ver, pues con ello converge una serie de problemas, como la desigualdad social que existe dentro y fuera de un país, en pocos años no serán suficientes las acciones con las que hoy en día se operan y vigilan las Enfermedades No Transmisibles.

Pues la longevidad será parte esencial en el tema médico, deberá crearse políticas que incluyan un buen trato a las personas, respetando sus ideales, dando información que asiente no sólo el control y la prevención tanto de las enfermedades cardiovasculares, como de las Enfermedades No Transmisibles (Organización Mundial de la Salud, 2018), y que también se les dé un enfoque de promoción de la salud, implementado desde la infancia.

Para entender mejor qué son las enfermedades cardiovasculares, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), menciona que las enfermedades cardiovasculares, son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos, las cuales, se clasifican de la siguiente manera:

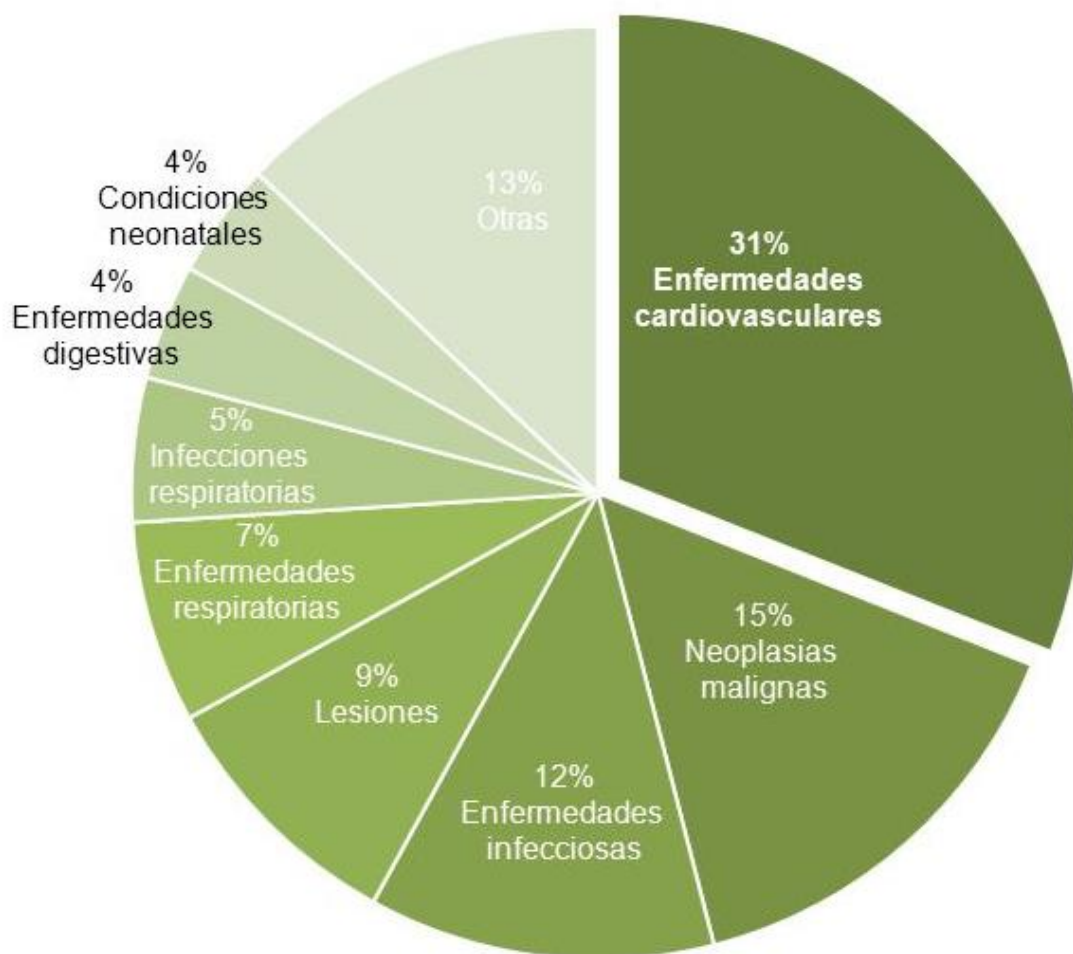
- ***Hipertensión arterial (presión alta)***
- ***Cardiopatía coronaria (infarto de miocardio)***
- ***Enfermedad cerebrovascular (apoplejía)***
- ***Enfermedad Vascular periférica***
- ***Insuficiencia cardíaca***
- ***Cardiopatía reumática***
- ***Cardiopatía congénita***
- ***Miocardiopatías***

Este conjunto de padecimientos, son la principal causa de muerte a nivel mundial, pues desde el 2005, ocupan el primer lugar en ser causas por las cuales la gente muere (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Se estima que, en el año 2012 murieron aproximadamente 17 millones de personas, esto representa un 31% de muertes que se registraron a nivel mundial. La OMS menciona que para el año 2030 más de 23 millones de personas morirán a causa de alguna enfermedad cardiovascular (Organización Mundial de la Salud, 2017), es por ello importante recalcar la participación de todos los sectores en todos los niveles, para que se pueda lograr disminuir que la gente tenga alguna de estas enfermedades, pues esto generaría no solo muertes, sino la incapacidad por amputación de alguna extremidad.

La gráfica siguiente muestra las diferentes enfermedades por las que a nivel mundial la gente muere, y con un 31% se encuentran las enfermedades cardiovasculares, representando el primer lugar, seguido por neoplasias malignas o cáncer en sus diversos tipos.

Fig.1 Mortalidad a nivel mundial



Fuente: Organización Mundial de la salud, 2014.

A continuación, se describirá cada una de las patologías que son parte de las enfermedades cardiovasculares.

- **La hipertensión arterial (presión alta):** Datos del informe general sobre la Hipertensión arterial (Organización Mundial de la Salud, 2013), menciona que la hipertensión arterial es un factor de riesgo que provoca infarto al miocardio y accidentes cerebrovasculares y que en promedio al año mueren más de nueve millones de personas, esto representa un 45% de las muertes por cardiopatía y el 51% muerte por accidentes cerebrovasculares, de acuerdo con los datos del informe general de la hipertensión arterial .

Algunos factores que causan hipertensión son:

- Sufrir de sobrepeso y/u obesidad
- Tener antecedentes familiares de hipertensión
- Escasa actividad física
- Ser mayor de 60 años, pues con la edad los vasos sanguíneos se debilitan
- Consumo excesivo de sodio (sal) y de grasas saturadas
- Fumar

Es importante recalcar que entre estos diferentes factores de riesgo está el consumo excesivo de sal, la cual, la OMS menciona que, si se reduce el alto consumo de sal, podría disminuir más de 1.7 millones de muertes al año (Organización Mundial de la Salud, 2013), y por ende la disminución de la hipertensión arterial, así como la disminución de mortalidad por infarto al miocardio.

Cabe mencionar que la hipertensión es una enfermedad silenciosa, y que rara vez provoca síntomas, es por ello que debe saberse cuándo una persona tiene hipertensión, ya que ésta y la obesidad a veces aparecen juntas, también la hipertensión juega un papel importante como signo de alerta para que las

personas puedan mejorar los estilos de vida (Organización Mundial de la Salud, 2013), y así evitar llegar a complicarse, pues la prevención y promoción de la salud son más baratos que el cubrir gasto por complicaciones, como la diálisis.

Varios países con ingresos altos han disminuido la hipertensión en sus habitantes, mediante medidas, las cuales han dado resultados favorables para la disminución de la hipertensión, como el apoyo en un modo de vida saludable, un sistema de salud universal, el acceso a medicamentos eficaces y baratos, entre otros que van más allá de curar.

Sin embargo, la situación para los países en desarrollo no es la misma, pues para estos países la hipertensión se ha elevado y con ello el aumento de personas con infarto al miocardio y accidentes cerebrovasculares (Organización Mundial de la Salud, 2013), que son los principales padecimientos por las cuales la gente muere.

- **Las cardiopatías coronarias o infarto al miocardio:** son causantes de más de 12 millones de muertes en el mundo al año, también conocidas como ataque cardíaco, cardiopatía isquémica o trombosis coronaria, son causadas por la arterosclerosis, que es el proceso donde se forma una capa de colágeno y acumulación de lípidos (Fundación Española del Corazón, 2019).

La razón principal por la cual se acumula la placa de grasa en las arterias es por el consumo excesivo de grasas saturadas y las grasas trans (Organización Mundial de la Salud, 2018), este tipo de grasas las encontramos en alimentos como mantequillas, queso, carnes rojas, en los alimentos rápidos, como las pizzas, en los productos de la panadería y en los alimentos fritos.

Este tipo de grasas saturadas y trans causan la acumulación de placa en los vasos sanguíneos, aumentan el colesterol LDL, siglas en inglés que significa Lipoproteínas de baja densidad y su consumo excesivo conlleva a la acumulación de placa en las arterias y venas; y con ello aumenta el riesgo de tener una cardiopatía coronaria o una apoplejía (Fundación Española del Corazón, 2019),

por ello es necesario una alimentación adecuada, donde se incluya frutas y verduras de temporada y que puedan ser accesibles a la población.

De acuerdo con la Fundación Española del Corazón (2019), las arterias encargadas de llevar sangre al músculo cardíaco se acumulan en esta placa de grasa y evitan que la sangre llegue al músculo causando angina de pecho o una trombosis arterial, que impide la oxigenación del músculo, dando lugar al desarrollo del síndrome coronario agudo.

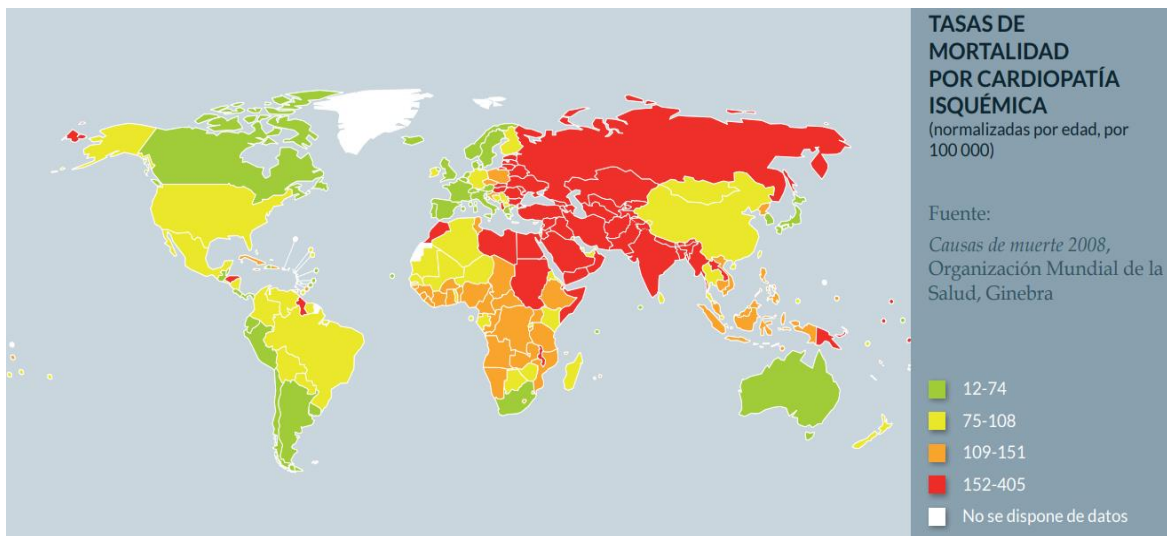
- **Las enfermedades cerebrovasculares o apoplejías:** son infartos en el cerebro a causa de una disminución de sangre que va al cerebro y si el flujo tarda en llegar en minutos causa muerte del tejido encefálico (Wade S. Smith et. s/f), este trastorno es el segundo a nivel mundial, causante de millones de muertes y también del desarrollo de alguna incapacidad.

Durante el 2008 la OMS realizó dos mapas que muestran la mortalidad por cardiopatía isquémica y por enfermedades cerebrovasculares a nivel mundial, el resultado para el primer mapa fue que la tasa de mortalidad por cardiopatía isquémica a nivel mundial (Fig.2) afecta en mayor medida a países de Asia y parte de África, países como Rusia, Siria, Israel, Pakistán, India, Nepal, Egipto, Somalia y Marruecos.

Mientras que en el continente americano encontramos a países como Guyana, y Honduras con más de 150 mil muertes por esta patología y que en el siguiente mapa se muestra coloreado estos países en rojo.

Sin embargo, para países como Canadá, Chile, España, Portugal, Italia, República Sudafricana y Suecia, tienen una baja tasa de mortalidad por esta enfermedad, con menos de 100 mil muertes y que se encuentra resaltado en color verde.

Fig.2 Tasa de mortalidad por Cardiopatía isquémica a nivel mundial.

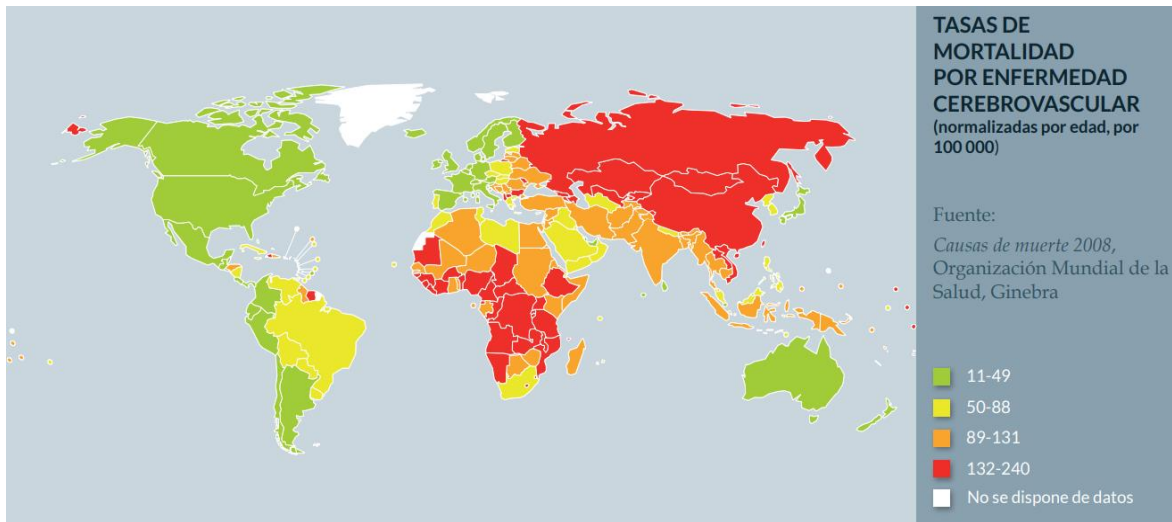


Fuente: Organización Mundial de la Salud. *Causas de muerte 2008.*

En el segundo mapa (Fig.3), se muestra la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares, una de las principales causas de muerte a nivel mundial, donde gran parte de África y Asia, tienen una tasa mayor en países como Rusia, Etiopía, Sierra Leona, Liberia, Tailandia, Vietnam, Nepal, Mongolia y China, entre otros más con una tasa de mortalidad mayor a 130 mil muertes, coloreado en rojo.

Mientras que los países con una tasa baja de mortalidad se encuentran Canadá, México, Chile, Argentina, España, Italia, Francia, Reino Unido, Suecia y Finlandia, entre otros más, contando con menos de 50 mil muertes y que esta resaltado en color verde.

Fig.3 Tasa de mortalidad por enfermedad cerebrovascular



Fuente: Organización Mundial de la Salud. Causas de muerte 2008

- **La Enfermedad Vascul Periférica (EVP):** Daña a los vasos sanguíneos alejados del corazón, los cuales transportan sangre hacia y desde los músculos de brazos y piernas. El daño que se produce es causado por la aterosclerosis, que, como se dijo anteriormente, consiste en la obstrucción de una vena o una arteria por una placa de grasa, la cual impide la circulación de la sangre (Texas Heart Institute, 2019). La falta de circulación de la sangre en venas o arterias periféricas provoca dolor, coágulos, inflamación, estrechamiento y calambres en piernas.

La obstrucción de arterias puede provocar 3 tipos de patologías:

- **Las aneurismas aórticas:** son la dilatación de un vaso sanguíneo y si se rompe, podría producir la muerte, se pueden producir tanto en el pecho, como por debajo de los riñones o en la aorta (Texas Heart Institute, 2019), arteria principal, la cual lleva sangre del corazón a todo el cuerpo.

- La *enfermedad de Buerger*: está relacionada con el consumo de tabaco, ya que produce inflamación en arterias, es común en hombres fumadores de 20 y 40 años, esta enfermedad consiste en que los vasos periféricos se estrechen, causando falta de oxígeno en las células o muerte del tejido (necrosis) (Texas Hearth Institute, 2019).
 - Finalmente, la enfermedad llamada el *fenómeno de Raynaud* es más común en mujeres, se trata de contracciones en las arterias de las manos o de los pies, ocasionado por las bajas temperaturas o por fumar (Texas Hearth Institute, 2019). Un signo de esta patología es tener las manos pálidas o se vuelven de un color azul, puede durar minutos u horas y se puede tratar mediante el calentamiento de los pies o manos.
- **La insuficiencia cardíaca**: este padecimiento se debe a que el corazón ya no bombea suficiente sangre al cuerpo y por ende el cuerpo empieza a presentar síntomas como falta de aire, fatiga, dificultad para respirar y un signo importante es el mal funcionamiento del corazón, ya que expulsa mal la sangre, la cual se queda estacionada en piernas o abdomen (Fundación Española del Corazón, 2019).

Otros síntomas que causan la insuficiencia cardíaca es la retención de líquidos, pues el flujo de sangre en los riñones no es suficiente lo que genera una retención de líquidos por la disminución de orina, otros síntomas son la reducción del fluido de sangre lo que provoca mareos y breves pérdidas de conciencia, y la falta de apetito, así como la falta de aire con el esfuerzo.

- Los síntomas de la **cardiopatía reumática** son causados por lesiones de las válvulas cardíacas y del miocardio o por una deformación ocasionada por la fiebre reumática a causa de una bacteria llamada estreptococos (Organización Mundial de la Salud, 2018), datos estadísticos arrojan que a nivel mundial esta patología está asociada al 2% de muertes.

Los síntomas de la cardiopatía reumática son dolor torácico, desmayos constantes, fatiga, dificultad para respirar y latidos cardiacos irregulares (ídem).

- **La cardiopatía congénita** es un conjunto de enfermedades relacionados con el corazón, producidas desde la formación del embrión, en este caso se produce un defecto en el desarrollo del corazón (Fundación Española del Corazón, 2019).

De acuerdo con esto, existen 3 clasificaciones de cardiopatías congénitas, éstas son:

- Cortocircuitos izquierda derecha: se produce un defecto en la circulación sistémica a los pulmones.
- Lesiones obstructivas: la salida de la sangre de las cavidades cardiacas no es fluida.
- Cardiopatías congénitas cianóticas: hay una inadecuada oxigenación de la sangre que va a los tejidos.

El tratamiento de este tipo de cardiopatías son las intervenciones quirúrgicas, pero en una cardiopatía compleja se pueden llevar varias cirugías.

- Por último, **las miocardiopatías**, es una patología debido a una afectación en el músculo cardíaco (Fundación Española del Corazón, 2019), pues la contracción o relajación del corazón no es adecuada para vaciarse o llenarse el corazón por lo que no bombea suficiente cantidad de sangre, su síntoma principal es la insuficiencia cardíaca.

Las tres principales miocardiopatías frecuentes son:

- Miocardiopatía dilatada.
- Miocardiopatía hipertrófica.
- Miocardiopatía restrictiva.

Una vez descritas las enfermedades cardiovasculares, a continuación, se explicará en el contexto mexicano la situación por la que se encuentra el país, el cual no es favorable, pues este grupo de patologías son un problema de salud pública, datos arrojados por la revista mexicana de cardiología (Soto-Estrada, 2016), menciona que el 19% de mujeres y hombres de 30 a 69 años muere de enfermedades cardiovasculares, desglosando los resultados se encontró que hay más de 17 millones de personas con hipertensión, 14 millones con dislipidemias, 6 millones de personas con diabetes, 35 millones de adultos con sobrepeso u obesidad y 15 millones con grados variables de tabaquismo.

En México como en varios países, en el siglo pasado pasaron por una transición pues, descendió la mortalidad y la expansión de los servicios e infraestructura sanitaria aumento (Soto-Estrada, 2016), pero no sólo eso, sino que con ello trajo una época de urbanización y cambios en los estilos de vida de los mexicanos, esto ayudo a que la composición de la población cambiará.

Datos reportados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2015), reportó que México es un país donde la mortalidad por enfermedades cardiovasculares ha disminuido lentamente, a diferencia de otros países miembros de la OCDE, pero su prevalencia tanto de esta, como de la obesidad aumenta mayormente los decesos por las enfermedades cardiovasculares, pues en México la mortalidad es de 292 por cada 100 000 habitantes, cabe destacar en este dato que la mayoría de las muertes pasan a una edad temprana.

En la siguiente tabla (Tabla 1), se presentan las 20 principales causas por las que un mexicano muere durante el año 2013, enmarcado con rojo se encuentran las enfermedades del corazón, enfermedad isquémica y las enfermedades cerebrovasculares, sumando con un total de 36.5% del total de las enfermedades.

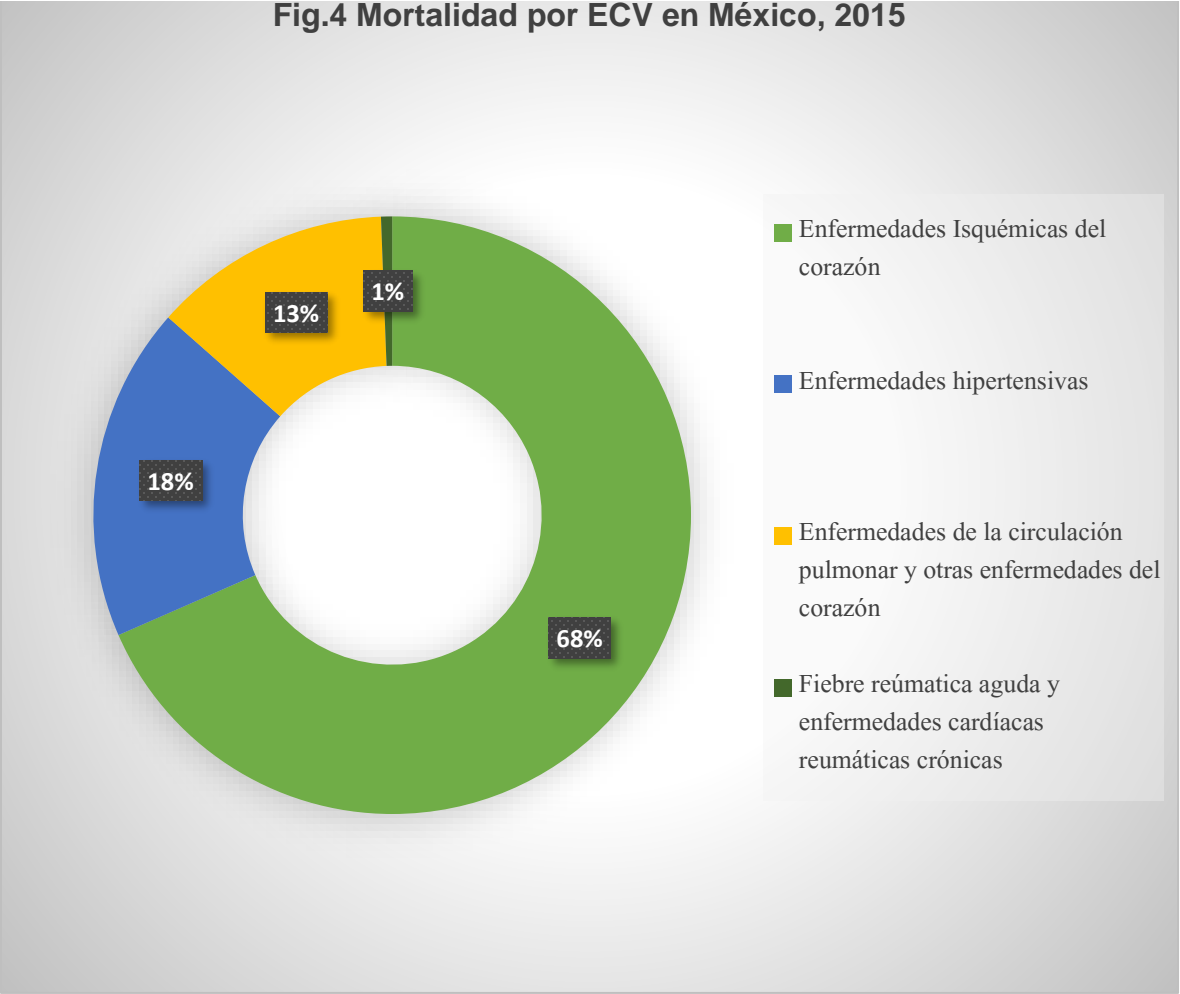
Tabla 1. Principales causas de muerte en México, 2014.

Orden	Principales Causas	Defunciones	Porcentaje (%)
1	Enfermedades del corazón	116,002	18.6
2	Enfermedades isquémicas del corazón	79,301	12.7
3	Diabetes mellitus	89,420	14.3
4	Tumores malignos	75,229	12.1
5	Accidentes	36,293	5.8
6	De tráfico en vehículos de motor	15,847	2.5
7	Enfermedad del hígado	34,765	5.6
8	Enfermedades alcohólicas del hígado	12,760	2.0
9	Enfermedades cerebrovasculares	32,675	5.2
10	Agresiones	23,063	3.7
11	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	20,481	3.3
12	Influenza y neumonía	17,417	2.8
13	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	12,948	2.1
14	Dificultad respiratoria del recién nacido.	5,874	0.9
15	Insuficiencia renal	11,983	1.9
16	Malformaciones congénitas, deformaciones y anomalías cromosomáticas	9,375	1.5
17	Desnutrición y otras deficiencias nutricionales	8,303	1.3
18	Lesiones auto infligidas intencionalmente	5,909	0.9
19	Bronquitis crónica y no especificada, enfisema y asma	5,470	0.9
20	Enfermedad por virus de inmunodeficiencia humana	4,997	0.8
	Total	623,600	100.0

Fuente: Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad.

La OCDE, también menciona que la mortalidad para las enfermedades cardiovasculares es mayor a partir de los 45 años, y México es el segundo país, después de Hungría que tienen mayor probabilidad de tener cualquier Enfermedad Cardiovascular después de los 45 años.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015), reportó que en 2013 ocurrieron más de 117 mil muertes a causa de cardiopatías isquémicas, de este total el 68% fue por cardiopatías coronarias causadas por la aterotrombosis, como en la siguiente imagen, donde se muestra la mortalidad por las Enfermedades Cardiovasculares en el año 2015.



Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística, 2015.

La imagen anterior arroja datos, sobre el porcentaje de mortalidad que tiene las diferentes enfermedades cardiovasculares en México, donde las enfermedades isquémicas son las principales causas de muerte con un 68%, seguidas de las enfermedades por hipertensión arterial con un 18%.

Durante el 2017 se reportaron en el país más de 136,342 fallecimientos a causa de enfermedades del corazón, un aumento de 7,611 muertes respecto al 2015 (Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles (OMENT), 2018), las causas de muerte incluyen a las enfermedades cerebrovasculares, la hipertensión y la enfermedad isquémica del corazón, esto representa un 20% total de muertes en adultos en el país.

Otras características o situaciones que generan tener una enfermedades cardiovasculares, son los factores de riesgo, los cuales la OMS menciona que son cualquier característica en la cual el individuo se exponga y con ello aumente la probabilidad de sufrir alguna enfermedad o lesión (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Estos factores de riesgo pueden modificarse como son: el hábito de fumar, el sedentarismo, llevar una dieta alta en grasas, la escasa actividad física, hipertensión, el consumo excesivo de alcohol y las dislipidemias, también existen factores de riesgo que no pueden ser modificados, como la genética y la edad.

En México uno de los factores de riesgo como es el consumo de tabaco en los hombres ha disminuido poco más de 3%, pasando de ser de 22.3% a un 19.9%, mientras que en las mujeres se mantuvo la prevalencia estable con un 10.2% en el 2000 y para el 2012 se redujo a 9.9%, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012).

Mientras que el consumo de alcohol en los hombres aumento del año 2000 al 2012 pasando de 56.1% a 67.8% y en las mujeres de un 24.9% a un 41.3% en el 2012 (ídem). Recordemos que estos dos factores de riesgo son los principales causantes en conjunto con la actividad física y la alimentación en tener mayor probabilidad de padecer una enfermedad cardiovascular.

Finalmente, y a manera de conclusión para este apartado, como se mencionó anteriormente, las ECV van en aumento y con ello la necesidad de crear políticas de prevención y promoción de la salud de estas enfermedades que, aunque los resultados no se vean reflejados de inmediato son necesarias y urgentes, porque la gente va yendo hacia la vejez (Organización Mundial de la Salud, 2014), la cual trae consigo muchas Enfermedades No Transmisibles, entre ellas las enfermedades cardiovasculares.

En general, en todo este conjunto de patologías, lo que más afecta es el estilo de vida de las personas (Organización Mundial de la Salud, 2017), el consumo excesivo de grasas saturadas, el tabaco, el consumo de sal, la disminución por el consumo de frutas y verduras, así como la falta de actividad física, la inclusión en la dieta de alimentos procesados.

Sin embargo, no se debe olvidar la relación que tiene la economía con el estado alimenticio de las personas, pues si se disminuye los costos de las frutas y verduras frescas y de temporada la gente puede tener mayor facilidad al acceso de estos productos, ya que, a costos altos, la gente prefiere consumir comida rápida, la cual contiene un nivel alto en sal, grasas saturadas etc., que dañan y aumentan el riesgo de algunas enfermedades cardiovasculares.

Es por ello que no se deben de excluir las acciones que los gobiernos tienen que realizar para mantener y mejorar el estado de salud de sus habitantes, como la implementación de políticas, donde se incluya el acceso a un entorno de alimentación saludable (Organización Mundial de la Salud, 2017), mediante la regularización de normas las cuales incluyan al sector privado y público, donde se implementen normas para que las empresas puedan mejorar la calidad de sus productos (ídem), al disminuir grasas saturadas y sal, así como el consumo de azúcares que provocan el aumento de la obesidad y sobrepeso.

También, políticas donde puedan incluir al sector campesino, el cual es esencial en la producción de frutas, verduras, semillas, entre otros que benefician a la alimentación de un país y no sólo eso, sino que mejoraría la economía de dicho país (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Una línea de acción que servirá para las enfermedades cardiovasculares, es la promoción de la salud, una vía que debe empezar a usarse, para disminuir los factores de riesgo que involucran a estas patologías, y pensar en cómo los determinantes sociales de la salud afectan al sector integrado por personas con ECV, estas estrategias deberán ir dirigido no solo a la población enferma, sino también a aquellos que están en mayor riesgo de padecer cualquier Enfermedad Cardiovascular, tomando como base a la carta de Ottawa que en 1986 fue creada teniendo como objetivo la "salud para todos en el año 2000".

Dentro de sus líneas de acción, se encuentran la elaboración de políticas públicas sanas, es decir, a partir de una legislación donde permita regular la producción de alimentos y sobre todo a aquellos que tienen contenido alto de lípidos y que también puedan dar información del contenido de sus productos, de manera que la gente pueda entender qué consume y cuánto consume en los productos que son prácticamente el consumo diario de miles de personas.

La creación de ambientes favorables, donde se pueda promover estilos de vida cardiovasculares saludables desde la infancia, hasta la vida adulta (Castellano, 2014). Algo importante en estas líneas de acción son la reorientación de los servicios sanitarios, el sector salud juega un papel importante a partir de la investigación científica, pasando por que los recursos humanos consideren a una población multicultural, la cual trae consigo diferentes formas de vivir y de ver la vida y sobre todo que los recursos materiales puedan ser accesibles a todas las personas.

4.2 Enfoque integrador de la complejidad

En esta parte del trabajo se abordará el tema de los sistemas complejos como un enfoque multidisciplinario, que está cambiando la manera de pensar de las personas, pues en la investigación y en la enseñanza antes se tenía un enfoque mecánico-reduccionista de los fenómenos que se presentaban, pero que ya no se lograba responder o dar solución.

A partir de este enfoque, lo que se pretende es de tratar de dar respuesta a dichos fenómenos de manera integradora, donde las diferentes disciplinas puedan converger y ser partícipes ante los diferentes sucesos que ocurren a nivel global.

En relación con las enfermedades cardiovasculares, el enfoque de la complejidad tiene una mirada más allá de un conjunto de enfermedades que afectan a un grupo de personas, a partir de la alimentación o los estilos de vida.

Sin embargo, es importante entender que este paradigma incluye una serie de elementos que no se excluyen entre sí, sino que la interacción de estos es de mayor importancia en las diferentes disciplinas y que la realidad de los fenómenos se hace más complejo, a partir de la interacción y dinámica de los elementos de un sistema, en este caso de las enfermedades cardiovasculares, las cuales incluyen como elementos no sólo al sector salud, los estilos de vida o los factores de riesgo, sino que también incluye al gobierno, las políticas en salud, la tecnología, las desigualdades y otros fenómenos que actualmente se están dando.

4.2.1 Complejidad.

En los últimos años la palabra *complejidad* se ha asociado con una nueva manera de pensar, pues en la actualidad se han presentado cambios y fenómenos, los cuales, con la forma en la que se solía pensar ya no se puede contestar a estos hechos, que a veces son ideas inconclusas.

Con esto, en el quehacer científico de la investigación se ha impulsado una nueva manera de poder concebir y construir nuevas formas de entender los fenómenos que suceden alrededor, es por ello que se haya con mayor frecuencia escuchar hablar de *complejidad*, *sistemas complejos*, *pensamiento complejo* y *ciencias de la complejidad*, palabras que las encontramos en el ámbito de la educación y de la ciencia y a su vez dentro de la complejidad, encontramos las palabras *multidisciplina*, *interdisciplina* y *transdisciplina* (Luengo-González, 2017), que en conjunto es una nueva propuesta, una nueva manera de poder explicar y poder entender las nuevas realidades, los problemas que van surgiendo y con ello cambios en el tiempo y en el surgimiento de conocimiento.

Este tipo de conocimiento no lineal viene acompañado de leyes de la física y las matemáticas, así como teorías que permiten conocer nuevos lenguajes y métodos de organización (Luengo-González, 2017), también de la reflexión filosófica, ética y política, de esta manera sirve para comprender desde diferentes enfoques temas que van desde la genética, salud, hasta la antropología, sociología o la psicología.

Así pues, el *paradigma de la complejidad* es una alternativa, esto quiere decir que con el paso de la historia ha surgido diversos enfoques, como este, que busca integrar los diversos conocimientos y no solo eso, sino que también se observe la interacción que hay entre estos conocimientos y no separarlos, como se ha venido haciendo a lo largo del tiempo.

Esto implica pensar en la unión de conocimientos y mantenerlos, ya que este paradigma se opone a la separación o dispersión de sus elementos, pues la palabra *complejidad* implica tener un conjunto de elementos juntos que están en

constante transformación (Luengo-González, 2017), es decir, elementos dinámicos opuestos a lo estático a lo que se mantiene en una posición.

El *paradigma de la complejidad* tiene varios enfoques, de hecho, en el artículo de Enrique Luengo (2017), menciona una metáfora para entender mejor el paradigma, su metáfora parte de una observación desde lo alto de una montaña, hay un río en el cual pueden verse arroyos, cañadas y sumándose caudales crecientes que a su vez se van separando, es decir, van creando ramificaciones de ese único río, generando otros caminos, otras corrientes.

Así, el *paradigma de la complejidad* también tiene otros caminos que se irán separando para ir en busca de generar otros caminos y a su vez continuar, esto no significa que estas vertientes de conocimiento sean excluidas del paradigma, sino que también lo que se busca es enriquecer, compartir y estudiar las contrapartes de diversas posturas.

Estos diferentes enfoques del *paradigma de la complejidad* son los siguientes: *pensamiento o enfoque sistémico*, *pensamiento complejo*, *las ciencias de la complejidad*, *paradigma ecológico* y *enfoques holistas* (Luengo-González, 2017).

A continuación, se explica en general de que trata cada enfoque.

- *Pensamiento o enfoque sistémico*: Este enfoque lo que más destaca es la conectividad, las relaciones dentro de una red (Luengo-González, 2017), lo que busca principalmente son las interrelaciones que se producen en su entorno o medio ambiente.

La perspectiva que se tiene de los sistemas desde este enfoque es la integración de sus elementos sin separarse o reducirse, pues en conjunto producen propiedades emergentes, es decir, son sucesos impredecibles, donde no hay una relación de causa-efecto.

- *Pensamiento complejo*: Parte de un conocimiento epistemológico, que posibilita la obtención de conocimiento complejo, produce teorías a partir de la complejidad de la realidad (Luengo-González, 2017), uno de los grandes

representadores de este enfoque es Edgar Morín, conocido como uno de los pilares del *pensamiento complejo*.

- *Ciencias de la Complejidad*: Este enfoque se crea a partir de las ciencias de la síntesis (Luengo-González, 2017), es decir de la reunión de sus elementos, mediante herramientas como los algoritmos y simulaciones a través de medios computacionales o de tipo informáticos, esto sirve para aplicarlos en problemas concretos y así tener resultados.

Ejemplos de estas ciencias son la termodinámica, la teoría del caos, los fractales y las ciencias de redes, que más adelante se explicará a detalle, pues se tiene de base en esta tesis.

- *Paradigma ecológico*: Aunque este enfoque no es como tal una vertiente, pero si se relaciona con el *paradigma complejo*, ya que está construido de teorías como el pensamiento sistémico, la teoría de sistemas vivos y la termodinámica (Luengo-González, 2017).

Este enfoque se aplica para la comprensión de la complejidad de los seres vivos y la interacción que tiene en varios niveles.

- *Enfoques holistas*: Como su nombre lo dice *Holista*, significa que cualquier sistema ya sea físico, químico, social, económico etc., que se estudie, debe estudiarse en su conjunto total de elementos, para definir el comportamiento de este (Luengo-González, 2017), se puede decir que el holismo es lo contrario al reduccionismo, enfoque que reduce a lo más mínimo para resolver un problema.

Una característica esencial de los diferentes enfoques es que estos estudian al conjunto de un sistema, eso es más que la suma de las partes del sistema, sin hacer una separación de estos.

Es decir, el potencial que tienen los sistemas de integrar a sus elementos, sin fragmentarlos, sino que interrelacionarlos en el proceso para poder conocerlos mejor.

A partir de la síntesis, entendida como el proceso para entender mejor la realidad a partir de la conjunción de diferentes conocimientos (Luengo-González, 2017), como lo puede ser un sistema que interactúe con las matemáticas, la biología y la sociología para entender mejor las interrelaciones de un sistema, no sólo enfocarse en un conocimiento o teoría, sino que implica incluir elementos que antes no se hubieran visto.

Como ejemplo, se tiene la extinción de un cierto animal, el cual los diferentes elementos que convergen en él, como el clima, la vegetación, la caza ilegal, etc. pero también, se incluye a la globalización, como un proceso económico, político, cultural etc., que a su vez cambia la manera de consumo o producción de un país, entonces, se tiene como resultado que la extinción de un animal es a consecuencia no sólo del clima, sino de problemas políticos, económicos, culturales, sociológicas, biológicas y hasta cambios químicos.

A lo anterior es lo que se conoce como un abordaje desde lo inter y lo transdisciplinario, como lo propone Edgar Morín (Luengo-González, 2017), esto abre a varias posibilidades de vincular diferentes conocimientos para entender los fenómenos estudiados, integrar las visiones de las ciencias duras con las ciencias sociales que permite dar un panorama amplio y entender mejor el sistema que se está estudiando.

Otra característica que permite entender mejor a un sistema como un sistema integral es que a partir de un sistema abierto con sus elementos en su totalidad da apertura a entender como el sistema está en constantes cambios, como se dijo anteriormente, los sistemas no son estáticos en el tiempo-espacio, sino que son dinámicos.

Como ejemplo, tenemos a un hormiguero, el cual con su organización e interacción con su entorno está en constante transformación (Luengo-González, 2017), por ello, hay que aceptar la interacción que se encuentra en un sistema con sus elementos, como si se tratará de un sistema con diferentes niveles de la realidad entre lo micro y lo macro para una mayor comprensión de un sistema.

Otro principio de similitudes entre los diferentes enfoques es la interdisciplina y la transdisciplina, mencionados anteriormente, la complejidad tiene como preferencia el involucramiento de estos conceptos para poder comprender y abordar mejor los problemas (Luengo-González, 2017), desde las fronteras de la ciencia y diferentes disciplinas, donde se entrecruzan los saberes y conocimientos.

A partir de la inter, trans y multidisciplina se puede tener mayor eficacia en la respuesta de los fenómenos de la vida real, pues no se obtendrá información que se pueda usar a partir de una disciplina aislada (Luengo-González, 2017), ya que no tiene suficientes recursos teóricos como metodológicos que puedan sustentar o resolver un problema actual, como son las epidemias, el problema de la pobreza extrema, las desigualdades etc.

De nuevo se habla de una síntesis, no dividir el conocimiento, ni fragmentarlo, pues esto dificulta el conocimiento (Luengo-González, 2017), el *paradigma complejo* enfatiza el uso de estos tres conceptos para aproximarse y conocer la realidad a partir de un enfoque diferente al pensamiento científico clásico y convencional, usado por diferentes instituciones.

Otro rasgo del *paradigma de la complejidad* es la oposición a la ciencia normal o a la ciencia convencional, es decir, se opone al convencionalismo del conocimiento reduccionista del positivismo, el cual, entiende a la ciencia como un acuerdo sobre el conocimiento a partir de la experiencia, y que es comprobada mediante los sentidos.

El *paradigma de la complejidad* en desacuerdo con la objetividad del conocimiento menciona que la realidad se va construyendo, interpretando a partir de las manifestaciones empíricas (experimentales) (Luengo-González, 2017), por el individuo que conoce y por el objeto de conocimiento.

Es por ello que con el *paradigma de la complejidad* se va estimulando a la búsqueda de nuevos principios, leyes que organicen el conocimiento científico y llegar a trascender las fronteras del saber.

El estudio del cambio y el papel del tiempo, son una característica común de todos los enfoques del *paradigma de la complejidad* (Luengo-González, 2017), significa que se debe pensar en procesos, movimientos y cambios, pues dentro de un sistema un punto interesante es el cambio que tiene a través del tiempo, observando su transformación a otro estadio, el cual se manifiesta la crisis o el caos, destacando que cualquiera de los dos fenómenos en un sistema no es un evento negativo para este, sino que puede ser cambios positivos en un sistema.

Dentro del cambio y el tiempo los conceptos de la evolución y la entropía se encuentran presentes en los sistemas (Luengo-González, 2017), ya que, con la primera, (evolución) es un proceso de la complejidad que va en desarrollo con el tiempo y por ende existe una diversificación que puede ser a nivel biológico como con las especies, social como con las ideas o creencias, entre otras.

Mientras que la entropía, es el crecimiento del desorden en los sistemas, a medida que pasa el tiempo se va distinguiendo el pasado del futuro, por ejemplo, un sistema con todos sus elementos, con el paso del tiempo evolucionará y su estado original cambiará y con ello el desorden aumentará también (ídem).

El siguiente punto es la no linealidad de la realidad y la incertidumbre, la posibilidad de ver desde distintos enfoques los fenómenos que van sucediendo en el tiempo, puede abrirse a un panorama sobre cómo se ve la realidad, no desde un mismo enfoque, sino que, desde varios puntos de vista, esto abre camino a varias posibilidades de un futuro impredecible (Luengo-González, 2017) y con ello decir que el conocimiento no es una certeza, sino que a lo largo del tiempo se vuelve una incertidumbre saber qué pasa con los fenómenos y la respuesta a los estímulos.

La siguiente característica es la causalidad en la complejidad, significa que en el estudio de sistemas complejos siempre habrá una variedad de respuestas a partir de las interconexiones que existan con los elementos del sistema, pues no sólo es la suma de los elementos.

Sino que lo interesante está en las respuestas de las interconexiones y la respuesta con el medio ambiente, esta característica omite lo que se pensaba con el pensamiento mecanicista, a toda acción una reacción o la relación lineal de causa/efecto (Luengo-González, 2017).

Finalmente, la última característica o similitud entre los diferentes enfoques es la capacidad de autoorganización de los sistemas y el surgimiento de emergencias, una idea principal acerca de este principio es la autonomía (Luengo-González, 2017), como se dijo anteriormente en los sistemas existe el caos, el desorden, el cual no significa un hecho negativo para un sistema, sino que a partir del desorden surgirá un nuevo orden, el que será diferente, servirá para que el sistema crezca y pueda desarrollarse y cuando se pueda conseguir esta transformación por sí misma, se dice que el sistema es autoorganizado.

4.2.2 Antecedentes a los estudios en sistemas complejos.

El mundo es dinámico, cambiante, es decir, la sociedad y con ello el quehacer científico cambian, en consecuencia, el surgimiento y necesidad de un nuevo modo de producir conocimiento y tecnología surgen para responder a nuevas problemáticas o tratar de explicarlas a través de nuevos conocimientos, usando otra metodología.

Thomas Kuhn hablaba de paradigmas, en su obra *The Structure of Scientific Revolutions* (Peral Diego, 1997), en el cual menciona que un paradigma es un conocimiento dado en un cierto periodo de tiempo, el cual, este conocimiento sirve para dar soluciones a ciertos problemas, dentro del quehacer científico.

En este caso, hablamos del paradigma de la complejidad, la cual, ayuda a entender desde una visión no lineal, en el cual existe la dinámica y conductas inesperadas de un sistema para así entenderlo y saber que se espera de ese sistema.

Este nuevo paradigma pretende vincular las ciencias sociales con las ciencias duras, ya no trata solamente de una lógica tradicional, mecanicista y reduccionista

(Luengo-González, 2017), sino que se habla de un paradigma en el cual logre integrar, analizar, rearmar los fenómenos como un todo, siempre va buscando algo nuevo, innovador, donde no sólo deje a un lado las ciencias sociales, sino que las incluya y tome en cuenta la causa de la causa, teniendo una visión integradora en los fenómenos cotidianos.

Cuando en 1977 el embriólogo escocés Conrad Hal Waddington, al publicar su libro: *"las herramientas para el pensamiento"*, hace mención de que en cada periodo de la historia se debe cambiar la idea que se tenía, ya que el modo de pensar que se concebía en el pasado ya no funcionaba para responder a lo que actualmente se vive, él menciona que se debe ser capaz de pensar, no solo en sistemas simples, sino que ahora se debe de empezar a pensar en sistemas complejos (Martínez Mekler, 2000), para poder enfrentar y sobre todo tratar de responder a los problemas actuales.

A partir de estos comentarios hechos por Waddington, el término de sistemas complejos se empieza a conocer más en el quehacer científico, así como con sus diferentes vertientes.

Situación que se empezó a realizar, ya que varias disciplinas como la biología, las matemáticas, la antropología, la psicología y sociología; empezaron a recurrir a este pensamiento complejo para poder acercarse a entender los fenómenos actuales, los cuales con métodos anteriores ya no eran suficientes para poder hacerlo.

El primer acercamiento que se tuvo con los sistemas complejos fue a mediados del siglo XX, pues se vino un cambio tanto social como científico (Martínez Mekler, 2000), la manera de vivir empezó a cambiar, la estructura demográfica y con ello los cambios poblacionales, la geografía, el ambiente y las enfermedades, empezaba a surgir la necesidad por un cambio y mejorar la calidad de vida, por ello, los problemas de la sociedad se empezaban a estudiar como problemas de sistemas.

Así los biólogos fueron los que empezaron a usar el pensamiento sistémico (Martínez Mekler, 2000), como una forma de abordar diferentes situaciones en las cuales estudiarlas de forma fragmentada ya no servía para responder a la problemática estudiada.

El matemático Henri Poincaré, planteaba las características principales de los sistemas dinámicos no lineales, ligado a esto el desarrollo de tecnología como las computadoras y las necesidades económicas y tecnológicas de aquella época, dieron lugar al surgimiento de una nueva manera de hacer ciencia.

Esto se hizo mediante la interdisciplinariedad, basándose en buscar nuevas leyes que implicaban conceptos de la física y química, con científicos como Ilya Prigogine con el concepto de “estructuras disipativas” (Martínez Mekler, 2000), el cual trata sobre el orden y el desorden de un sistema, el cual se aleja de un estado en equilibrio.

Por otro lado, biólogos como Stuart Kauffman, realizó estudios sobre la autoorganización, mientras que Brian Goodwin habló sobre la evolución y desarrollo (Martínez Mekler, 2000), conceptos incluidos en el paradigma de la complejidad y con ello llevo al enfoque de sistemas complejos a un nivel, donde ya se incluían algoritmos para fenómenos económicos, biológicos, sociales y hasta lingüísticos.

Esta nueva forma de pensar parte de la premisa que Aristóteles menciona sobre el concepto de sinergia (Tarride, 1995), el cual dice que el todo es más que la suma de sus partes, es decir, que le damos más importancia a la fragmentación de un todo, el cual divide el objeto de estudio a lo más simple y algo más sencillo de entender.

Pero estudiar los sistemas complejos no es estudiar el objeto fragmentado, sino estudiar el objeto a partir de la integración de sus partes (Fajardo-Ortiz, 2015), y sobre todo la relación e interacción de estos con su entorno: rearmar, analizar el objeto a estudiar, desde sus partes y conectarlo con su exterior para poder entender las causas de lo que sucede con un sistema.

Sin embargo, para estudiar un fenómeno a partir de los sistemas complejos, se tiene como base la integración tanto de las ciencias naturales como el de las ciencias sociales, ya que, a partir de 1940, el biólogo Ludwig Von Bertalanffy (Arnold Cathalifaud, 1998), y otros científicos empezaron a utilizar este método en la investigación y formación de científicos.

En los sistemas complejos, el rol de las matemáticas es esencial, pues a través de esta disciplina y de la física (Martínez Mekler, 2000), se puede realizar experimentos con una mayor precisión para tener una aproximación de la realidad y poder predecir los fenómenos que actualmente acontecen en el entorno.

A través de los diferentes conceptos que se usan en estas disciplinas, los sistemas complejos aplican concepciones matemáticas para poder usarlas en los fenómenos actuales que podrían ser desde la genética, la biología, la cultura y las sociedades, entre otras.

Esta aplicación se puede hacer mediante el uso de algoritmos y leyes de la física que integran el conocimiento sistémico para poder llevar a cabo estudios complejos en la investigación científica y poder dar respuesta o tratar de evitar problemas que en un futuro puedan ser peligro para el mundo.

En el contexto mexicano se ha venido promoviendo el estudio y desarrollo de los sistemas complejos, esto gracias al físico y profesor de la Facultad de Ciencias, Germinal Cocho (Martínez Mekler, 2000), del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien ha estudiado la relación entre la ciencia y la sociedad.

Los diferentes cursos que se daban tanto en la facultad de ciencias o en el Instituto de Física; ambas de la UNAM, tenían la iniciativa de enseñar sistemas complejos, tanto en el programa de ciencia y sociedad, como en el proyecto de investigación llamado "Dinámica de Sistemas Complejos", (Martínez Mekler, 2000), el cual, llevo a que en 1989 se fundará el departamento de Sistemas Complejos, uno de los primeros en el mundo, que actualmente se ha dedicado a estudiar desde la visión de la complejidad los diferentes fenómenos y también ha

dado hincapié a que haya más interés por estudiar los sistemas complejos, dando lugar a que varias universidades de México desarrollen cursos y programas, así como trabajos de investigación en esta área.

4.2.3 Un acercamiento a los sistemas complejos.

Los sistemas complejos son un enfoque con un conocimiento innovador, el cual, sirve para estudiar de forma integral y científica cualquier situación, a partir de una visión integradora (Tarride, 1995), donde no solo es importante el conjunto de elementos que la integran, sino las interacciones que surgen entre ellas, eso es lo que los sistemas complejos estudian.

Entender a los sistemas complejos, permitirá ayudar a comprender mejor los fenómenos que se presentan en la sociedad y en el hombre, como individuo; a partir de las leyes de la física como las leyes de la termodinámica, y las leyes de la materia (Tarride, 1995), pues con ello se podrá entender en diferentes niveles de organización la dinámica de los cambios sociales, así como las consecuencias de una transición a nivel global de los estilos de vida de las personas y con ello la generación de diferentes problemas como la alimentación, la salud, las desigualdades y la pobreza, entre otras que tienen un impacto en la sociedad, la política y la economía de un país.

El enfoque de los sistemas complejos permitirá en el ámbito social generar un toma de conciencia (Martínez Mekler, 2000), para que se tenga una sociedad más equitativa, pues como anteriormente se mencionó, los sistemas con el tiempo evolucionan, hay cambios, como en una sociedad, nada se mantiene estático, la sociedad poco a poco se adapta a los cambios, como los sistemas.

Por otra parte, en la literatura aún no se encuentra una definición precisa para decir qué son los sistemas complejos, pero esta nueva forma de pensamiento tiene sus bases en conceptos de la física, las matemáticas, la informática y la cibernética (Maldonado, 2014), las cuales convergen para poder estudiar cómo los elementos de un sistema abierto se relacionan entre ellas y con su entorno.

Este conocimiento lo que busca es saber las interacciones entre los elementos que la componen, no solo las estructuras, sino sus relaciones y lo que surja de ese sistema.

Pues como se menciona anteriormente, los fenómenos que empezaban a surgir en el siglo XX, ya no se podían resolver o explicar mediante el método mecánico-reduccionista, el surgimiento del paradigma de la complejidad y sus diferentes enfoques, en este caso los sistemas complejos, como nuevo conocimiento empezó a estudiarse a partir de conceptos de las ciencias duras, cabe mencionar que, a pesar de esto, los sistemas complejos no se limitan al estudio de estas ciencias, sino que también pueden estudiar a las ciencias sociales como en la sociología, la antropología, y la cultura etc.

Para entender mejor de que trata los sistemas complejos, es necesario explicar el significado de estas dos palabras, pues en el uso cotidiano, la palabra complejidad se usa para referirse a algo complicado, algo que no podemos entender, pero va más allá de la dificultad a lo que no podemos entender, pues etimológicamente la palabra complejo tiene de raíz la expresión "*plexus*", que significa entrelazamiento, enredo o conexión, (Tarride, 1995), mientras que en el latín *complectere*, es conectar, obtener algo fuera del alcance de la comprensión (Fajardo-Ortiz, 2015), es decir, la complejidad se liga con un problema, el cual puede tener varias soluciones que puede a su vez relacionarse para poder entender mejor el fenómeno y el comportamiento con su entorno.

Por otra parte, la palabra sistema, se refiere a un conjunto de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí (Tarride, 1995), estudia al objeto, aplicando una integración de las diferentes disciplinas que existen y cómo estas pueden estar relacionadas con el objeto a estudiar, también analizan las interacciones que existen entre estas y con su ambiente.

Hay una clasificación de los sistemas complejos, la primera, se agrupa por ser sistemas reales, ideales o modelos (Arnold Cathalifaud, 1998), los sistemas reales son aquellos que se van descubriendo, a partir de lo que el observador quiere saber o descubrir, como las galaxias, las células, un insecto etc.; el sistema ideal o

conceptual es la construcción de la lógica o lo simbólico, como las matemáticas, la música, los algoritmos etc.

Finalmente, tenemos los sistemas modelos que son la combinación de lo conceptual con lo real, es decir, con las características de los objetos.

Una de las características de los Sistemas Complejos es el surgimiento de fenómenos emergentes (Fajardo-Ortiz, 2015), es decir, sucesos impredecibles, no hay una linealidad, no existe la relación causa-efecto, pues al ser un sistema dinámico, está en constante cambio de energía entre sus componentes (interno) y su ambiente (externo).

Estos sucesos son inexplicables y no pueden comprenderse, un ejemplo de un fenómeno emergente sería el surgimiento de la vida o del universo, hay teorías y especulaciones en varias corrientes, desde la científica, pasando por la filosófica y también la religiosa, la cual, aunque no hay una respuesta oficial sobre el surgimiento de la vida, este fenómeno emergente es un tipo de comportamiento colectivo e impredecible.

Un sistema está compuesto por elementos, estos elementos interaccionan con otros elementos, mediante la entropía o desorden (Arnold Cathalifaud, 1998), la segunda ley de la termodinámica, donde a mayor entropía, hay una mayor desorganización del sistema.

Dentro de estos elementos, puede haber una entrada de información llamada input y a las salidas de información de un sistema se le conoce como output, y se diferencian por la salida a un distinto destino (ídem).

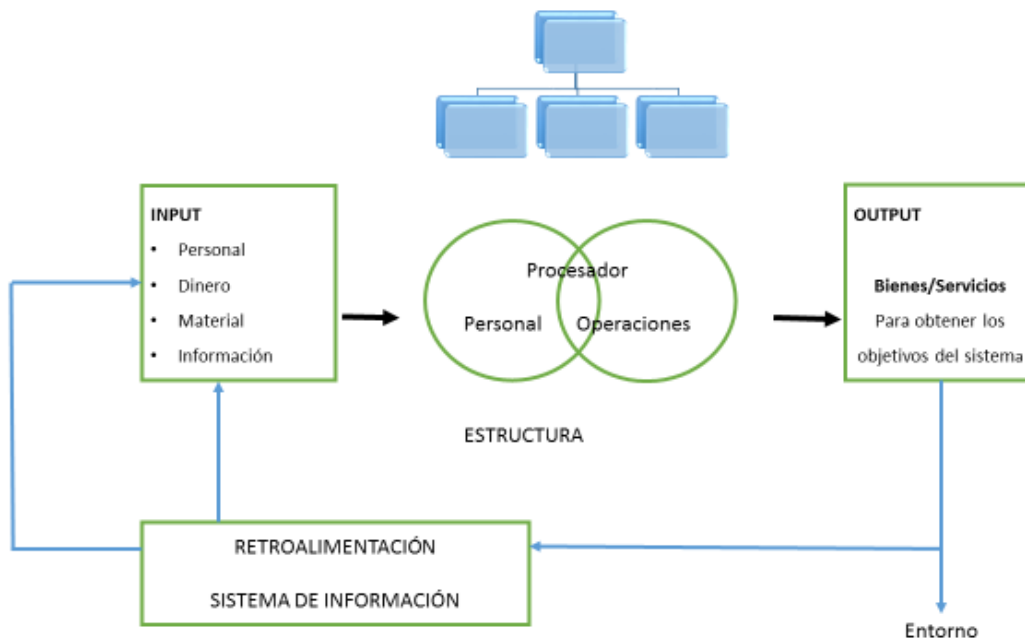
Un ejemplo de sistema es el siguiente, es de una empresa, este es un sistema abierto (David, 2012), el cual entra información en forma de recursos económicos, como materiales pasando por una serie de procesos que interactúan entre sí para generar bienes y servicios (Output).

En un principio se tiene a la gerencia, como un subsistema (David, 2012), el cual, si sufre algún tipo de inestabilidad, lo estará también para el sistema total, este subsistema se retroalimenta a partir de los procesos de *input* y *output* del sistema y claro, del entorno en el que se encuentra.

Este tipo de sistema es un ciclo de importación, transformación y exportación, tanto la importación como la exportación interactúan con su entorno y el flujo de información que entra y sale en el sistema (David, 2012), el procesamiento es parte del propio sistema, es decir, se lleva a cabo dentro del sistema.

Por otra parte, los sistemas complejos abiertos, en este caso el de la empresa se caracteriza por el flujo continuo de información del exterior al interior, reaccionando a las interacciones o estímulos generando desequilibrio.

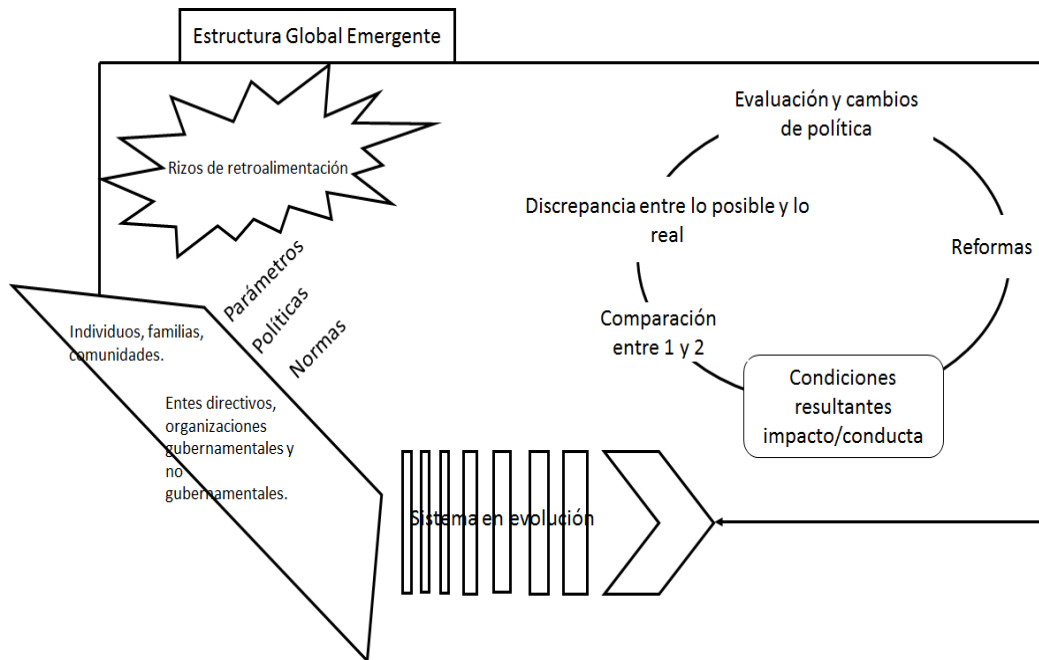
Fig.5 Ejemplo de un sistema complejo, la empresa como sistema.



Fuente: La empresa, como un sistema. (David, 2012).

Otro ejemplo descrito a continuación es la salud, como un sistema complejo adaptativo, a partir de un esquema hecha por los autores del documento Salud: *Un sistema complejo adaptativo* (fig.6), de un sistema de prestación de servicios.

Fig.6 Los servicios de prestación de salud, como un sistema complejo.



Fuente: Salud, un sistema complejo adaptativo. (Toro-Palacio, 2012).

Tomando como ejemplo este esquema, se describirán los elementos que lo integran, a partir del enfoque de los sistemas complejos, en primer lugar, encontramos a la Estructura Global Emergente (EGE), no se trata solamente de entender los procesos de este sistema (Toro-Palacio, 2012), sino que también consiste en entender el contexto y las situaciones por la cual se vive en una sociedad cambiante, pues el flujo de información de este sistema es parte fundamental, porque lo transforma, ante las situaciones emergentes, es decir, las situaciones imprevistas que llevan a que el sistema tenga un nuevo orden a partir de un desequilibrio en la interacción de sus elementos.

Con esto se dice que el sistema no es un sistema cerrado, sino que, por el contrario, interactúa con su entorno, el cual a lo largo del tiempo entra y sale información y con ello el sistema es dinámico.

Los rizos de retroalimentación son característicos de un sistema abierto, el cual interactúa con su entorno (Toro-Palacio, 2012), siempre habrá estímulos, en este caso para este sistema los estímulos serán las instituciones de salud, la carga de enfermedades y la interacción de las personas.

Estos estímulos crearán perturbaciones o caos, generando un impacto en el sistema, estos cambios serán más fuertes que otras, en el caso de este sistema las perturbaciones podrán ser políticas en salud, programas de salud y la vigilancia epidemiológica etc.

El siguiente elemento de este sistema son las astas, las cuales representan las políticas y normas en salud que permanecen sin cambios, durante su vigencia (Toro-Palacio, 2012).

Finalmente, se tiene una flecha gris, que muestra la evolución del sistema, a partir del flujo de información, como son los individuos, las comunidades, las organizaciones no gubernamentales, las instituciones prestadoras de los servicios de salud que se auto organizan, iniciando inestabilidad o perturbaciones (Toro-Palacio, 2012); de lo contrario se ajustan a los cambios que va presentando el sistema en su interacción con su entorno.

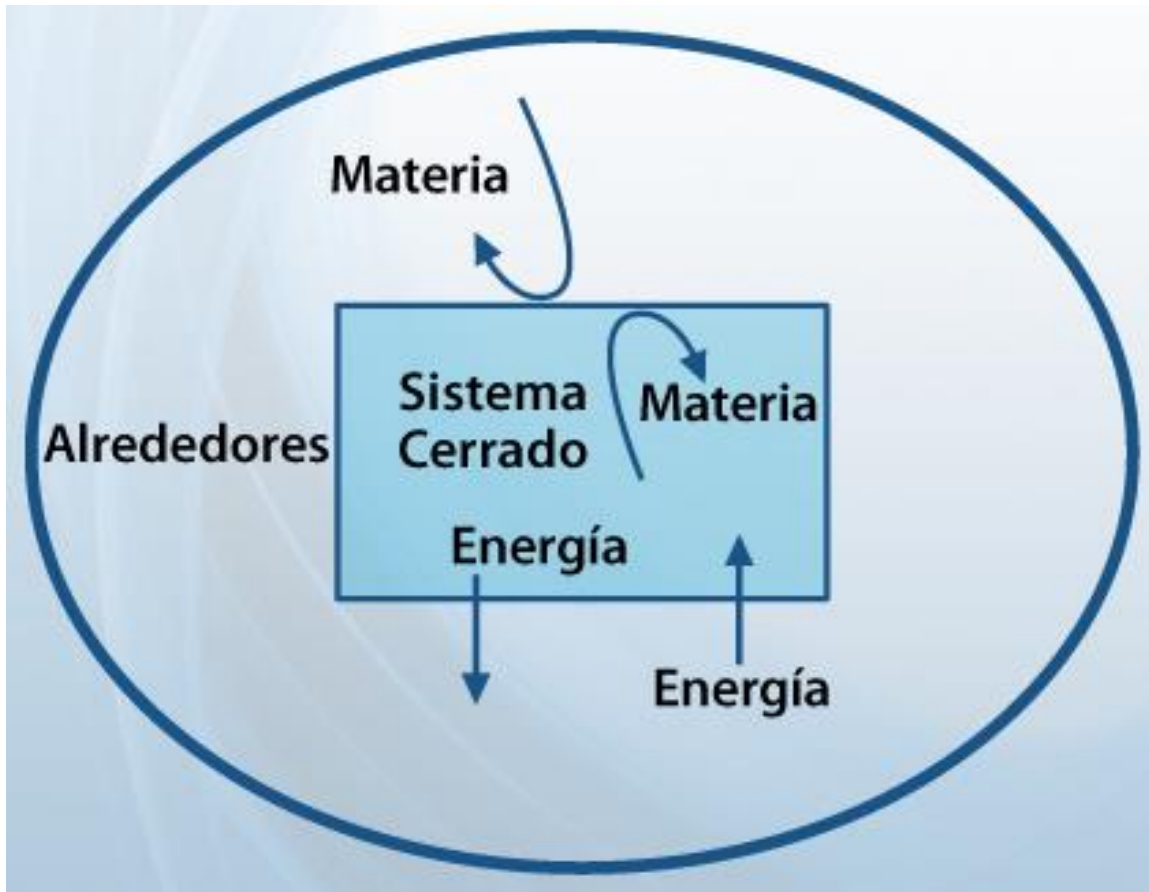
El biólogo Ludwig Von Bertalanffy, quien fue el primero en denominar a la teoría general de sistemas, menciona que en el estudio de los sistemas complejos, deberá tener una integración de disciplinas de ciencias sociales como de las ciencias naturales (Arnold Cathalifaud, 1998), donde se puede encontrar la complejidad en un cierto sistema, ya que a mayor cantidad de elementos que la componen, la interacción que hay entre ellas, (conectividad), y la máxima relación que podemos encontrar, que es la llamada variabilidad, hacen que un sistema pueda ser más complejo, y no solo se queda con el estudio de una disciplina, sino

que la combinación de todos estos conocimientos, hacen enriquecer a un sistema y lo hace complejo.

La literatura menciona que hay dos tipos de sistemas, los cerrados y los sistemas abiertos (Fajardo-Ortiz, 2015), los sistemas cerrados (Fig. 7), son aquellos donde no entra ni sale ningún tipo de energía o información, el sistema se mantiene estático, en equilibrio sin ningún cambio. Solo existe un intercambio de energía dentro de ella, pero no hay intercambio de materia con su entorno

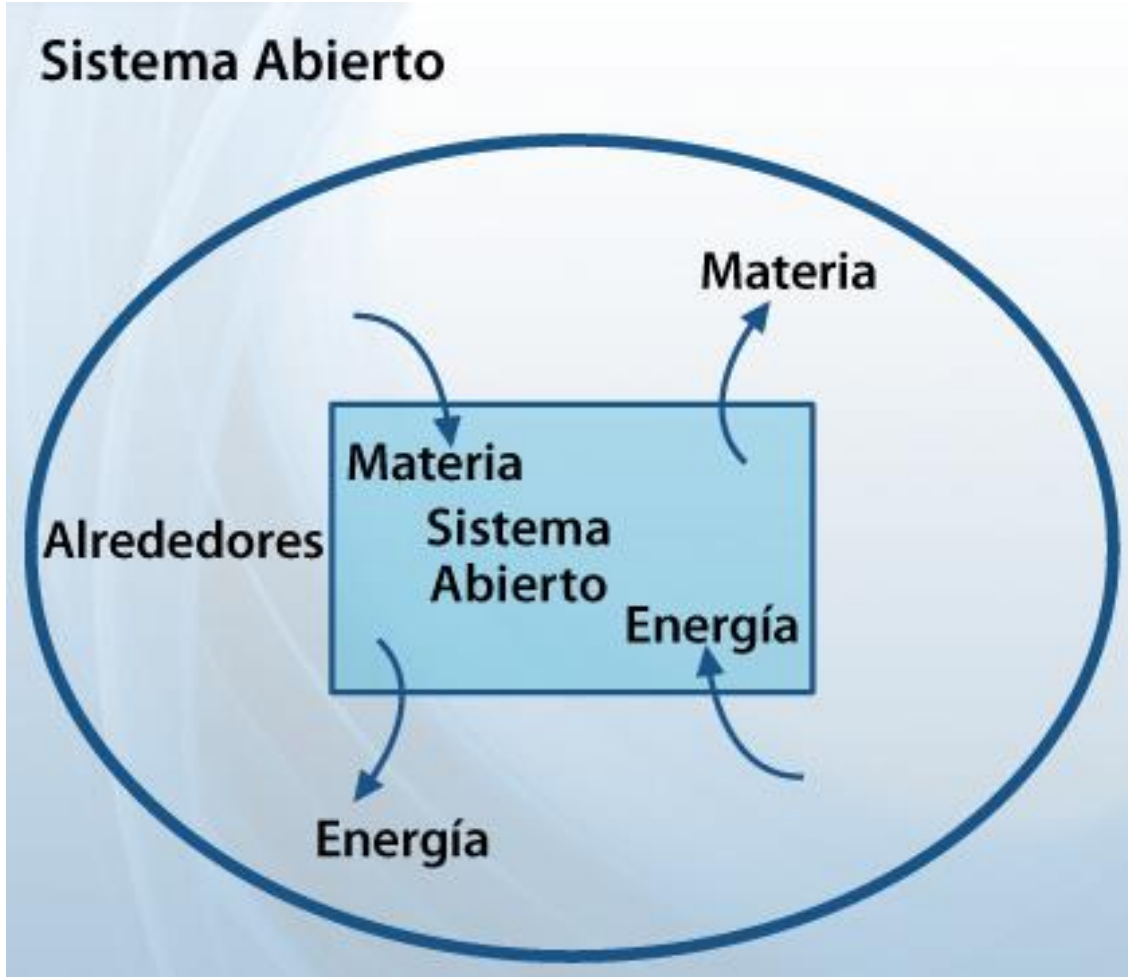
Sin embargo, el sistema abierto es todo lo contrario, hay una interacción de sus elementos y con el ambiente, este tipo de sistemas son características de los sistemas vivos (Fajardo-Ortiz, 2015), como ejemplo tenemos al cuerpo humano, el cual es un sistema que a su vez tiene subsistemas, los cuales, cada uno tiene una función diferente para mantener la homeostasis y un óptimo funcionamiento para que el cuerpo de una persona pueda realizar sus actividades cotidianas en su entorno.

Fig.7 Sistema cerrado.



Fuente: Física II. Unidad III. (Instituto Politécnico Nacional, 2010).

Fig.8 Sistema abierto



Fuente: Física II. Unidad III. 2. Leyes de la Termodinámica. (Instituto Politécnico Nacional, 2010)

Dentro de los sistemas complejos, se encuentra una serie de conceptos básicos, (Arnold Cathalifaud, 1998), como se vio anteriormente con los ejemplos de los sistemas ya mencionados, que ayudarán a comprender mejor el tema de los sistemas complejos. A continuación, se describirá cada concepto.

- Ambiente, se refiere al espacio en el que se encuentra el sistema, el cual es muy diferente.

- El atributo, es un concepto que se refiere a las características funcionales y estructurales que componen a los elementos de un sistema.
- La cibernética en los sistemas, se refiere al hecho de tener una retroalimentación, es decir el proceso de control y comunicación de los elementos en un sistema.
- La circularidad, similar a la cibernética, es un proceso de autocausación, un ciclo, donde *A* causa a *B* y *B* causa a *C* y *C* causa a *A*, es decir una retroalimentación.
- Elementos, como las partes o componentes de un sistema, estos elementos pueden ser objetos o procesos que al ser identificados se pueden identificar en un modelo.
- Complejidad, entendido como el número de elementos en un sistema, es decir la complejidad cuantitativa y por otro lado la conexión y por ende la interacción que surge a los diferentes tipos de estados que puede tener el sistema.
- La energía, que como se mencionó anteriormente, es la información que entra en un sistema, (la entropía y neguentropía), la energía que permanece en un sistema es igual a la suma de la energía importada, menos la suma de la energía exportada
- La entropía, entendida como la máxima probabilidad de que un sistema se desorganice y finalmente llegue a la homogeneización con el ambiente.
- El equilibrio en un sistema es un estado, en el cual un sistema abierto mantiene un flujo de energía, del ambiente al sistema, estos flujos de energía pueden ser flujos de información o flujos de material.
- La homeostasis en los sistemas se refiere a la compensación interna que sustituye, bloquea o complementa al sistema para mantener y conservar su forma.

Otro concepto incluido en los sistemas complejos es el de redes, pues la relación que guarda estos componentes de un sistema y su ambiente son imposibles de separar (Aldana, 2011), porque de alguna forma comparten información, donde la representación de redes se encuentran los nodos o los elementos que están

conectados a través de varias conexiones llamadas aristas que de algún modo u otro interactúan y que pueden tener una conexión muy estrecha o simplemente no tener ninguna conexión con el sistema, en este caso con la red.

4.3 Teoría de Redes Complejas

En esta sección hablaremos un poco sobre la historia del surgimiento de la teoría de redes complejas, así como de sus características particulares y ejemplos de algunas redes que podemos encontrar en la literatura.

Mediante el estudio de redes podemos ver las relaciones que se tiene en un sistema, pues los elementos que conforman un sistema, para el caso de las redes serían los nodos, y los vínculos o interacciones de esos elementos son las aristas de una red, la cual, mediante las medidas de una red, se podrá observar su dinámica y comportamiento en un ambiente.

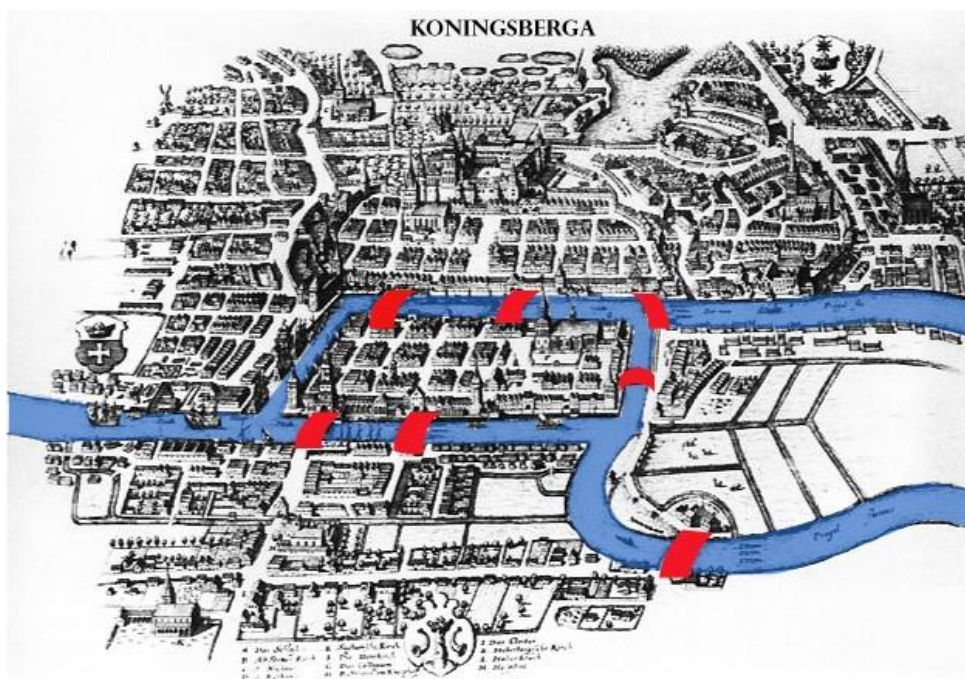
Esto se hace mediante ecuaciones matemáticas y que, en los fenómenos de la vida cotidiana, permitirán saber cómo es el comportamiento de una enfermedad (Aldana, 2011), por ejemplo, las pandemias, el flujo de información de las noticias o la relación que tienen unas proteínas con otras y saber lo que implica a nivel de un individuo.

Para comprender mejor la teoría de redes, es necesario saber cómo es que surgió el planteamiento de una teoría, a partir de una vivencia cotidiana, para ello se debe conocer la historia de *los puentes de Königsberg*, pues todo pasó en la ciudad de Königsberg (Núñez Valdés, 2004), actualmente Kaliningrado, localizado en Rusia, en la cual, a partir de un problema, en la que Euler trabajó por mucho tiempo.

Esta ciudad estaba atravesada por un río llamado Prigel (actualmente llamado Pregolya), este río dividía y formaba dos islas al ir hacia la ciudad, los habitantes de la ciudad solían pasear en días festivos y los domingos por esos puentes, ellos se hacían la siguiente pregunta al tomar el sol en este lugar: ¿Es posible recorrer todas las zonas de la ciudad, atravesando todos los puentes, una y sólo una vez, cada uno de ellos? (Núñez Valdés, 2004).

Pues como se observa en la siguiente figura, la ciudad estaba dividida en 4 partes, en las cuales había 7 puentes que unían a la ciudad.

Fig.9 La ciudad de Königsberg



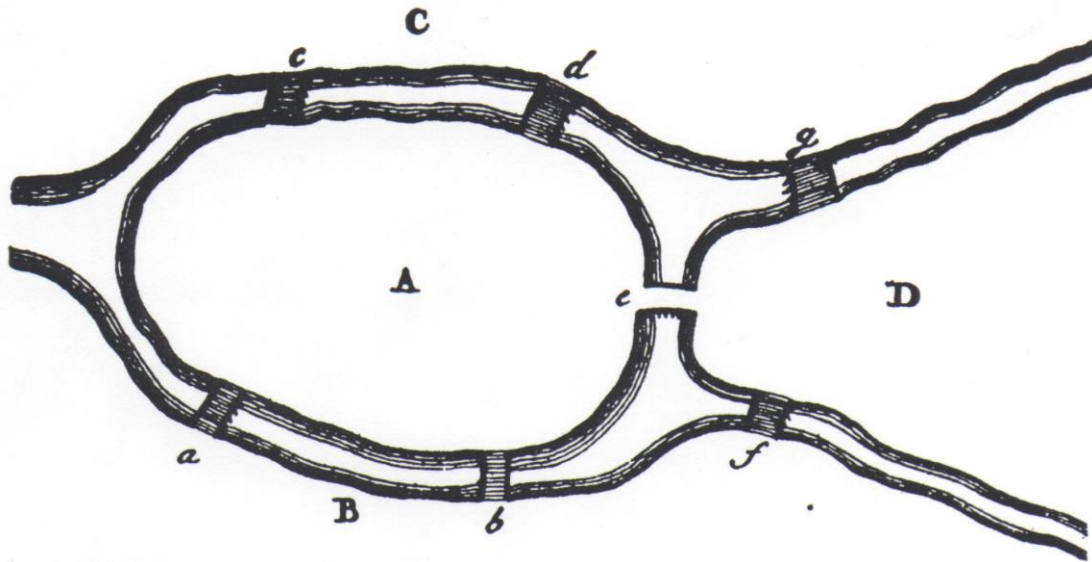
Fuente: *Introducción al pensamiento matemático.* (Universidad Autónoma Metropolitana, 2018)

Mucha gente decía que era imposible realizar tal recorrido, otros lo dudaban, pero en 1735 un comité de jóvenes estudiantes, le pidieron al matemático suizo Leonhard Euler que resolviera el problema. Euler acepto y una vez que inició con el problema, se dedicó por completo a este, dando un resultado no solo para este, sino también para cualquier número de puentes.

A partir de este suceso, fue que surgió así la teoría de redes, el cual, tiene su fundamento en la teoría de grafos, (Núñez Valdés, 2004), este matemático suizo planteó el problema llamado "problema de los siete puentes de Königsberg", lo pudo resolver a partir de un diagrama, (fig. 11), diciendo primero que era imposible hacer un recorrido por los siete puentes pasando solamente una vez en cada punto, luego a este resultado realizando un diagrama de puntos, que posteriormente se le llamaría grafo, para este diagrama Euler utilizó letras.

Puso en mayúsculas las 4 regiones de la ciudad, y en minúscula los siete puentes que cruzaban de una ciudad a otra. para las zonas de la ciudad, las líneas o aristas las usó para representar el camino del puente.

Fig.10 Dibujo de Euler



Fuente: Nuñez Valdés, 2004.

El procedimiento que Euler realizó fue primero un dibujo, el cual simulaba los puentes y las cuatro regiones que estaban separadas, las regiones se encontraban en letras mayúscula, (A, B, C, D), y para poder recorrer del punto A al punto B, este se podía cruzar por el puente en letras minúsculas: puente a o puente b, pero Euler lo designo como AB, para ir al camino D, desde el punto B, se designaban las letras BD (Núñez Valdés, 2004).

Sin embargo, se dio cuenta que no iba a funcionar solo poniendo letras para resolver el problema, pues había caminos donde se tenía más combinaciones de letras, entonces lo que hizo fue poner en un papel el número de puentes por el cual estaba constituido la ciudad de Königsberg, añadiendo un puente más, a un

lado puso otra columna que indicaba el número de puentes que salían de esa región.

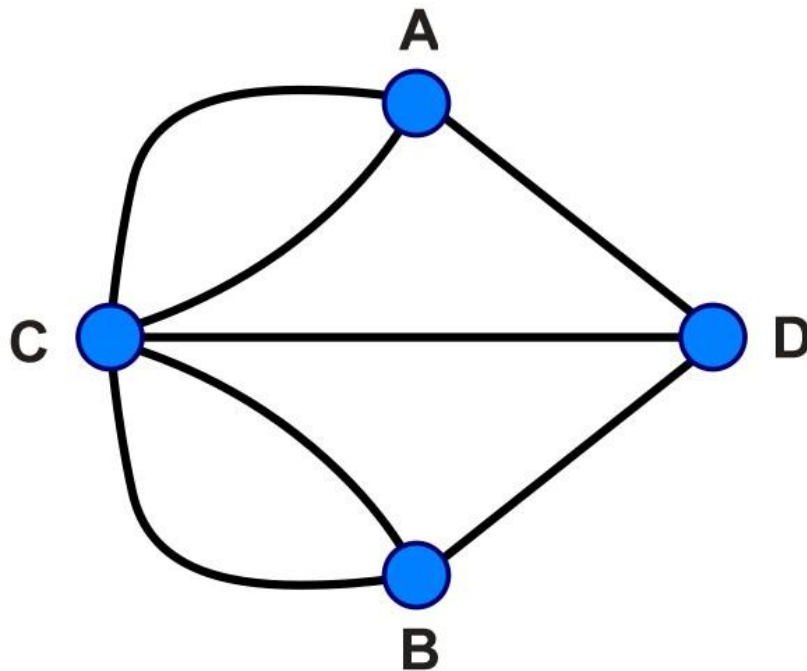
Finalmente, hizo operaciones matemáticas con los números de la segunda columna, si el número de puentes que llegaba a una región era un número impar, se le sumaba uno y lo dividía entre dos, pero si era un número par, sólo se dividía a sí mismo (Núñez Valdés, 2004), al tener los resultados puso una tercera columna con los resultados de cada puente.

Mediante este procedimiento Euler llegó a una conclusión, no se puede pasar sólo una vez por cada puente, porque los números sumados le daban 9, si hubiera sido el resultado menor o igual a 8 se tendría una solución para este problema.

Euler no quedó satisfecho solo con dar el resultado a este problema, sino que siguió estudiando esta problemática, no solo para este puente en específico, sino también para otros puentes, más tarde publicó un artículo titulado: *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis* (Euler 1736), que fue un indicio para empezar a utilizar la teoría de redes.

Pues con el problema anterior, se observó que Euler realizó un proceso de modelización (Núñez Valdés, 2004), pues no usó un mapa como tal, sino que dibujo un diagrama (Fig. 11), con sus vértices, representado con círculos azules y sus aristas (líneas), que conectan con cada vértice que representaban los siete puentes.

Fig.11 Grafo



Fuente: Nuñez Valdés, 2004.

Más tarde esta imagen se conocería como *grafo*, que es un conjunto de vértices unidos a las aristas (Núñez Valdés, 2004), por esta razón en varios documentos podemos encontrar que Euler es conocido como el padre de la teoría de grafos.

A partir de este problema y su solución, varios científicos pudieron usar los términos teóricos fundamentales de esta teoría, la cual se usa en varias disciplinas como la física, las matemáticas, la antropología y sociología (Aldana, 2011), donde en 1930 un grupo de sociólogos se basaron en esta teoría, señalando la importancia de las conexiones que se pueden encontrar para poder comprender como funciona una sociedad.

También con el auge de las redes, en el tema de salud ha sido una herramienta, donde se puede predecir mediante los cálculos correspondientes cómo se comporta una enfermedad, predecir en una red una epidemia, encontrar relación de genes y cómo funcionan en el cuerpo, la relación de las proteínas y sus

funciones, así como una variedad de conocimientos que permiten ir innovando en el tema de salud.

Más adelante se hablará de cómo esta herramienta ayudará para encontrar qué determinantes sociales de la salud inciden mayormente en hombres y en mujeres, esto permitirá saber que existen diferencias de género expresadas como síntomas en las ECV, sino también en los determinantes sociales de la salud.

4.3.1 Un acercamiento a las Redes complejas.

Las redes son más comunes de lo que se puede creer, están alrededor, al caminar en el transporte, como en el metro, al ver en qué estación o a que dirección ir, la red del metro es una red donde las estaciones son nodos y la ruta que sigue son las conexiones o aristas, las redes sociales, tanto las que podemos encontrar en internet como el *Twittero* en un entorno social, con amigos, familiares, relaciones de pareja, con colegas, las redes ecológicas, como las redes tróficas o redes alimenticias, redes de corrupción, las redes biológicas, como las redes metabólicas, las redes de enfermedades (Aldana, 2011), entre otras.

Incluso se habla de una red de súper héroes del *Universo Marvel*, en el cual el resultado sacado de esa red es que el hombre araña es el súper héroe más popular (Aldana, 2011), teniendo una mayor conectividad, estas y otras redes en el entorno existen y se puede sacar provecho a través de un análisis de conectividad y otras medidas estadísticas que pueden ayudar a comprender mejor los fenómenos que se presentan en la actualidad, como las enfermedades, las relaciones sociales, entre otras.

En el siguiente cuadro se encuentran los diferentes ejemplos de redes que podemos encontrar en los diferentes entornos.

Tabla 2. Ejemplo de las diferentes redes.

Sexuales	Dos personas están conectadas si han tenido por lo menos una relación sexual
Actores	Dos actores están conectados si han aparecido en la misma película
Amistades	Dos personas están conectadas si son amigas
Científicos	Dos científicos están conectados si han sido coautores en algún artículo
Familiares	Dos personas están conectadas si son familiares cercanos
Enfermedades	Dos personas están contagiadas si uno contagio de una enfermedad a la otra.

REDES SOCIALES

REDES INFORMÁTICAS

Internet	Dos computadoras están conectadas si hay un cable que las conecta
WWW	Dos páginas web están conectadas si hay un hipervínculo de una a la otra
Palabras	Dos palabras están conectadas si en el diccionario una aparece en la definición de la otra.
Palabras	Dos palabras están conectadas si son sinónimos.

REDES BIOLÓGICAS

Protéicas	Dos proteínas están conectadas si participan en la misma reacción química
Genéticas	Dos genes están conectados si uno regula la expresión del otro
Ecológicas	Dos especies están conectadas si una se come a la otra
Neuronales	Dos neuronas están conectadas si existe una conexión sináptica entre ellas

Fuente: *Redes complejas, estructura, dinámica y evolución de* (Aldana, 2011).

A continuación, se explicará qué son las redes complejas, qué elementos encontramos en las redes y sobre todo cómo leer una red, es decir sacar un análisis en base a las medidas que posee para poder entenderla.

Las redes complejas son un conjunto de nodos, elementos o vértices que representan gráficamente la interacción de alguna forma, a través de aristas o conexiones que pueden ser dirigidas (Aldana, 2011), es decir, que tienen una dirección de un nodo a otro y también puede haber conexiones no dirigidas, estas son cuando dos vértices tienen conectividad en ambas direcciones, es decir, una arista va en dirección de un vértice A un vértice B y viceversa.

El objetivo de la teoría de redes es encontrar propiedades estadísticas como la longitud de camino, en inglés conocido como *path lengths*, y también la distribución de conexiones o en inglés llamado *degree distributions* (Aldana, 2011), las cuales caracterizan la estructura y el comportamiento de una red y así, poder crear un modelo para poder entender las propiedades y predecir el comportamiento de un sistema en una red.

Para entender mejor la teoría de redes, esta se divide en dos partes para su estudio y comprensión, (Aldana, 2011), la cual es la estructura y la dinámica, en la primera, se estudia las propiedades con las que cuenta una red, su topología y características de esta, como son la distribución de conexiones, el coeficiente de agrupamiento y la longitud promedio.

Mientras que, en la dinámica, se estudia la manera en cómo interactúan los nodos, sus movimientos; pues recordemos que para los sistemas complejos y la teoría de redes no hay algo que pueda quedarse estático, hay un constante movimiento, la cual, dentro de la dinámica encontramos la sincronización, la transición de fase y los procesos difusivos.

Por otra parte, el uso de las redes se emplea en varias disciplinas, en las matemáticas la definición de redes complejas o grafos son un conjunto de nodos (Aldana, 2011), que se representa de la siguiente manera:

Una red R , incluye un conjunto de vértices o nodos, que se representan de la siguiente manera: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$, donde N representa el número total de nodos que hay en una red y al conjunto de parejas ordenadas (v_i, v_j) , es decir, una conexión donde A está conectado con B , pero B no está conectado con A , se representa de esta manera: $E = \{(v_i, v_j)\}$, donde E representa al conjunto de parejas ordenadas en la red que van del punto i al punto j , lo que significa que esta red dirigida va en un solo sentido.

Para cada pareja ordenada o conexión dirigida se caracteriza porque la dirección de su arista es asimétrica, es decir, va en una sola dirección, mientras que en una red con una conexión no dirigida la pareja de nodos (v_i, v_j) existe también una pareja (v_j, v_i) (Alcalá Corona, 2018), es decir, hay una bidirección o una relación simétrica entre estas parejas de nodos.

4.3.2 Características de una Red Compleja

Como se mencionó anteriormente, las redes complejas tienen su fundamento en la teoría de grafos, el cual tuvo un gran desarrollo en el siglo XX, no sólo con la introducción de métodos probabilistas de Erdos y Rényi (Aldana, 2011), sino que también con el aporte que dieron los sociólogos y antropólogos de la década de 1930, pues los sociólogos mencionaban qué importancia se tenía en las conexiones entre las personas para poder comprender el funcionamiento de la sociedad, estos estudios en las ciencias sociales hacen relevante las medidas de centralidad y la conectividad de los individuos en una red.

Una característica de una red compleja es la distribución de vecinos $P(K)$, es decir, la probabilidad de que un nodo escogido al azar tenga ciertas conexiones, esto se explicará más adelante, sin embargo, para esta parte se describirá en una forma muy básica cada tipo de distribución que determinan tres topologías diferentes:

- Topología *de Poisson*
- Topología *Exponencial*
- Topología *libre de escala*

Para este tipo de topología, el análisis lo llevaron a cabo los matemáticos Paul Erdős y Alfred Renyi (Aldana, 2011), en los años 50, del siglo pasado, este tipo de topología es una representación no realista de redes reales observadas en la naturaleza.

Este tipo de crecimiento en una red, se dice que es *aleatoria*, ya que los nodos se conectan al azar y existe la probabilidad p de que haya un vínculo entre cualquier par de nodos, es decir, que la conexión entre nodos sea igual de probables.

Una característica principal de este tipo de topología es que, si en una red el número de enlaces es más pequeño que el número total de nodos, la red resultante estará compuesta de varias islas pequeñas o subredes (Curso de Posgrado. Análisis de Redes Sociales., 2019), términos que más adelante se describirán mejor.

Sin embargo, si hay un mayor número de enlaces comparado con el número total de nodos, la red terminará siendo una red muy conectada entre sus nodos (Aldana, 2011), no significa que se hallen sub-redes más grandes o semejantes al tamaño de la red principal, sino que por el contrario, si se encuentran sub-redes, éstas serán más pequeñas que la red principal o isla gigante.

Para la topología *exponencial*, este tipo de distribución la red va aumentando de tamaño por lo que también es conocido como *enlace igualitario* (Aldana, 2011), significa que cada nodo que se va añadiendo a la red, se puede conectar o vincular con cualquier otro nodo ya existente y su nuevo enlace será igual, porque no será rechazado con los nodos ya existentes en la red.

Por último, tenemos el modelo llamado *libre de escala*, se refiere cuando un nodo “popular”, o mayormente conectado con otros nodos, se vuelve más popular, porque al añadir nuevos nodos, preferirán vincularse con el nodo o nodos con mayor conectividad, de ahí que se conozca también como *modelo de enlaces preferenciales* (Aldana, 2011).

A continuación, se explicará las siguientes características de medición de las redes complejas para su estudio en el comportamiento y el análisis de estas.

Dentro de las características de las redes complejas encontramos las medidas de centralidad, estas medidas nos facilitan en una red con miles de nodos la posibilidad de estudiarla y analizarla a fondo.

Dentro de las propiedades estadísticas de una red compleja podemos encontrar los siguientes:

- *Clustering Coefficient* o el *coeficiente de agregación (C)*
- *Shortest path* o longitud mínima.
- *Degree Distributions* o *distribución de conexiones*

El coeficiente de agrupamiento C , conocido también como *Clustering Coefficient* (Alcalá Corona, 2018), es la probabilidad de que dos nodos puedan estar conectados por un tercer nodo, es decir, hay una relación dentro de una red que, entre los 3 nodos, la probabilidad de cohesión sea mayor. La unidad principal es un nodo y sus vecinos (cluster), en lugar de un solo nodo.

Como ejemplo, tenemos en un pequeño grupo de amigos al individuo que conoce a sus amigos, pero que esos amigos puede que no se conozcan todos entre sí, sin embargo, siempre habrá uno que conozca a otro individuo de la red de amigos y se presenten (Aldana, 2011); entonces, en una red el nodo A conoce al nodo B , y este está conectado con el nodo C , pero C no conoce al nodo A , sin embargo, habrá una mayor probabilidad de que C y A se conecten.

Esto es lo que justamente hace el coeficiente de agrupamiento, medir la tendencia a agruparse los nodos en una red. La búsqueda comienza en un nodo inicial y genera todos los vecinos de ese nodo (en orden aleatorio), omitiendo cualquier nodo que ya haya sido generado. El proceso luego se mueve al nodo de salida más reciente que tiene nuevos vecinos y genera esos vecinos (Zemla, 2017). La búsqueda es local, siempre emite a los vecinos más cercanos del nodo actual y atraviesa un enlace a la vez.

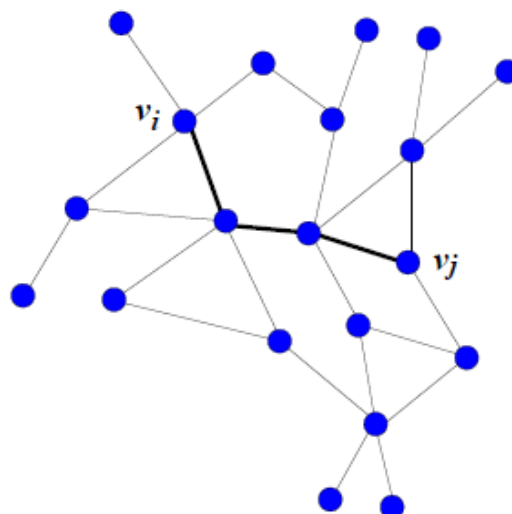
El Coeficiente de agrupamiento C_i de un nodo (Alcalá Corona, 2018), define la densidad de las conexiones de una red, mide qué tan cercanos son los nodos o de que dos nodos vecinos próximos, sean vecinos entre sí.

La segunda característica, es la longitud mínima o camino geodésico, en inglés conocido como *path lengths*, el cual indica la longitud promedio del camino más corto, es decir, e camino geodésico entre dos nodos (ídem).

En una red se podrá encontrar varios caminos que pueden ser cortos, pero siempre habrá uno, donde la longitud sea más corta que otras, a esto se le llama camino geodésico entre dos nodos (Alcalá Corona, 2018).

Entonces, la distancia entre dos nodos representado como d_{ij} , será el número mínimo de "saltos" que se realiza para ir de un nodo a otro en la red, como se observa en la imagen siguiente, el cual se muestra una red con el nodo V_i que tiene varios caminos para llegar al nodo V_j , pero el camino más corto es de sólo tres pasos, los cuales están resaltados por aristas más oscuras.

Fig.12 Camino geodésico



Fuente: Aldana, 2011.

Aunque se encuentren redes muy grandes, siempre habrá un camino corto entre dos nodos a esto se le conoce como: *efecto del mundo pequeño*, que a lo largo de la historia se ha estudiado, ejemplo de ello fue en los años sesenta, del siglo pasado, donde un psicólogo social llamado Stanley Milgram (Curso de Posgrado. Análisis de Redes Sociales., 2019), realizó un experimento muy conocido, llamado "seis grados de separación".

Este experimento consistió en llevar cierta cantidad de cartas a algún conocido, hasta que esa carta llegará a su destino que previamente ya había sido indicado. La mayoría de esas cartas se perdieron en el trayecto, sin embargo, las cartas que lograron llegar a su destino pasaron por seis personas.

Esto implica que dentro de una red donde haya difusión de información, el efecto del mundo pequeño, es decir, la difusión de dicha información será rápida, o al tener una red que muestre el tiempo de propagación de una enfermedad, o sea, el tiempo que puede tardar en propagarse una enfermedad, tomará solo a seis personas para contagiarse a diferencia de si hay 100 o 900 personas más cerca.

La siguiente característica es la Conectividad y Distribución de vecinos, en inglés llamado *Degree Distributions*, esta es la característica más simple que puede observarse en una red, su conectividad entre nodos (Alcalá Corona, 2018), es decir, dos nodos son adyacentes o vecinos si se encuentran conectados por una arista y al conjunto de vecinos de ese nodo se le llama vecindario, mientras que el grado o la conectividad del nodo, es el número de conexiones que ese nodo pueda tener en la red.

La búsqueda del número de grado de un nodo es a través de la selección de nodos con probabilidad proporcional al número de bordes o enlaces conectados a ese nodo (Zemla, 2017). Esto corresponde a la frecuencia con que cada nodo es visitado por una caminata aleatoria de longitud infinita. Los nodos con un alto grado de conexión tienen muchos vecinos, y generalmente se encuentran con mayor frecuencia que los nodos con un pequeño número de grado.

La distribución total de grados de los nodos en una red es representada por $P(k)$, que indica la probabilidad de que un nodo elegido tenga conexiones o vecinos, los cuales puedan estar unidos mediante una arista. Además de estas medidas ya mencionadas, encontramos otras medidas de centralidad generales en una red, éstas son las siguientes:

Centralidad de intermediación o *betweenness centrality*, es el número de caminos geodésicos (cortos), entre dos nodos, que pasan a través de otro nodo i (Alcalá Corona, 2018). Al quitar un nodo con un alto valor de betweenness en una red, se incrementa la longitud promedio, esto se debe, al parecer por seguir una ley de potencias.

Como ejemplo, se muestra la siguiente imagen, es una red, donde los nodos son las ciudades de España, la cual, Madrid tiene un alto valor de centralidad por intermediación o Betweenness Centrality, puesto que, para ir de una ciudad a otra, en su mayoría se debe pasar por Madrid.

Fig.13 Red de las ciudades de España



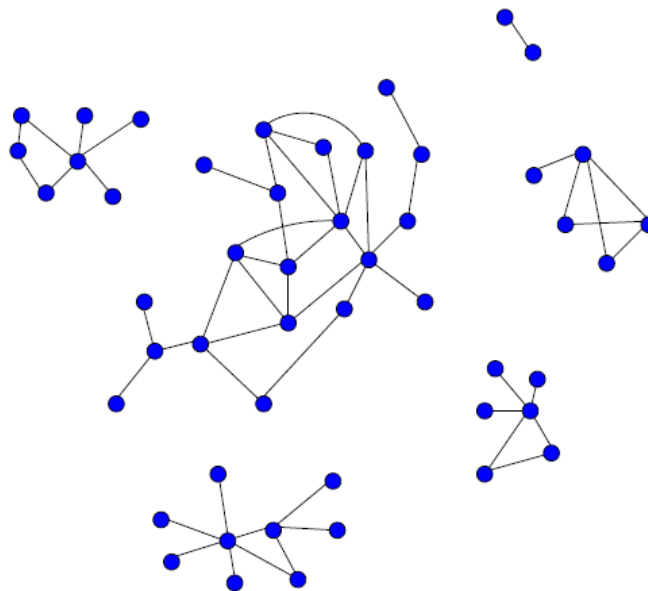
Fuente: Universidad del Valle.

La siguiente medida de centralidad es la Cercanía o *Clossness*, que mide qué tan lejos está un nodo de todos los demás en una red (Alcalá Corona, 2018). Los nodos que estén más próximos, son los que pueden tener mejor acceso a la información o tengan una mayor influencia sobre otros nodos.

Otra característica de una red es la eficiencia de esta, la cual indica la distancia armónica entre un nodo y todos los demás, mide que tan eficientemente puede fluir información entre los nodos, si la distancia de dos nodos es muy grande la eficiencia de la red será poca.

Por último, dentro de las redes complejas, podemos encontrar subredes o islas (Aldana, 2011), donde el conjunto de nodos no tiene alguna conexión con la red, pero sí entre otros nodos que se encuentren de forma aislada formando una subred, cabe destacar que esto no significa que esta subred no pertenezca a la red principal o que no tenga importancia, pues los nodos siguen siendo parte de la red principal, como se muestra en la imagen siguiente, de una red compuesta por varias islas, la isla más grande es la *isla gigante*.

Fig.14 Isla Gigante



Fuente: Aldana 2011.

Dentro de estas características para el estudio de las redes complejas, existe en la literatura varias redes hechas, estudiadas y analizadas en diversos fenómenos que ocurren actualmente y que ayudan a prevenir circunstancias que pueden ser catástrofes para la sociedad, como las enfermedades, a continuación, se describirán unas redes reales que actualmente son estudiadas.

4.3.3 Ejemplos de Redes Complejas.

En el mundo de las redes complejas, se conoce varios tipos de redes, como las redes sociales, las cuáles podemos encontrarlas en la familia o con los amigos, donde los nodos son el conjunto de personas y las conexiones son los lazos que se tiene con ese conjunto de personas, como puede ser primo, tío, sobrino, etc.

También podemos encontrar otro tipo de redes, como las biológicas, las redes informáticas, las redes neuronales, que permiten encontrar patrones de flujo de información, las redes entre palabras, las redes ecológicas, redes semánticas entre otras más. A continuación, se muestran algunos ejemplos de tipos de redes que podemos encontrarnos en la vida cotidiana

Como primer ejemplo, tenemos a una red de neuronas y las conexiones que tiene al hacer sinapsis (conexión de una neurona con otra), esta red neuronal, donde los nodos representan la sinapsis o conexión realizada con otras neuronas.

con otro, significa que existe una reacción que permite a un metabolito transformarse en otro.

Un dato muy interesante a partir de una visión de sistemas complejos en las redes metabólicas es que, ante cualquier estímulo o perturbación metabólica, como por ejemplo una mutación para codificar una enzima, en la red global del metabolismo se observará un efecto, el cuál modificará al sistema metabólico, pues se tiene en cuenta que la distancia promedio entre los metabolitos es de 8 pasos, es decir, que el camino geodésico para modificar un metabolito, es de 8 reacciones (Sociedad Española de Bioquímica y biología Molecular, 2019).

Fig.16 Red Metabólica



Fuente: *Sociedad Española de Bioquímica y biología Molecular, 2019.*

En el siguiente ejemplo de una red, la cual trata de la probabilidad de que un paciente tenga dos o más enfermedades a partir de un análisis (Greenwood, 2015), donde se descubrió que la mayoría de los pacientes de una población en general, tienen el riesgo de padecer más de dos enfermedades, es decir, que un paciente promedio, tenga mayor probabilidad de tener otra enfermedad.

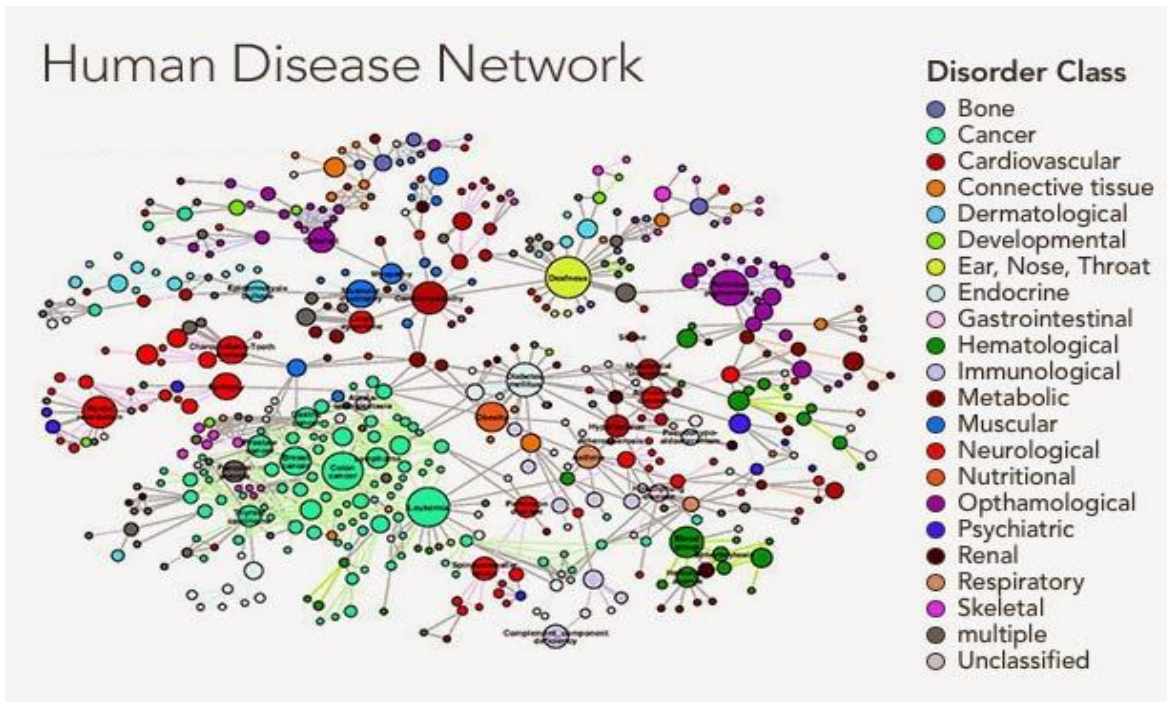
Donde los nodos representan las diferentes enfermedades, coloreadas con diferentes colores, mientras que los enlaces surgen a partir de que un paciente teniendo una enfermedad, le aparece otra u otras.

Por ejemplo, en la red siguiente (Fig. 19), se observa en la parte inferior izquierda un grupo de nodos que representan al cáncer en color verde, el cual tiene mayor conectividad con los diferentes tipos de cáncer que pueden presentarse en un individuo y que a su vez se vincula con enfermedades como los psicológicos, enfermedades oftalmológicas, incluso cardiovasculares y de los huesos (ídem).

Entonces, desde un enfoque sistémico las enfermedades ya no son elementos ordenados y que se mantienen estáticos, sino que son cambiantes, desordenados, donde ya no se definen sólo con los síntomas, sino que va más allá de una lista de varios síntomas en la cual puede implicar varias comorbilidades.

Por ejemplo, un módulo de una red de enfermedades que se ha estudiado es de la hipertensión pulmonar, es decir la presión arterial alta en los pulmones, que puede causar a su vez insuficiencia cardíaca (Greenwood, 2015). A nivel molecular, estudiaron las vías que se tienen con el genoma relacionado para esta enfermedad y encontraron que dos proteínas que ya habían sido vinculados de alguna forma en la enfermedad eran parte de una misma vía molecular que trabajan juntos para causar errores en la proliferación celular y que puede estar relacionado con los síntomas de la enfermedad.

Fig.17 Red de enfermedades del ser humano.



Fuente: Greenwood, 2015.

Otro ejemplo de una red compleja es la siguiente, es una red de comunicación de las ciudades de la edad media, los nodos representan puntos de comercio y los enlaces las rutas por las cuales las personas viajaban de un lugar a otro (Divulgación de la Ciencia. UNAM, 2017).

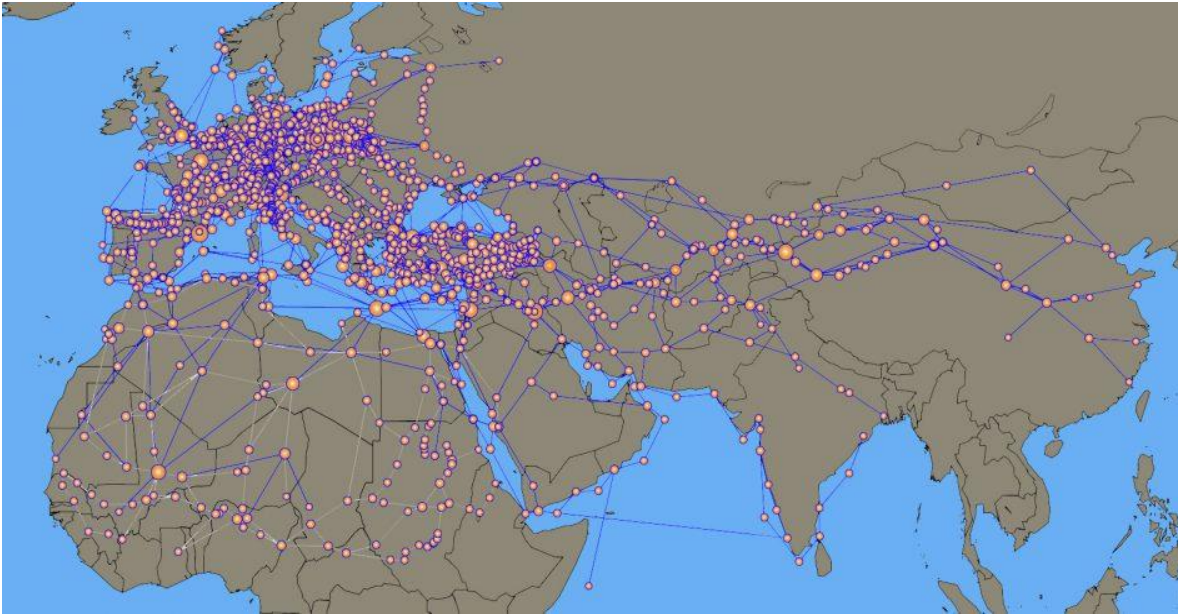
Los nodos más grandes tienen una mayor conectividad o centralidad y los nodos más pequeños una menor, pues representan lugares de mayor o menor comercio y de peregrinación, según el tamaño del nodo en Europa, Asia y Norte de África en la época media, donde hubo una tasa mayor de mortalidad, a consecuencia de la peste negra.

Para esta red se estudió medidas de centralidad y conectividad, para seguir el camino de la distribución de la enfermedad y como esta llegaba a lugares remotos

a partir de las rutas comerciales y de las de peregrinación (Divulgación de la Ciencia. UNAM, 2017).

Se observa en la red un cumulo de nodos, donde podría decirse que era el centro de comercio en países como Francia, Italia, Alemania, Croacia, Suiza, Polonia, Hungría, Turquía, Suecia, entre otros más, los cuales sus nodos presentan una mayor centralidad y conectividad de nodos y de ahí se esparció la peste a lugares lejanos a los nodos con mayor afluencia de comercio o de peregrinación, como la India, norte de África, Arabia Saudita y Yemen.

Fig.18 Red de comunicación entre las ciudades de la edad media.



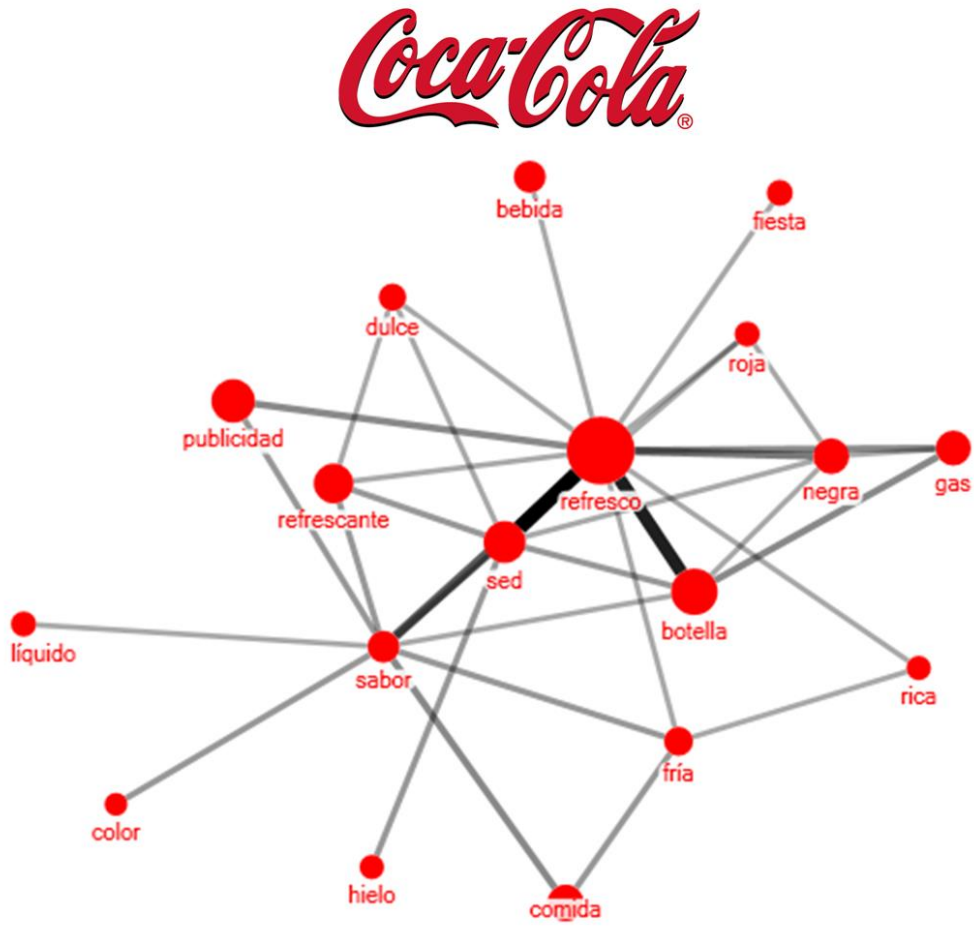
Fuente: *Divulgación de la Ciencia. UNAM, 2017.*

Finalmente, tenemos otro ejemplo de redes, el de la red semántica, que básicamente es una representación lingüística de conceptos y sus interrelaciones, se trata de conceptos que las personas construyen de cualquier cosa, tema o hecho y que se expresan de manera coloquial (Redes Semánticas, 2013).

En esta red los nodos representan los conceptos, mientras que las aristas o vínculos son las relaciones entre dos o más nodos. Más adelante se hablará de las redes semánticas a detalle.

Como ejemplo tenemos esta red semántica de un refresco conocido a nivel mundial, la Coca Cola y la relación que tiene con diferentes palabras (Fig.19). Los nodos se encuentran de diferente tamaño, los nodos con mayor tamaño son los que tienen un alto grado de conexión a diferencia de los nodos pequeños, los enlaces con mayor grosor representan la relación con la palabra, mientras haya un mayor grosor del vértice tiene un mayor peso en la conexión con los otros nodos vecinos.

Fig.19 Ejemplo de una red semántica de un refresco.



Fuente: *Redes Semánticas, 2013.*

4.4 Redes Semánticas.

Como se mencionó anteriormente, en este apartado abarcaremos una descripción acerca de las redes semánticas, las cuales tienen una relación con el trabajo de tesis aquí presentado y con la metodología, que más adelante se hablará a detalle.

Las redes semánticas como una herramienta, puede proporcionar información relevante sobre un tema y mediante las relaciones e interacciones que se tiene de las palabras (Noriega, 2005), pues esto podrá facilitar el entender cómo se vincula los determinantes sociales de la salud con las enfermedades cardiovasculares. Mediante las medidas de probabilidad de redes, descritas anteriormente, se podrá mostrar cómo es la situación de la red y las características de esta.

4.4.1 El corpus de información

El examen de las palabras clave que se usan con más frecuencia y sus coincidencias permite a los investigadores inducir una red semántica que represente los principales marcos utilizados y en grandes cantidades de texto.

La recuperación de información de bases de datos computarizadas es un proceso complejo (McCray, 1993), el cual se ha mantenido un esfuerzo para el desarrollo de un sistema, que pueda procesar el lenguaje natural para el dominio biomédico, donde se incluye un analizador de mayor léxico, que brinda acceso a las fuentes de conocimiento del lenguaje médico.

Un sistema de procesamiento de lenguaje natural brinda acceso para el dominio biomédico e incluye varios módulos basados en los componentes principales del lenguaje natural:

- El componente morfológico está relacionado con la estructura de las palabras y las reglas de formación de palabras.

- El componente sintáctico trata la estructura constitutiva de frases y oraciones.
- El componente semántico se ocupa del significado de las palabras, las oraciones y los discursos.

Estos tres elementos dependen en gran medida del componente léxico, que codifica la información específica de las palabras en el idioma computacional. También se desarrollaron reglas semánticas para interpretar las estructuras léxicas que se construyen en la búsqueda (ídem).

Las reglas tanto sintácticas como semánticas, junto con la información del léxico forman un concepto final para la búsqueda de documentos biomédicos (McCray, 1993) y a su vez pueda recopilar información. Tanto el Uath's Metathesaurus (fuente de vocabulario) y la red semántica, son la fuente principal que genera conceptos biomédicos y las interrelaciones entre ellas.

4.4.2 Las redes semánticas.

Las redes semánticas son representaciones gráficas de conocimiento basadas en relaciones significativas de texto escrito, estructuradas como una red de palabras relacionadas cognitivamente entre sí (Kang, 2017), es decir, el conjunto de palabras, ideas o conceptos que las personas van construyendo sobre cualquier objeto y que tienen una relación van representándose en forma de nodos en una red.

Este tipo de redes tiene una gran importancia, pues con esta representación es mucho más fácil entender y comprender los procesos mentales, ya que hay una relación muy estrecha entre el lenguaje con el conocimiento y el aprendizaje. Pues a través de la cognición (Noriega, 2005), proceso que se obtiene a partir del almacenamiento de conocimiento sobre todo aquello que nos rodea. Todas las personas aprenden a través de estímulos como las teorías, esquemas, opiniones, observaciones etc.

A partir de esto, investigaciones actuales en psicología dan énfasis sobre todo a estudiar los procesos cognitivos a través de una herramienta como lo es las redes semánticas (Noriega, 2005), pues a partir del uso de estos diagramas se almacena la información, donde, los nodos son palabras que representan conceptos que se encuentran en el texto. Las conexiones entre nodos se denominan bordes o enlaces que representan relaciones entre conceptos conectados.

Cabe mencionar que estos conceptos, son dinámicos y pueden cambiar de significado al ser cambiados por la cultura o identidad de las personas, según su contexto.

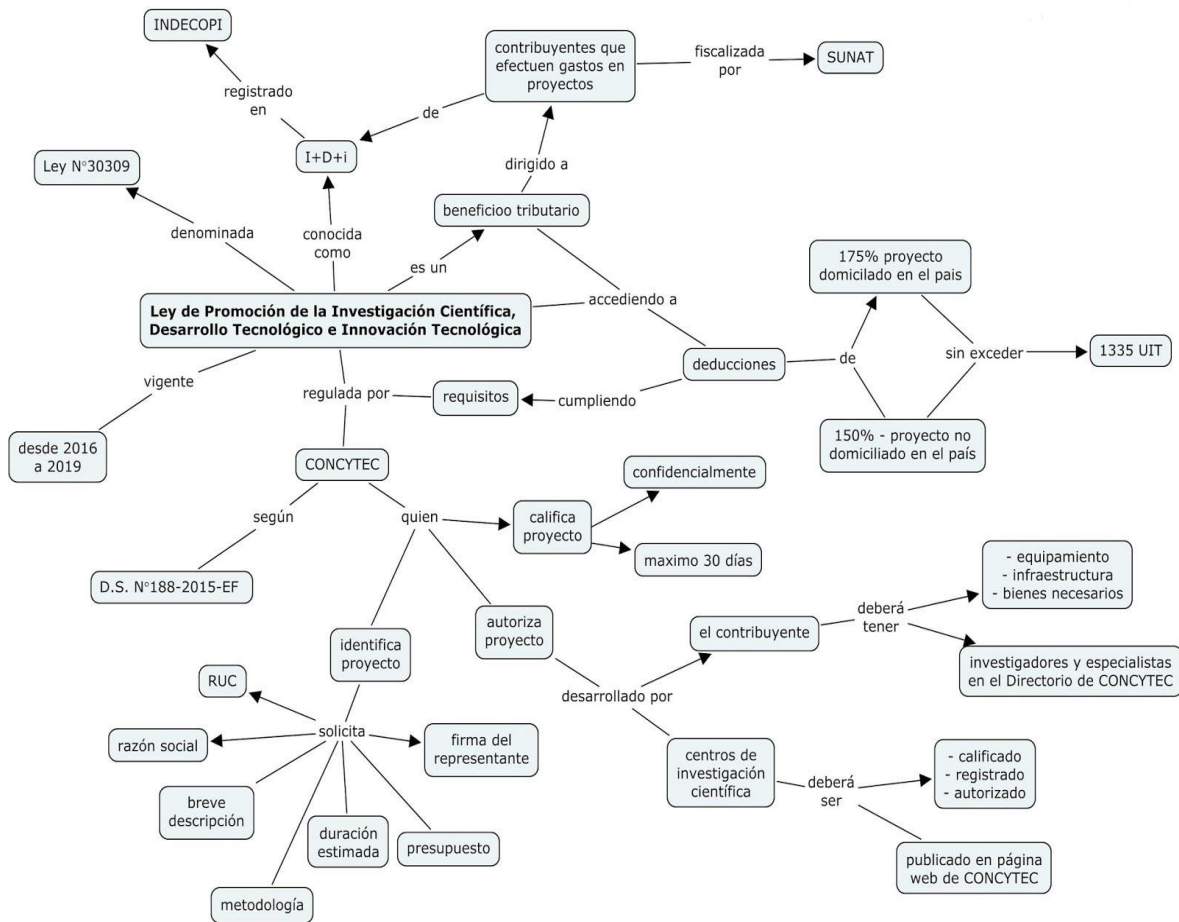
Las redes semánticas permiten extraer ideas significativas, mediante la identificación de grupos de conceptos emergentes en lugar de analizar las frecuencias de las palabras aisladas (Tang, 2018). De esta manera, el análisis de las redes puede mejorar la comprensión del comportamiento e interacción de los conceptos o nodos contenidos en el corpus de información científica.

Es decir, las redes semánticas son un medio de organización del conocimiento (Noriega, 2005), que puede proporcionar datos relevantes con la organización e interpretación de los significados e informa como fue percibida toda esa información en un individuo.

De esta manera, las redes semánticas se pueden utilizar para inferir los marcos teóricos o conceptuales utilizados en los textos. Además, un punto fuerte del análisis de redes semánticas es que permite que surjan marcos nuevos y desconocidos de los datos.

También a través de la memoria semántica, esta puede organizar el conocimiento de las personas, a través de la relación entre las palabras y sus significados (Noriega, 2005), pues para las personas tener una memoria semántica toma en cuenta la capacidad del ser humano para que pueda construir la realidad y con ello permite el surgimiento de ideas, enfoques y pensamientos nuevos.

Fig.20 Ejemplo de una red semántica.



Fuente: Fundamentos de Negocios Internacionales.

La información del conjunto de palabras o conceptos, es decir, la *co-ocurrencia* de conceptos, se utiliza como una ventana a la semántica del lenguaje. En las últimas dos décadas, se han logrado importantes avances en nuestra comprensión de la memoria semántica mediante el desarrollo de modelos computacionales basados en la hipótesis distributiva, donde las palabras que aparecen en contextos similares tienden a tener significados similares.

De acuerdo con esta hipótesis, la colección de contextos lingüísticos en los que aparece un concepto en particular refleja aspectos importantes del significado de

ese concepto, de modo que los puntos en común entre dos conceptos pueden identificarse e incluso cuantificarse evaluando la incorporación entre las distribuciones de contextos asociados con cada palabra (Rotaru, 2018).

Las redes semánticas dentro de la *inteligencia artificial* (INCyTU, 2018), entendida como una máquina que tiene la capacidad de interpretar datos y poder usarlos como se requiera, se han usado para representar el conocimiento, el objetivo es poder desarrollar un modelo el cual pueda generar datos que las computadoras puedan entender y ser usadas por plataformas para procesar la información.

Los modelos de redes semántica basados en una asociación libre muestran que las asociaciones indirectas proporcionan una fuente complementaria de información semántica, mientras que los modelos con mayor conexión, llamados *conexionistas*, tienen una gran cantidad de nodos y conexiones, lo que los convierte en modelos más realistas del conocimiento léxico-semántico humano.

A diferencia de otros modelos probabilísticos, los modelos no son jerárquicos y no experimentan ninguna forma de reducción de dimensionalidad (Rotaru, 2018), lo que significa que las inferencias son más fáciles de interpretar y que se pierde menos información semántica.

Finalmente, para este trabajo, se examina una red semántica que no está dirigida ni ponderada, es decir, sin ponderar significa que todos los bordes implican la misma cantidad de relación entre dos nodos, lo que significa que el enlace no tiene un peso. A los nodos que comparten un enlace se les llaman vecinos (Zemla, 2017).

Aunque hay muchas estadísticas posibles para el análisis de redes complejas, para este trabajo se seleccionó el número de grado y el agrupamiento, las cuales se describieron anteriormente.

4.5 Promoción de la Salud.

En este apartado, se abarcará el tema de la Promoción de la Salud, el surgimiento y sobre todo el reto que tiene para abarcar el tema de las Enfermedades Cardiovasculares desde un enfoque de la complejidad.

Pues a partir del pensamiento complejo, el proceso salud-enfermedad se mira no sólo desde lo médico-biológico, sino que hay una serie de elementos que integran a dicho proceso y que debe trabajarse no sólo en el sector salud, sino que implica también incluir al sector político, económico, a la sociedad, etc., a través de la promoción de la salud, como un medio para poder tener entornos saludables enfocados al desarrollo de las personas y comunidades.

A través de la importancia dada a los Determinantes Sociales de la Salud (DSS), es necesario que la promoción de la salud se base en el estudio de los determinantes, los cuales generan grandes desigualdades sociales, pues mediante este enfoque, lo que permite es ver un panorama más amplio sobre el proceso salud-enfermedad, el cual ya no se aborda solo desde un enfoque médico, sino que también se incluye a los fenómenos sociales y ambientales que ocurren a nivel global y que impactan en la salud de las personas.

La promoción de la salud surge a partir de la primera conferencia internacional en promoción de la salud, hecha por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 1986, donde se realizó y definió el primer documento sobre la promoción de la salud que ha sido actualmente base importante en diferentes áreas de salud (Organización Panamericana de la Salud, 1986).

La carta de Ottawa cambio por completo el enfoque individual de la promoción de la salud a un enfoque desde una mirada de los determinantes sociales de la salud, los cuales se hablarán más adelante y de la responsabilidad no sólo de las personas, sino que abarca tanto los determinantes sociales como ambientales de la salud.

De esta manera, en la conferencia se menciona que la promoción de la salud consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y que ellos puedan ejercerla teniendo un mayor control de la misma (Organización Panamericana de la Salud, 1986); y que, a partir de esto, ellos puedan alcanzar un estado adecuado de bienestar, físico, mental y social tanto al individuo, como a una comunidad.

Desde este punto de vista, la salud ya no se percibe de una manera solamente patológica, sino que abarca muchos sectores desde los políticos, económicos, culturales hasta lo psicológico, ya no se trata de un concepto reduccionista que abarca solo al sector salud, sino que se hace más complejos al incluir elementos que hacen que el enfoque de la salud se piense más allá de lo médico-biológico y con ello las acciones abarquen más allá al sector salud.

En la carta de Ottawa, se menciona que el objetivo de la promoción de la salud es hacer que los ambientes físicos, sociales, políticos, económicos etc., sean favorables para todas las personas, es decir, asegurar la justicia social y equidad y poder reducir las brechas de desigualdad social que ya existen.

Para poder lograr el objetivo de poder alcanzar la equidad y lograr que el estado de salud y bienestar mejoren en las poblaciones, es necesario de estrategias que puedan ser multidisciplinarias y complejas, pero que sobre todo involucren a la promoción de la salud como base para mitigar la desigualdad en salud.

Se pueden considerar dos grupos de estrategias (Hoyuelos, 2011), las que están dirigidas a generar políticas enfocadas al contexto físico, social y cultural al que pertenece y las estrategias que están dirigidas a la capacitación de las personas, comunidades e instituciones para que ellos puedan a su vez participar en el desarrollo comunitario y que se vinculen con la modificación de los determinantes sociales de la salud.

Cabe mencionar que la promoción de la salud no sólo se basa en las campañas de salud o en folletos informativos, sino que se apoya a través de las políticas sanitarias para que pueda mejorar las condiciones en la que las personas nacen,

crecen, viven y se desarrollan, incluyendo a las comunidades e instituciones que son partícipes en el entorno del individuo.

De esta manera, dentro de las estrategias que se encuentran para el desarrollo de la promoción de la salud se encuentran cinco acciones principales (Organización Panamericana de la Salud, 1986), las cuales son:

- *Construir políticas públicas saludables.*
- *Crear ambientes que apoyen la salud.*
- *Reforzar la acción comunitaria.*
- *Desarrollar las habilidades personales.*
- *Reorientación de los servicios sanitarios.*

La primera, es *construir políticas públicas saludables*, se menciona anteriormente que no solo el sector sanitario tiene la obligación de participar, sino que también y en este caso es a los gobiernos y los componentes de este sean partícipes de crear e implementar leyes que fomenten la equidad e igualdad a la sociedad en cuanto al tema de salud y economía, ya que esto permite crear ambientes potencialmente saludables, donde las personas se desarrollan.

A partir del reconocimiento importante de los determinantes sociales de la salud, dentro de estos determinantes se encuentran los determinantes socioeconómicos, los cuales generan grandes desigualdades, considerados como las causas de las causas (Hoyuelos, 2011), es por ello que se hace énfasis a que el gobierno garantice equidad e igualdad, así como una distribución igualitaria de los recursos económicos como materiales.

De esta manera, las políticas en salud quedan relacionadas con la actividad de un gobierno y en todos sus niveles desde los internacionales, hasta los locales. El papel de los gobiernos en el desarrollo de ambientes saludables se da en base a la capacidad de poder intervenir sobre los determinantes sociales de la salud (Hoyuelos, 2011), que van más allá del mejoramiento de los servicios de salud.

Es por ello que para el desarrollo de políticas en salud se pueda primero identificar los problemas para luego poder formular las políticas e implementarlas,

posteriormente hacer una evaluación sobre el impacto y el alcance de estas políticas, así como un análisis para poder saber si es viable seguir con ellas o modificarlas y poder mejorar la situación de un país.

La segunda acción de promoción de la salud es *Crear ambientes que apoyen la salud*, es decir, en relación con la anterior, a partir de la creación de políticas en salud, implícitamente se obtiene a favor la creación de ambientes favorables para el desarrollo de las personas (Organización Panamericana de la Salud, 1986).

Pues varios fenómenos que son a nivel mundial como la urbanización, la pobreza, la desnutrición o la extinción de animales y vegetación no son exclusión para la promoción de la salud, pues las interrelaciones de estos sucesos están estrechamente relacionadas con un ambiente a favor de la salud.

La promoción de la salud genera condiciones de vida seguras en cualquier entorno, en el trabajo, en los alrededores de las viviendas, por ejemplo, pues si se vive en un entorno lleno de violencia, de desigualdad o de riesgos de cualquier tipo, se violan los derechos humanos de las personas, generando desigualdades y con ello los gobiernos se deslindan de estos eventos que como se menciona, son parte de la promoción de la salud y de las políticas que se hacen.

Es por ello que la promoción de la salud debe estar dirigida a la protección de los diferentes entornos tanto naturales como los que se van construyendo, así como de la conservación de los recursos naturales (Hoyuelos, 2011).

La siguiente acción es *Reforzar la acción comunitaria*, a partir de la participación de las comunidades, mediante la capacitación (Organización Panamericana de la Salud, 1986), y así puedan primero, ver las necesidades que tienen, establecer prioridades y poder tomar decisiones para mejorar su salud.

Esto implica que la gente sea partícipe de asumir el control de todo aquello que pueda determinar cómo salud, mediante la exigencia de los derechos humanos, así también en la participación política para poder generar nuevas políticas a favor de mejorar la salud.

Para que la promoción de la salud pueda alcanzar el objetivo de la equidad, se necesita de acciones que puedan reducir la desigualdad de oportunidades a partir de facilitar a la gente los medios para que a su vez la población pueda desarrollar su potencial de salud y poder crear condiciones donde se potencialice la toma de decisiones y así, poder intervenir sobre los determinantes sociales de la salud.

Un medio importante por el cual se puede lograr la participación de las comunidades es a través de la Educación para la Salud (Hoyuelos, 2011), la cual la OMS la define como *una acción ejercida sobre los individuos para llevarlos a modificar su comportamiento*.

El objetivo de la Educación para la Salud es que las personas puedan adquirir y conservar hábitos de salud y con ello aprendan a usar de manera más eficaz los servicios sanitarios y que puedan tomar decisiones que involucren la mejora de su estado de salud y todos sus componentes, como el mejoramiento y saneamiento del medio en el que viven o trabajan.

Estas decisiones deben de ser tanto individual como colectivamente, reiterando también el involucramiento de su cultura, sus costumbres, los cuales llevan a que una comunidad sea compleja con estos elementos y que sin embargo trabajar con ellos incluye el respeto de sus creencias, la promoción de la salud está a favor de la creación de condiciones sociales (Organización Panamericana de la Salud, 1986), que permitan un nivel de vida saludable, respetando sus diferentes formas de vida.

La cuarta acción de la promoción de la salud es *Desarrollar las habilidades personales*, ligado con la acción anterior, se trata de capacitar (*empowerment*), (Hoyuelos, 2011), concepto en inglés y que en términos de promoción de la salud se refiere a la oportunidad de tomar decisiones de forma capaz y genuinamente libre.

El empoderamiento se lleva a cabo para generar acciones que lleven a aprender qué factores condicionan la salud tanto individual, como colectivamente y elegir las mejores opciones, pero, sobre todo, que sean viables para adoptar estilos de vida

saludables, dentro de un marco de libertad, sin llegar a ejercer una obligación del uso de decisiones ajenas a ellos, sin imponer ideas no propias a la de las personas o las comunidades.

Finalmente, la *Reorientación de los servicios sanitarios*, enfocado no solo a la cuestión médico-biológico, sino que sea un lugar el cual considere al proceso salud-enfermedad como un enfoque multicausal (Organización Panamericana de la Salud, 1986), desde este enfoque complejo lo que se requiere hacer es realizar una exploración desde aspectos sociales, psicológicos, económicos, entre muchos otros y no solo la centralización de los síntomas.

Para ello, se requiere que los profesionales de la salud tengan el compromiso de ver más allá de la perspectiva biomédica, sino desde un enfoque integral, abarcando y llevándolo más allá de los signos y síntomas de las personas, la formación de profesionales capaces de establecer una comunicación bidireccional, escuchar al otro dándole importancia y consensuar decisiones idóneas en las prácticas terapéuticas.

Y con ello, se evitaría la llamada *hiperfrecuentación* (Hoyuelos, 2011), es decir, los pacientes que van frecuentemente a consultas, llevando una carga mayor a los hospitales, pues los médicos se centran en síntomas y en los factores de riesgo como los causantes de la mayor parte de las enfermedades, con lo cual, no es así, ya que hace pensar que la hiperfrecuentación es una señal de que no se está dando una respuesta a las demandas.

Es por ello que el diálogo y la escucha activa de los profesionales de la salud, dentro del sector sanitario es importante para dar respuestas eficaces, a través de la identificación de los factores que pueden estar afectando a las personas, desde el enfoque multidisciplinario y poder dar una solución al problema real que causa molestia y así evitar la hiperfrecuentación y el tiempo disponible de la asistencia, otro problema que se debe tener en cuenta.

Pues al tener un sistema sanitario sobrecargado es insuficiente proporcionar una atención integral, que es lo que se requiere, pero que tanto la hiperfrecuentación

como el tiempo disponible son factores que generan un gran costo económico y un limitante a la población para el acceso a los servicios de salud.

A partir de estas acciones de promoción de la salud y del reconocimiento de los Determinantes sociales de la salud, se observa que el proceso salud-enfermedad, no solo está vinculado con un enfoque médico-biológico (Organización Panamericana de la Salud, 1986), sino que varios elementos van complementando a este proceso que ya no es solo obligación del sector salud trabajar en ello.

Pues desde los gobiernos hasta las comunidades es necesario trabajar en conjunto para mantener un espacio digno para el desarrollo adecuado de las personas, en la creación de condiciones sociales y de salud que permitan tener un nivel de vida saludable, disminuyendo las desigualdades sociales y de salud y con ello aumentar la justicia social.

4.5.1 El enfoque de los determinantes sociales de la salud.

Se ha mencionado anteriormente que a lo largo del tiempo la transición demográfica y epidemiológica, así como los cambios sociales y económicos han impactado y cambiado totalmente el enfoque de salud, pues antes se daba énfasis en curar las enfermedades contagiosas, el cambio en la atención en salud era para disminuir la mortalidad en los nacimientos, entre otros fenómenos que se daban en el pasado.

Sin embargo, actualmente la urbanización, el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles, el envejecimiento, la desigualdad social, la inequidad en los accesos al sector sanitario y otros factores más, son fenómenos que han ido cambiando y con ello la complejidad del proceso salud-enfermedad.

Actualmente, en el siglo XXI el reto de la salud pública y de la promoción de la salud, es darles importancia a los Determinantes Sociales de la Salud (DSS), (Sede Flacso, 2011), el cual ya no hace que la salud sea un enfoque reduccionista

al sólo estudiar lo médico-biológico, sino que va enfocado al paradigma complejo, determinado por una red de factores relacionados entre sí y no sólo ve simplificado los problemas de salud.

Como es el caso de las enfermedades no transmisibles, donde generalmente se atribuye a un nivel individual al mencionar que los factores de riesgo relacionados con el comportamiento individual, como el consumo de alcohol, la inactividad física o una dieta poco saludable sean la causa por la cual va en aumento la prevalencia de estas enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 2018), y que implícitamente colocan como responsable únicamente a los individuos, ignorando las responsabilidades de los gobiernos y de otros determinantes sociales.

La organización Mundial de la salud (Organización Mundial de la Salud, 2019), se refiere a los DSS como:

“Las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, incluido el Sistema de Salud. Esas circunstancias son el resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos a nivel mundial, nacional y local, que depende a su vez de las políticas adoptadas. Los determinantes sociales de la salud explican la mayor parte de las inequidades sanitarias, esto es, de las diferencias injustas y evitables observadas en y entre los países en lo que respecta a la situación sanitaria”

Con ello los factores que influyen en la salud ya no son vistos desde lo médico biológico, sin que existen varios elementos que están interrelacionados y que crean condiciones de vida que ejercen un impacto en la salud (Sede Flacso, 2011), y que la promoción de la salud aborda este conjunto de determinantes que explican la inequidad en el sector salud pues son injustas, pueden ser evitables y potencialmente modificables.

En diversa literatura menciona que los DSS son elementos que están interrelacionados y crean condiciones de vida que ejercen un impacto en la salud considerados *causas de las causas* (Sede Flacso, 2011), de las diversas enfermedades y de las limitaciones al acceso de condiciones saludables en las comunidades.

Algunas de estas *causas de las causas* son las siguientes:

- Pobreza estructural (vivienda y condiciones ambientales).
- Pobreza por ingresos (trabajo).
- Niveles educativos alcanzados.
- Inequidad en la distribución del ingreso y de los recursos sociales disponibles en una sociedad dada.
- Condición de género e identidad de género.
- Condiciones de religiosidad.
- Pertenencia a grupos de minorías sociales o culturales.
- Residencia urbana/rural.

De acuerdo con la lista anterior, se pueden agrupar los DSS en dos tipos, *los determinantes estructurales y los determinantes intermediarios* (Organización Panamericana de la Salud, 2012).

Los *determinantes estructurales*, son aquellos que refuerzan la estratificación de la sociedad y por ende definen la posición económica de las personas, estos determinantes estructurales son el contexto socioeconómico y político, la posición socioeconómica y social (Otero Puime & Zunzunegui, 2016; Ver Fig. 21), donde se muestra un esquema de los DSS, los cuadros de color amarillo y verde se encuentran los determinantes estructurales, los cuales dentro de una sociedad generan desigualdad en conjunto con los determinantes intermediarios que se encuentran en el cuadro azul.

El contexto socioeconómico y político determinan las desigualdades sociales y en salud, pues a través de los elementos de este que son la gobernanza, las políticas públicas en salud, en educación, en alimentación, económicas y del trabajo; así como el tipo de cultura y valores sociales (Otero Puime & Zunzunegui, 2016), son fundamentales ya que determinan la desigualdades que se presentan de manera diferente para cada país, estos factores contextuales configuran lo que es el sistema político-social y que a su vez mantienen las jerarquías sociales, como el

sistema educativo o las instituciones públicas y que repercuten dentro de una sociedad para aminorar la desigualdad social y en salud.

Es fundamental destacar que estos factores pueden reconfigurar los determinantes sociales de la salud a través de las políticas redistributivas (Mizrahi, 2011), entendidas como políticas que intentan disminuir la desigualdad y pobreza de un país, mediante mecanismos como impuestos, tasas y contribuciones, para obtener recursos que se destinan a financiar infraestructura social y económica a sectores rezagados y vulnerables.

Dentro de los determinantes estructurales sobre la posición socioeconómica y social se encuentran los estratificadores sociales (Otero Puime & Zunzunegui, 2016), que son las condiciones que generan la división de las clases sociales, estos estratificadores son:

- *Posición socioeconómica:* La posición económica es uno de los estratificadores más importantes en los DSS, pues conduce a la distribución desigual de salud en la población, los indicadores de la posición económica son la educación, la ocupación y los ingresos de cada persona.

Pues en diversa literatura se ha demostrado que una mejor educación y mejores ingresos económicos, establecen una relación de salud mejor que a diferencia de personas con ingresos bajos (Organización Panamericana de la Salud, 2012), pues las carencias y necesidades de los individuos son más fuertes y más limitados en cuanto a la accesibilidad de los servicios, como el agua, los alimentos, la luz, el acceso a servicios de salud entre otros más.

La ocupación también es un indicador para la salud, pues muchas de las veces se tienen en mayor o menor medida los riesgos en el trabajo, pues no es lo mismo si se trabaja en una mina, donde a veces se cuenta con elementos de seguridad mínimos y por ende el riesgo a tener un accidente es alto, pero a diferencia de

trabajar en una oficina, donde se tiene todos los servicios básicos, con un horario formal y con seguridad social es mejor la paga que con los mineros y esto genera una jerarquía social.

- *Género, raza y etnia*: Estos estratificadores son importantes, pues también se interrelaciona con la posición socioeconómica.

Por género se refiere a lo establecido y construido dentro de la sociedad, las características asignadas a los hombres y a las mujeres (Organización Panamericana de la Salud, 2012), y que se construyen de manera social y cultural.

Estas características recaen de manera negativa tanto en hombres como en mujeres, pues muchas de las veces los modelos construidos para ver de manera diferente a hombres y mujeres limitan realizar actividades que ambas partes pueden hacer.

En consecuencia, se tiene como resultado que mujeres y niñas tengan una mayor carga de discriminación en diferentes ámbitos como en el hogar, en la educación, incluso en el acceso al sistema de salud, violencia laboral, hospitalaria, y en el peor de los casos los feminicidios, entendida como una forma de extrema violencia contra la mujer y una de las manifestaciones más graves de la discriminación hacia ellas (Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres, 2016), que son factores negativos para la salud de cada una de ellas.

Tanto el racismo como el sexismo son una forma de discriminación social y que generan desigualdades en salud. El racismo y la etnia se refieren a grupos sociales que comparten un origen y una cultura (Otero Puime & Zunzunegui, 2016), y que muchas de las veces las limitaciones encontradas son por parte de otro grupo social dominante y que transgreden los derechos de estas personas, ya sea por su color de piel, su idioma o lengua etc.

Como ejemplo se tiene a los grupos indígenas, tribus, entre otros, que en su mayoría se le niega el acceso a la educación a la salud y a otros servicios esenciales para su desarrollo, que de igual manera generan desigualdad social en salud y división social (Otero Puime & Zunzunegui, 2016).

- *Edad y Enfermedad:* Ambos estratificadores son una forma de discriminación, el cual fomentan la exclusión social y la participación en diferentes áreas (Otero Puime & Zunzunegui, 2016), como son los grupos de personas mayores, personas con capacidades diferentes y personas con alguna enfermedad, como las personas con VIH/SIDA, personas con síndrome de Down, o que usan silla de ruedas entre otras y que limitan o de plano no tienen una participación en ningún ámbito.

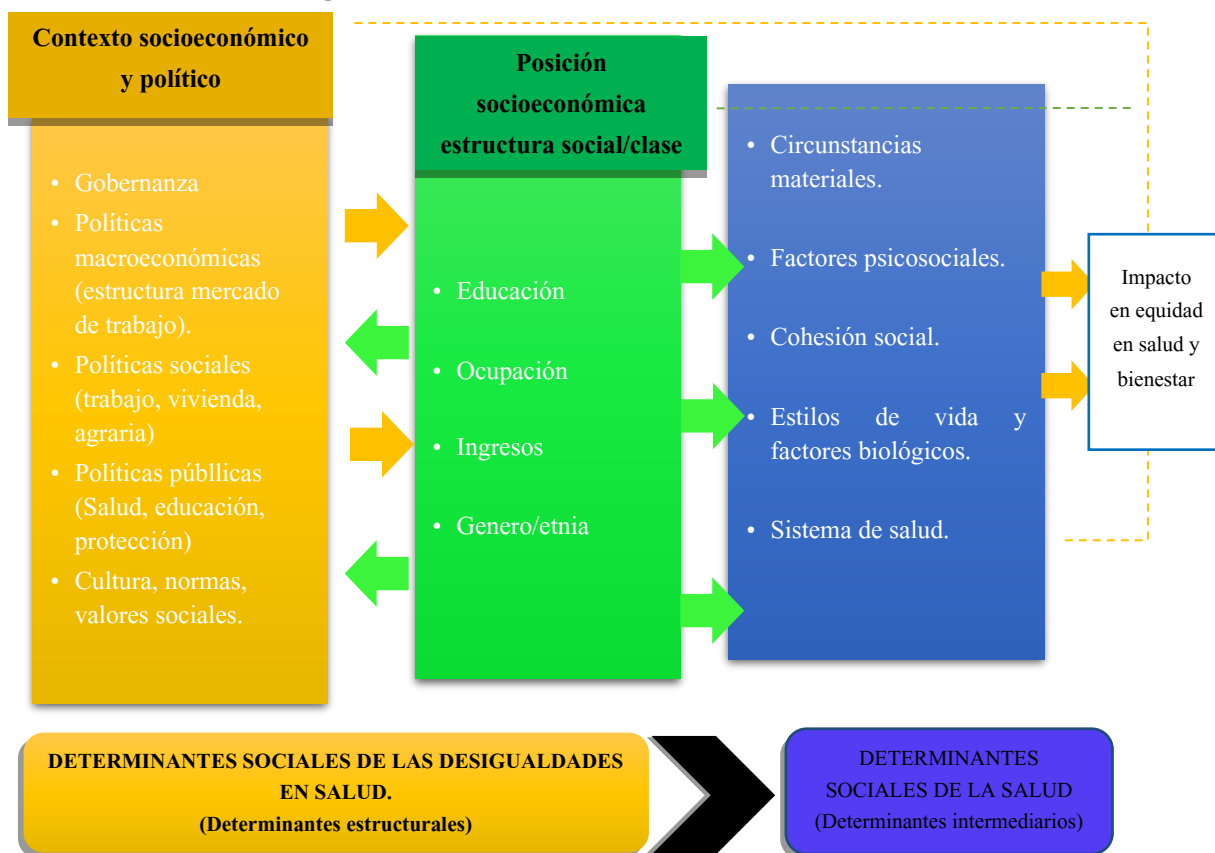
Por otra parte, dentro de los DSS se tienen los determinantes intermedios de la salud, que son aquellos que se van distribuyendo, según la estratificación social (Organización Panamericana de la Salud, 2012), y estos determinan las diferencias en cuanto a la vulnerabilidad que las personas tienen sobre las condiciones riesgosas para la salud.

Estos determinantes intermedios son las circunstancias materiales, psicosociales, factores conductuales, biológicos y el mismo sistema de salud que integran a este grupo de determinantes (Organización Panamericana de la Salud, 2012), los cuales en la imagen siguiente están dentro del cuadro color azul, conocidos como determinantes intermediarios. Dentro de este grupo de determinantes intermediarios encontramos seis grupos, los cuales a continuación se explicarán:

- *Circunstancias materiales:* Son aquellos en los cuales se encuentran en el entorno físico, como la vivienda, el lugar de trabajo, las condiciones en que las personas trabajan, los medios para poder adquirir alimentos, ropa, etc.

- *Circunstancias psicosociales*: Son las relaciones que se van formando dentro del entorno físico (redes sociales), la respuesta al estrés y al enfrentarse a situaciones de la vida y apoyo social.
- *Estilos de vida*: O también conocidos como factores conductuales, las cuales son las acciones hábitos que las personas toman y que pueden o no ser saludables, como el consumo de drogas, alcohol, tabaco.
- *Factores biológicos*: se refieren a las condiciones genéticas, la edad y el sexo.
- *Cohesión social*: se refiere a la integración de la comunidad (Otero Puime & Zunzunegui, 2016), al ser unida y participativa genera una percepción de confianza, solidaridad y respeto entre los integrantes de esta.
- *Sistema de salud*: Las características de cada sistema sanitario y la organización de este es muy importante, pues mediante esto se da o no la accesibilidad y utilización de los servicios en menor o gran medida (Otero Puime & Zunzunegui, 2016).

Fig.21 Determinantes Sociales de la Salud.



Fuente: Sastre Paz M., 2016.

En respuesta a la preocupación por cómo las inequidades en salud van en aumento, la OMS estableció en el 2005 la Comisión de los Determinantes Sociales de la Salud (CDSS), el cual propone tres recomendaciones generales para disminuirlas, estas son:

- Mejorar las condiciones de vida cotidiana.
- Luchar contra la distribución desigual del poder de los recursos económicos, como materiales.
- Medir y analizar el problema.

Esas desigualdades e inequidades en salud que se pueden evitar, son el resultado de los DSS que a su vez están determinadas por las fuerzas políticas sociales y económicas (Sede Flacso, 2011), pues el desarrollo de una sociedad se ve reflejado a través del estado de salud de la población, es decir, por la distribución de las enfermedades dentro de un país.

Pues las desigualdades, las injusticias, la mala salud, la pobreza entre otras más, son provocadas por una repartición desigual de los recursos económicos, humanos y del poder a nivel mundial y nacional (Sede Flacso, 2011), por ello, las injusticias que causan que las condiciones de vida de las personas se hagan visibles, como la educación, el acceso a la atención sanitaria, la vivienda etc. son limitadas en un país, y que, sobre todo, condicionan a que las personas tengan un desarrollo mínimo en un ambiente poco o nada saludable, pues las políticas sociales y de salud son deficientes para las necesidades actuales de las diferentes poblaciones.

4.5.2 La complejidad de las enfermedades cardiovasculares y el reto de la promoción de la salud.

Dicho todo lo anterior, el impacto que ha tenido las Enfermedades Cardiovasculares, a nivel mundial es diferente, pues para algunos países estas patologías, son la principal causa de muerte a nivel nacional, para otros países la hambruna, o las muertes por la violencia son la principal lucha para erradicarlas, sin embargo, en las Enfermedades Cardiovasculares también se han tomado acciones, pero como se ha dicho anteriormente, son acciones que han resultado efectivas para otros países, pero para otros más son ineficientes, a partir de la desigualdad dada de los recursos.

Por ello, el reto de la promoción de la salud será abordar los problemas de salud desde una perspectiva integral, donde involucre al gobierno, a las organizaciones no gubernamentales y a las comunidades para que sean partícipes en el desarrollo saludable de la población y del individuo.

Como se vio anteriormente, la promoción de la salud constituye un proceso político y social (Hoyuelos, 2011), que comprende acciones para modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas para así poder disminuir o aminorar el impacto de la desigualdad e inequidad en salud colectiva e individual.

El reto de la promoción de la salud es trabajar con profesionales de diferentes disciplinas, porque la salud no es un fenómeno ajeno a muchos otros hechos como los cambios sociales o el medio ambiente, estas estrategias deberán ir enfocadas a todos los sectores de la población y, sobre todo que sean impacto positivo para el desarrollo de una vida saludable, mitigando las desigualdades en salud.

A pesar de saber que en la mayoría de las enfermedades no transmisibles crónicas, como las Enfermedades Cardiovasculares, los estilos de vida influyen en el desarrollo de estas y sabiendo que pueden modificarse (Organización Mundial de la Salud, 2017), la promoción de la salud a nivel individual tiene estrategias en

las cuales pueden saber a través de estudios la presencia de los factores de riesgo y como inciden en los individuos.

Tratando así de localizar a las personas que pueden tener mayor probabilidad de padecer o desarrollar comorbilidades, en este caso con las Enfermedades Cardiovasculares, mantener a las personas con un menor riesgo de desarrollo de este grupo de enfermedades, a partir de la prevención y de la educación para la salud (Castellano, 2014), para que controlen la presión arterial, puedan tener hábitos de dieta saludables en cuanto a la disminución de sal y azúcares,

Esto a través del aprendizaje de la información nutrimental, el aumento de la actividad física y en conjunto el trabajo de la promoción de la salud para promover políticas de entornos saludables, adoptando estilos de vida cardiosaludables desde la infancia, en los diferentes niveles de educación, empezando por el nivel básico, hasta en entornos de trabajo y en la vejez. Exigir a las grandes empresas que ayuden mediante la proporción de información para saber qué y cuánto se consume en sus productos (Castellano, 2014).

Esta y otras estrategias más en la intervención de las Enfermedades Cardiovasculares, es necesario que la promoción de la salud se incluya en los diversos sectores para asociarse y poder crear cambios positivos a nivel individual como poblacional.

La promoción de la salud como multidisciplinaria, no solo se puede enfocar en las políticas de salud, sino que también, puede intervenir en sectores que tengan un impacto igual de grande, como en la educación, el desarrollo urbano, el comercio de alimentos con cantidades mayores de grasas saturadas y azúcares, así como el transporte.

Y con ello poder así reducir las enfermedades cardiovasculares, por otra parte, otro tipo de estrategias en las que puede incluir a la promoción de la salud es a través de la comunicación y la educación, mediante la Educación para la Salud (Hoyuelos, 2011), para que las personas puedan aprender y afrontar las

enfermedades y lesiones crónicas, mediante los profesionales de salud, comerciales, y dentro de las instituciones de salud.

Un elemento importante dentro de la promoción de la salud es la *equidad*, pensado como un valor en el cual se vea la distribución de los recursos a las personas que más lo necesitan y no a las personas que ya tienen los recursos y los medios (Hoyuelos, 2011), pues a partir de la distribución desigual de los recursos van aumentando las desigualdades en salud y por ello la equidad como un factor que contribuye a aumentar o disminuir las brechas en las condiciones de salud de las diferentes poblaciones, pues a nivel global la mayoría de los países favorecidos para la erradicación de las enfermedades son los países desarrollados, quienes se benefician de los programas de prevención, promoción y en la disminución de riesgos para padecer algún tipo de enfermedades crónicas.

Por lo anterior, la promoción de la salud debe tener una perspectiva ética, ante las decisiones que se toman (Hoyuelos, 2011), a partir del respeto a las creencias y costumbres que tienen, no imponiendo ideas, creer en la autonomía de las personas, promoviendo la justicia social.

Así, en conclusión, mientras más justa sea una sociedad, su población será más saludable y con ello las brechas de desigualdad irán disminuyendo, para que así la creación de entornos saludables pueda ser una realidad, como una de las acciones de promoción de la salud. Sin embargo, hay mucho camino que hacer para que la promoción de la salud sea una realidad no solo en la mitigación de la desigualdad entre culturas y por género, sino que también entre países, donde la distribución de enfermedades es desigual.

La promoción de la salud, como un enfoque complejo, es un gran reto, el cual implica que todos sus elementos se encuentran relacionados y en constantes cambios (Hoyuelos, 2011), por lo que será necesario de profesionales que puedan dar solución desde la multidisciplina, encontrando alternativas o soluciones a las necesidades de las poblaciones.

5. METODOLOGÍA

5.1 Introducción al estudio

Este proyecto se realizó en el Instituto Nacional de Cardiología “*Ignacio Chávez*”, institución pública, la cual se encarga del estudio, diagnóstico y el tratamiento de los diferentes padecimientos del corazón y del aparato circulatorio dando aportaciones de investigación a partir de una visión integral de los problemas cardiológicos (Instituto Nacional de Cardiología- Ignacio Chávez, 2019).

Este centro hospitalario es también una institución innovadora en la investigación de ciencia básica, como de tipo clínica aplicada, cuenta con una escuela superior, donde se enseña cardiología, en sus diferentes niveles para la formación de médicos e investigadores en esta disciplina.

Dentro de este hospital existen varios departamentos de investigación, entre ellos se encuentra el *Departamento de Investigación Sociomédica de las Enfermedades Cardiovasculares*, el cual se encarga de realizar investigación en relación con las enfermedades cardiovasculares y protocolos de investigación vinculados con los determinantes sociales de la salud.

Dentro de este departamento hay varios trabajos realizados y vinculados con el tema de las Enfermedades Cardiovasculares, entre ellos está este trabajo, llamado originalmente “*A systematic approach to analyze the social determinants of cardiovascular disease*” (*un enfoque sistemático para analizar los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular*), (Martínez García, 2018), donde se aplica el uso de las redes como una herramienta para el análisis de los determinantes sociales de las Enfermedades Cardiovasculares el cual, la Doctora Mireya Martínez García estuvo a cargo del proyecto.

La investigación se llevó a cabo con un enfoque cualitativo basado en la utilización de redes semánticas, que a su vez fueron basadas en la utilización de taxonomías predeterminadas creadas por expertos para explicar la organización de la información.

Las redes semánticas, como se explicó en el capítulo anterior, son representaciones estructuradas en una red, para este trabajo de tesis la red contiene palabras que corresponden a nodos y conexiones que corresponden a características compartidas, así como, estructuras de grupos de palabras fuertemente interrelacionados que luego se caracterizaron en subredes.

En consecuencia, la metodología seguida en esta tesis fue la siguiente, primero se reunió un *corpus*, es decir, el conjunto de palabras de los textos, extraídos de la base de datos *PubMed*, para todos los documentos relacionados con los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular, como se indica en los clasificadores correspondientes de términos médicos o conocido en inglés como *Medical Subject Heading*, que es el vocabulario que emplea varias bases de datos biomédicos para procesar información, estos pueden ser definiciones, referencias cruzadas, sinónimos y listas de palabras relacionadas.

Luego se realizó una curación del corpus para descartar el contenido no relevante para este trabajo y así codificar el contenido de la información, utilizando técnicas manuales y automatizadas. Una vez que estuvo listo el corpus ya curado, se construyó una red semántica y dos subredes, utilizando la co-ocurrencia o vinculación de los términos MeSH como enlaces, posteriormente se realizó un análisis topológico de dichas redes para encontrar asociaciones entre los diferentes Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares.

Finalmente, para proporcionar contexto a tales interrelaciones, el estudio incluye un análisis detallado de redes específicas para hombres y para mujeres, así como una red emergente, el cual proporciona información relevante sobre las diferencias que existen entre hombres pero que en mujeres no están estudiadas.

Por último, se discutió los principales hallazgos de todas estas etapas con el objetivo de contribuir a generar un marco integral para los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares y el género en la literatura científica.

Comprender cómo se produce la interacción de los determinantes sociales, ambientales y de género en las Enfermedades Cardiovasculares, sería útil para la

formulación de estrategias políticas de salud pública y de promoción de la salud cardiovascular.

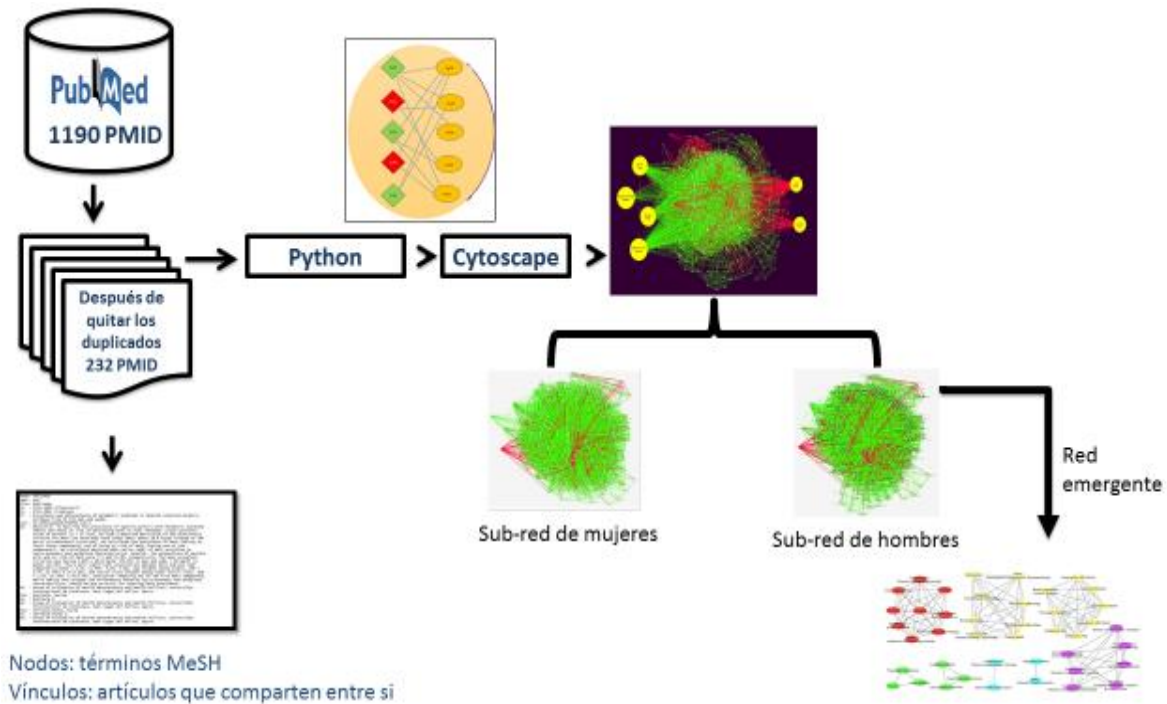
Para este trabajo de tesis se seleccionó este caso de estudio para explorar las asociaciones entre los principales determinantes sociales que se diferencian por género, publicados recientemente en la literatura científica. El objetivo fue encontrar qué relaciones significativas se encuentran entre aquellos que ayudarán a tener una visión más completa de este fenómeno complejo al proporcionar un marco relacional.

Para poder descubrir tales relaciones, se utilizó inicialmente un enfoque de minería de datos de la literatura, seguido de un análisis de redes de las interrelaciones entre diferentes determinantes sociales de la salud de las enfermedades cardiovasculares.

El enfoque de minería se llevó a cabo en la base de datos PubMed/MEDLINE para obtener referencias de los diferentes estudios que se han publicado sobre los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular. El corpus estructurado y analizado consistió en alrededor de 1190 artículos categorizados mediante el descriptor de contenido Medical Subheadings, durante los años de 1980 hasta 2016, encontrando 1229 nodos y 18451 aristas en una red sin procesar, es decir sin limpiar aquellos datos que no sirven para este trabajo.

En la figura 22 se muestra un diagrama de cómo se realizó el proceso de la construcción de la red global y posteriormente de las sub-redes, así como de la red emergente, esto a través de la minería de la literatura y el uso de programas como *Phyton* y *Cytoscape*.

Fig.22 Etapas para la construcción de la red global.



Fuente: *Elaboración propia.*

El proceso sistemático utilizado en esta tesis se puede resumir brevemente en una serie de etapas de estudio, primero se describe brevemente la metodología usada para obtener la red global o principal, para lo cual, este trabajo se basa.

Posteriormente se describe el proceso por el cual surgen las sub-redes a partir de la red global y la red emergente para este trabajo formalmente. Este proceso está configurado de la siguiente manera:

5.2 Etapas del proceso de metodología

5.2.1 Etapa I: Minería de la literatura científica.

Primero, se realizó la búsqueda automatizada y de recuperación de información sobre la base de datos integral y confiable PubMed/MEDLINE, que es la base de datos más grande de literatura biomédica del mundo (Martínez García, 2018), se realiza a partir de indexar o registrar ordenadamente los datos, es decir, utilizando los términos MeSH, que son las palabras o frases que representan términos biomédicos específicos de la literatura científica relacionada con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares, esto se hizo a partir del año de 1980 y hasta julio del 2015.

Se utilizaron los modelos de cienciometría, formados por los términos clave sistemáticos, es decir, los términos MeSH (Siqueiros García, 2014), desarrollados por la Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., particularmente por la base de datos llamada *PUBMED* del Centro Nacional de Información Biotecnológica (*NCBI*), que es la base mayor que contiene datos de la literatura biomédica de todo el mundo.

En la siguiente figura (Fig. 23), se observa cómo se hizo la búsqueda de los términos MeSH en la base de datos de PubMed. Con una flecha roja se señala el número de resultados que se hizo con la búsqueda *Social Determinants of Health AND Cardiovascular Disease*, en el rectángulo anaranjado se observa la búsqueda en relación de los Determinantes Sociales de la Salud y las Enfermedades Cardiovasculares, en rectángulo morado se observa que no se hizo ningún filtro de búsqueda y finalmente en el rectángulo verde se muestra el número de documentos que había por año.

Fig.23 Búsqueda de los términos MeSH.

The screenshot shows the PubMed search interface. The search bar contains the text "Social Determinants of Health AND Cardiovascular diseases". Below the search bar, the results are displayed in a list format. A red arrow points to the text "Items: 1 to 20 of 973". A green box highlights a "Results by year" bar chart showing a peak in 1980. The search details section shows the MeSH query: "social determinants of health" [MeSH Terms] OR "social" [All Fields] AND "determinants" [All Fields] AND "health" [All Fields] OR "social determinants of health" [All Fields].

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la búsqueda manual o automática a través del motor de PubMed, la búsqueda se extiende automáticamente a través de todos los términos MeSH. Esta base de datos de índices altamente estructurada es un recurso extremadamente valioso para los esfuerzos de extracción de literatura de alto rendimiento, como el que se presenta aquí.

En algunos casos, la clasificación MeSH incluye el mismo término dos veces, por lo cual se usó un asterisco (*) para identificarlas. Esas entradas se refieren a un término MeSH reconocido como un tema principal importante de un artículo. A los efectos de este estudio, dichos términos se trataron como entidades separadas y se analizaron en consecuencia.

Los resultados de la búsqueda en PubMed se guardaron en un documento o base de datos de texto simple para luego seguir con el procedimiento de minería de literatura computacional. Finalmente se realizó un curado del corpus de artículos

científicos para eliminar a aquellos que estuvieran repetidos o que no estuvieran relacionados con el tema en particular de este trabajo.

En resumen, para realizar la red global, lo que se hizo fue recuperar la búsqueda en PubMed, para posteriormente ordenar y almacenar la información en una base de datos.

5.2.2 Etapa II: Procesamiento a lenguaje natural.

Para esta etapa, se usó un código de Python previamente desarrollado para diseñar la estructura de línea de base para el análisis de la red, que más tarde se visualizó con el programa Cytoscape, una plataforma de software para análisis basados en redes.

Al tener los resultados de la búsqueda de PubMed, estos se guardaron en un documento de base de datos llamado *Mongodb* de texto sin formato, para luego realizar el procedimiento de minería de la literatura computacional utilizando el programa *Python*, este programa sirvió para extraer la información en un documento ya estructurado en una red, con la librería *Python* de *NetworkX*.

Todo el código fuente relacionado para el procesamiento de texto general se puede encontrar en:

https://github.com/CSB-IG/literature/tree/master/text_processing, el código específico para este trabajo se encuentra en <https://github.com/CSB-IG/bibliometrics>.

Como se menciona anteriormente, en el marco teórico, el análisis de redes es un método de investigación innovador pues permite mostrar los vínculos o interacciones que existen en los diferentes sistemas que se estudien. Para este trabajo en particular, el análisis de redes será para poder revelar las interconexiones ocultas entre los diferentes Determinantes Sociales de la Enfermedad Cardiovascular (DSECV).

5.2.3 Etapa III: Construcción de la red global.

Para la construcción de la red, se analizó el corpus de los Determinantes Sociales de las enfermedades cardiovasculares (DSECV), utilizando la teoría de redes. Los métodos de investigación basados en el análisis de redes proporcionan una vista integral que permite el descubrimiento de asociaciones e interacciones entre las diferentes características capaces de representar un sistema determinado.

En este trabajo de tesis, el análisis de redes semánticas estuvo destinado a revelar las interconexiones ocultas o que no fueran evidentes entre los DSECV y el género, con el fin de identificar las interrelaciones entre los términos MeSH relacionados con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares y el género, se creó un mapa de conectividad a partir del corpus curado de artículos científicos, en estos mapas de conectividad se construyeron de modo que los nodos de origen y destino fueran los términos MeSH, que se identificaron en los artículos del corpus curado.

Posteriormente se trazó un enlace entre estos nodos, siempre y cuando, dos artículos compartieran los términos MeSH, mientras más términos MeSH se comparten el enlace entre los nodos será más fuerte y, por lo tanto, se asume que existe una mayor conexión entre esos documentos.

Para la identificación de las interrelaciones de los términos MeSH con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares, se generó una red a partir del corpus curado de los documentos científicos biomédicos que fueron publicados entre los años de 1980 y 2015, donde los nodos de la red son los términos MeSH y su arista o vínculo de estos nodos son la relación que comparten con otros términos MeSH, el enlace de estos nodos se hará más fuerte si hay un mayor número de términos MeSH compartidos.

Los enlaces utilizados en la construcción de la red fueron los PMID de cada publicación, es decir, los identificadores numéricos únicos de cada artículo científico, en la siguiente figura (Fig. 24), el PMID del documento "*Reducing the*

global burden of Cardiovascular Disease, Part 2: Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease”, se encuentra el PMID encerrado en un rectángulo rosa.

Fig.24 Los PMID de los artículos científicos.

The image shows a screenshot of a PubMed article page. The article title is "Reducing the Global Burden of Cardiovascular Disease, Part 2: Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease." The authors listed are Leong DP¹, Joseph PG², McKee M², Anand SS², Teo KK², Schwalm JD², Yusuf S². The PMID 28860319 is highlighted with a pink box. The abstract text is visible, and the page includes navigation and search options.

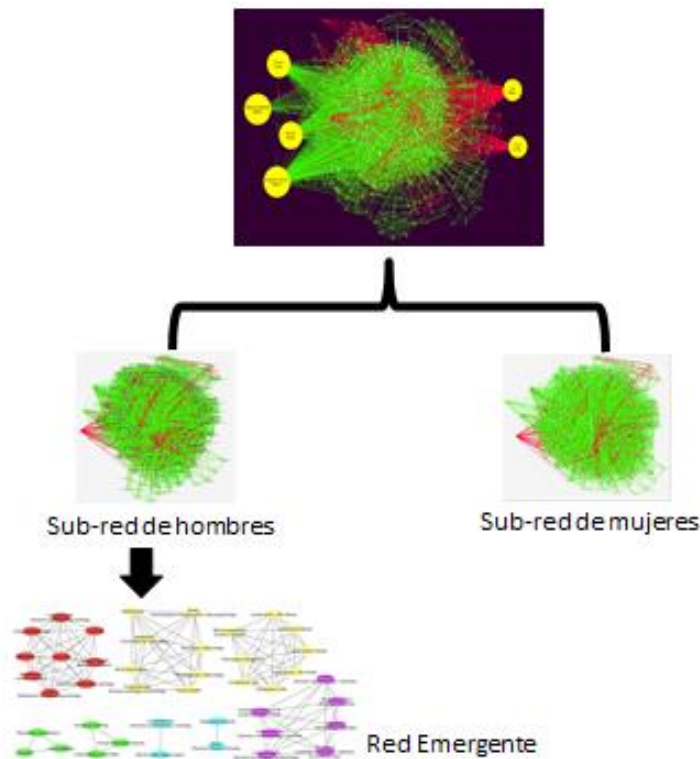
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Etapa IV: Construcción de las sub-redes.

Una vez teniendo la red global, se realizó una filtración de los MeSH para poder asegurar la comparabilidad entre las sub-redes futuras que pudieran construirse con todos sus vínculos y nodos, es decir, los primeros vecinos y de forma no dirigida se produjeron las sub-redes.

Una vez teniendo la red global, en el programa de *Cytoscape* se obtuvieron las sub-redes de hombres y mujeres y la red emergente para poder observar las interacciones y diferencias que existen entre ellas y que en la literatura no son aún mencionadas (Ver Fig. 25).

Fig. 25 Red global, sub-redes y la red emergente.

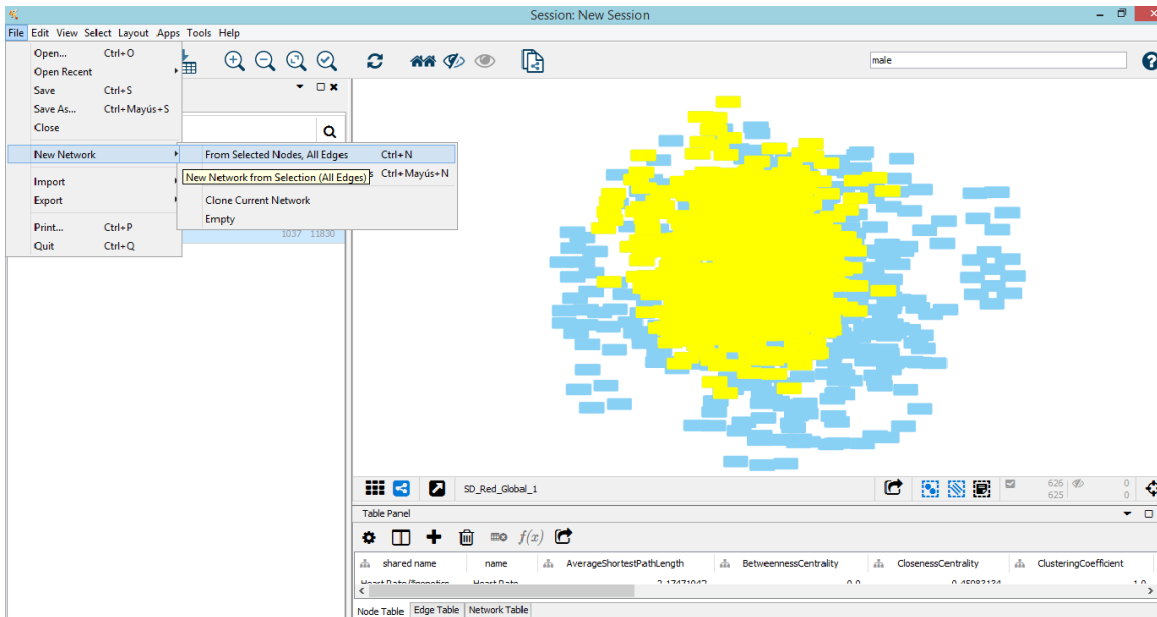


Fuente: *Elaboración propia.*

Primero, al tener el código de la red global, esta se cargó al programa de *Cytoscape* para poder visualizarla y sobre todo obtener datos estadísticos sobre la red, de igual manera en ese programa se puede editar la red, es decir, cambiarle los colores y otras propiedades visuales de esta.

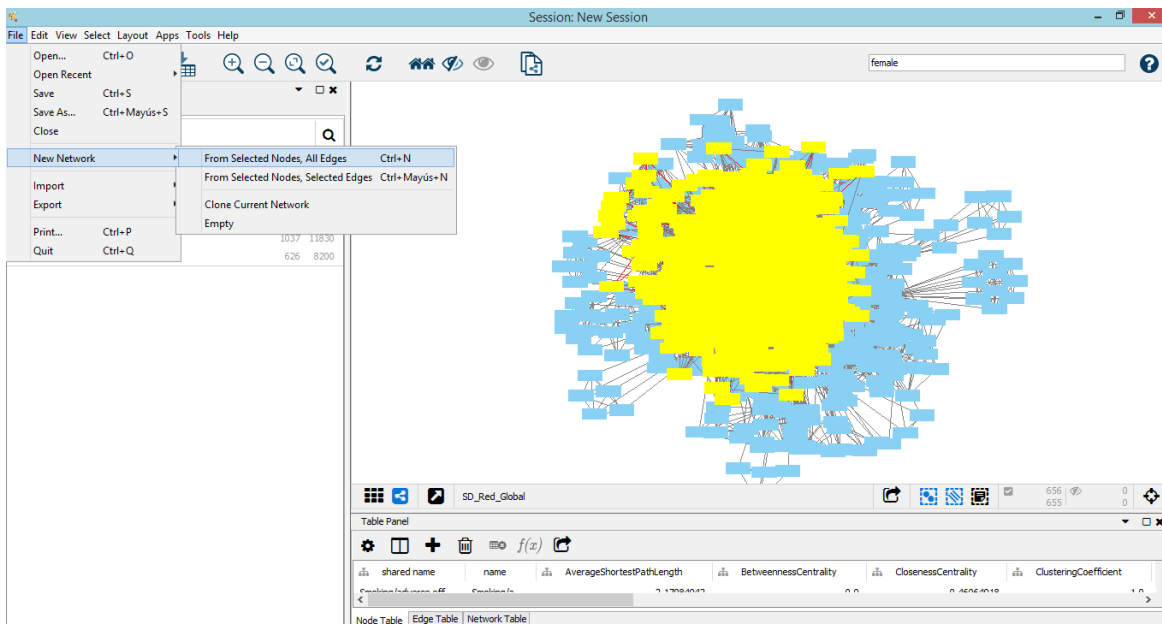
Posteriormente al cargar la red principal se sacaron dos nuevas redes, primero se puso en el buscador del programa *Cytoscape* la palabra *Male* y luego la palabra *Female*, masculino y femenino en inglés para que el programa solo tomara los nodos y vínculos de esas dos sub-redes y así poder generarlas, luego en la pestaña de *File>New Network>From selected nodes, All Edges*, para obtener la sub-red de hombres y de mujeres (Ver Fig. 26 y 27). Posteriormente se les cambiaron el nombre a las dos sub-redes y se guardaron en un archivo de *Cytoscape*.

Fig. 26 Pasos para obtener la sub-red de hombres.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 27 Pasos para obtener la sub-red de mujeres.



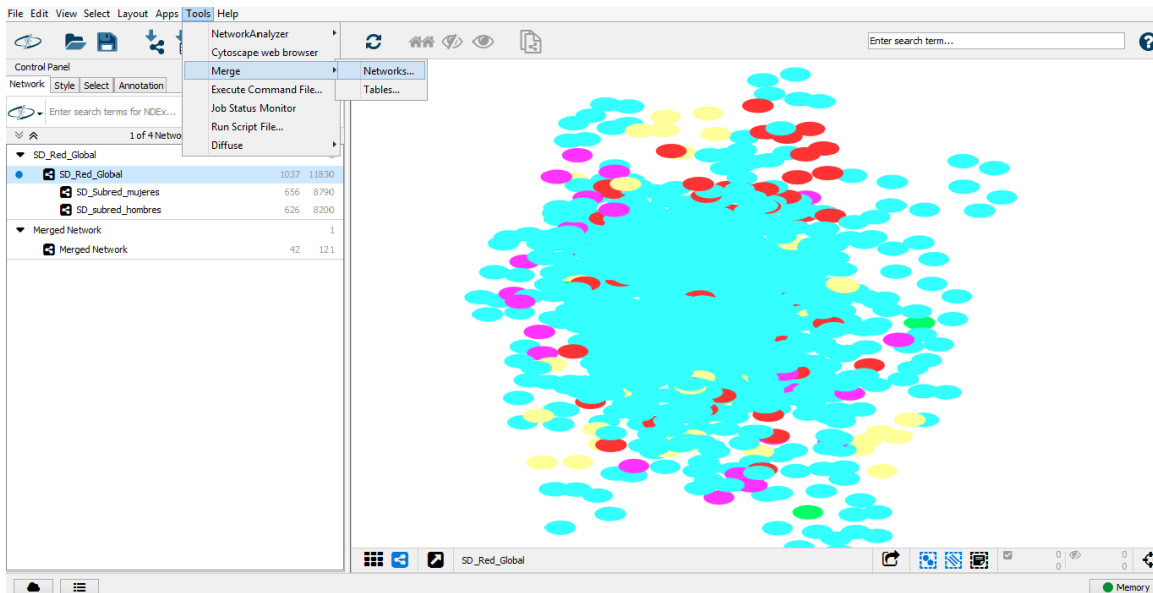
Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Etapa V: Construcción de la red emergente.

Al tener las dos subredes se generó por último la red emergente, que servirá más adelante para poder analizar las diferencias encontradas de los nodos y sus vecinos en hombres, pero no en mujeres para el estudio de los DSECV.

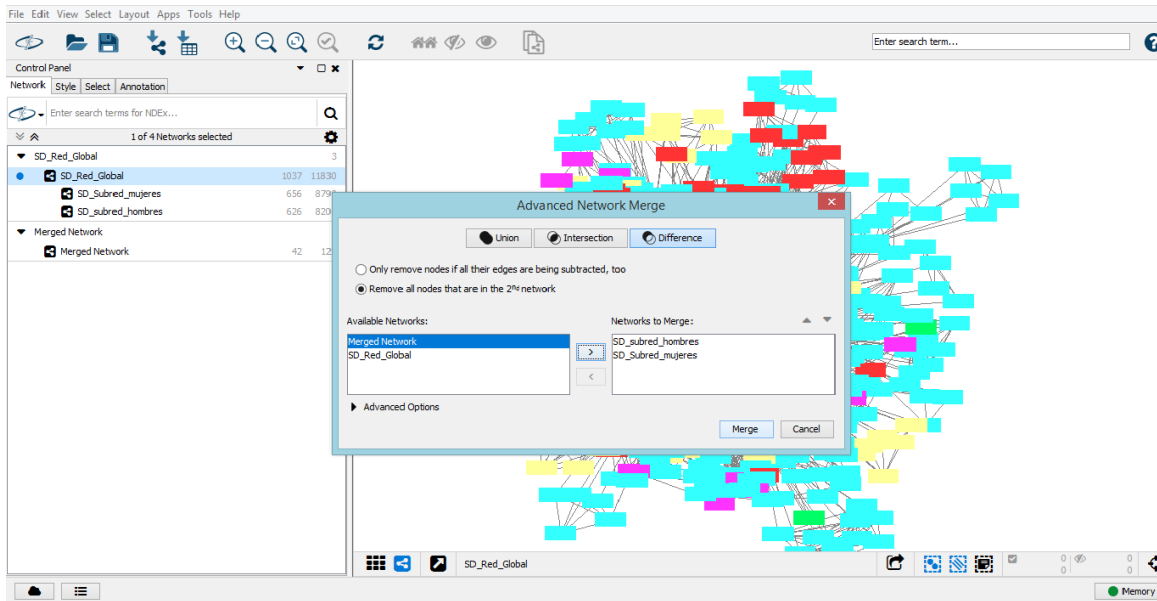
Para obtener esta red emergente, lo que se hizo fue seleccionar la red global y luego ir a la pestaña llamada *Tools>Merge>Networks*, (Ver Fig.27), posteriormente saldrá un cuadro, dentro de este, viene tres rectángulos, para este caso, lo que se quiere saber son las diferencias de la red, entonces se selecciona *Difference* y se selecciona el círculo que indica que quite nodos y vínculos de la segunda red, finalmente se seleccionan las dos sub-redes y se da click en *Merge* para obtener finalmente la red emergente (Ver Fig. 28).

Fig. 28 Primer paso para visualizar la red emergente.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 29 Selección de pasos para visualizar la red emergente.



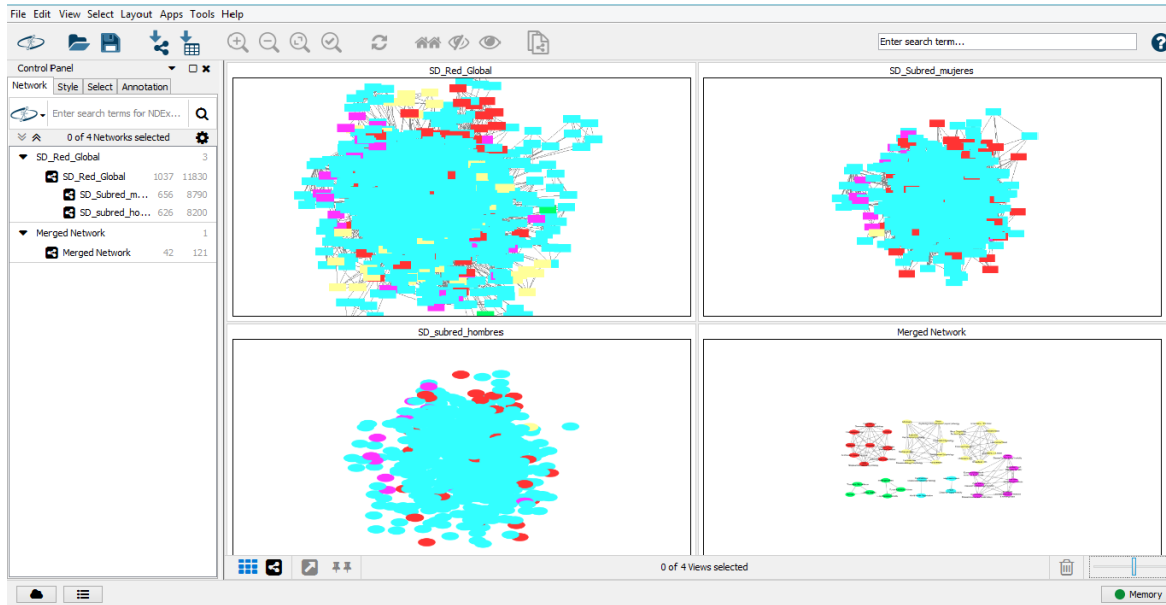
Fuente: Elaboración propia.

En último lugar, al tener la red global, las dos sub-redes de hombres y de mujeres y la red emergente (Ver Fig. 29), como siguiente paso fue el análisis de cada una de las redes a partir de los resultados dados por el propio programa (*Cytoscape*), pues al generar las subredes y la red emergente, al mismo tiempo se pudieron obtener los resultados estadísticos para cada una de las redes.

Este proceso para sacar el análisis de cada una de las redes se hizo primero con las dos sub-redes, luego con la red emergente, no se hizo con la red global, pues como se mencionó anteriormente, la red global ya está analizada en un trabajo de investigación previo, pero en el apartado de resultados viene el análisis de esta red.

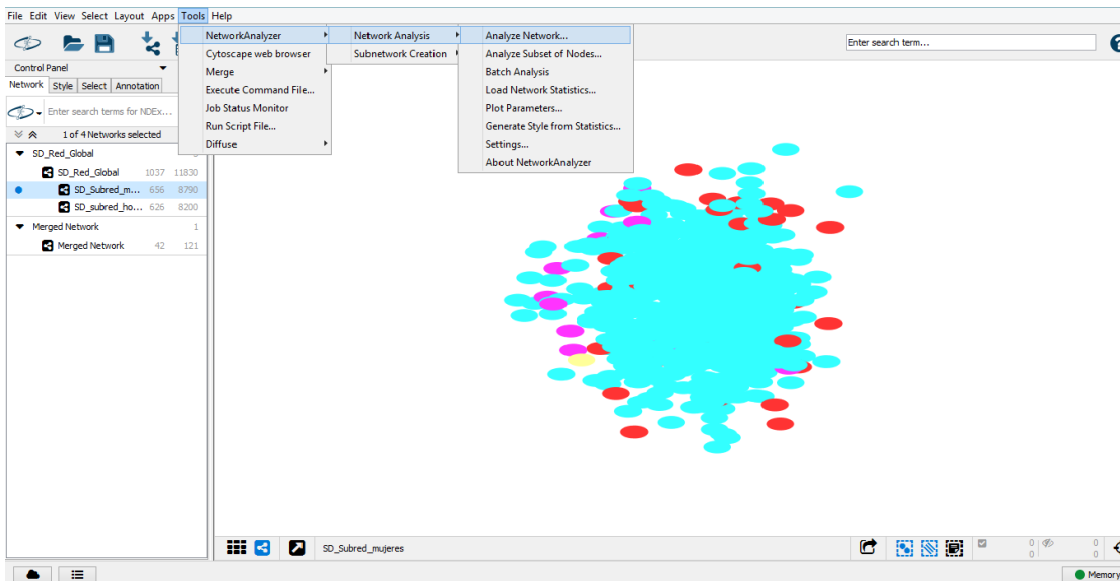
Para sacar los resultados estadísticos de cada red, lo que se hizo primero fue seleccionar una de las redes, ir a la pestaña *Tools>Network Analysis>Analyze Network* (Ver Fig.29), posteriormente seleccionar en el cuadro que aparece *Treat the network as undirected* (Ver Fig.30), ya que las redes son de tipo no dirigidas, es decir, que las conexiones son simétricas a diferencia de las redes dirigidas que su conexión va a una sola dirección.

Fig. 30 Obtención de las cuatro redes.



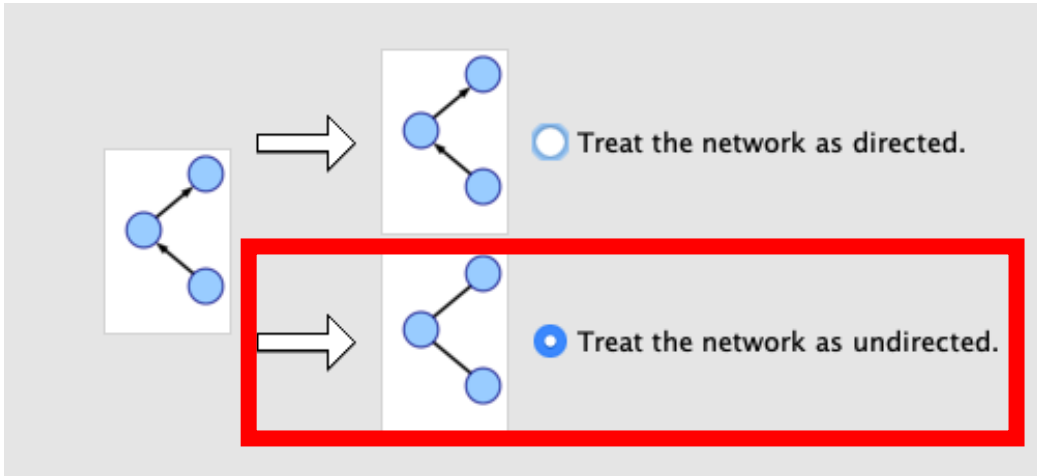
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 31 Pasos para analizar las sub-redes.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 32 Selección de la red no dirigida.



Fuente: *Elaboración propia.*

6. Resultados

Para la comprensión de las interrelaciones entre los elementos de la red semántica se analizaron a partir de la determinación de los patrones de conectividad local y global de la red, es decir, las características topológicas como son: el número individual y global de conexiones (llamado, grado), la asignación de estas conexiones a los diferentes nodos (distribución de grados), qué tan importantes son ciertos nodos en las redes (medidas de centralidad), etc. son las que se utilizaron para discutir la importancia relativa y la interacción de las diferentes características relacionadas con los DSECV entre hombres y mujeres.

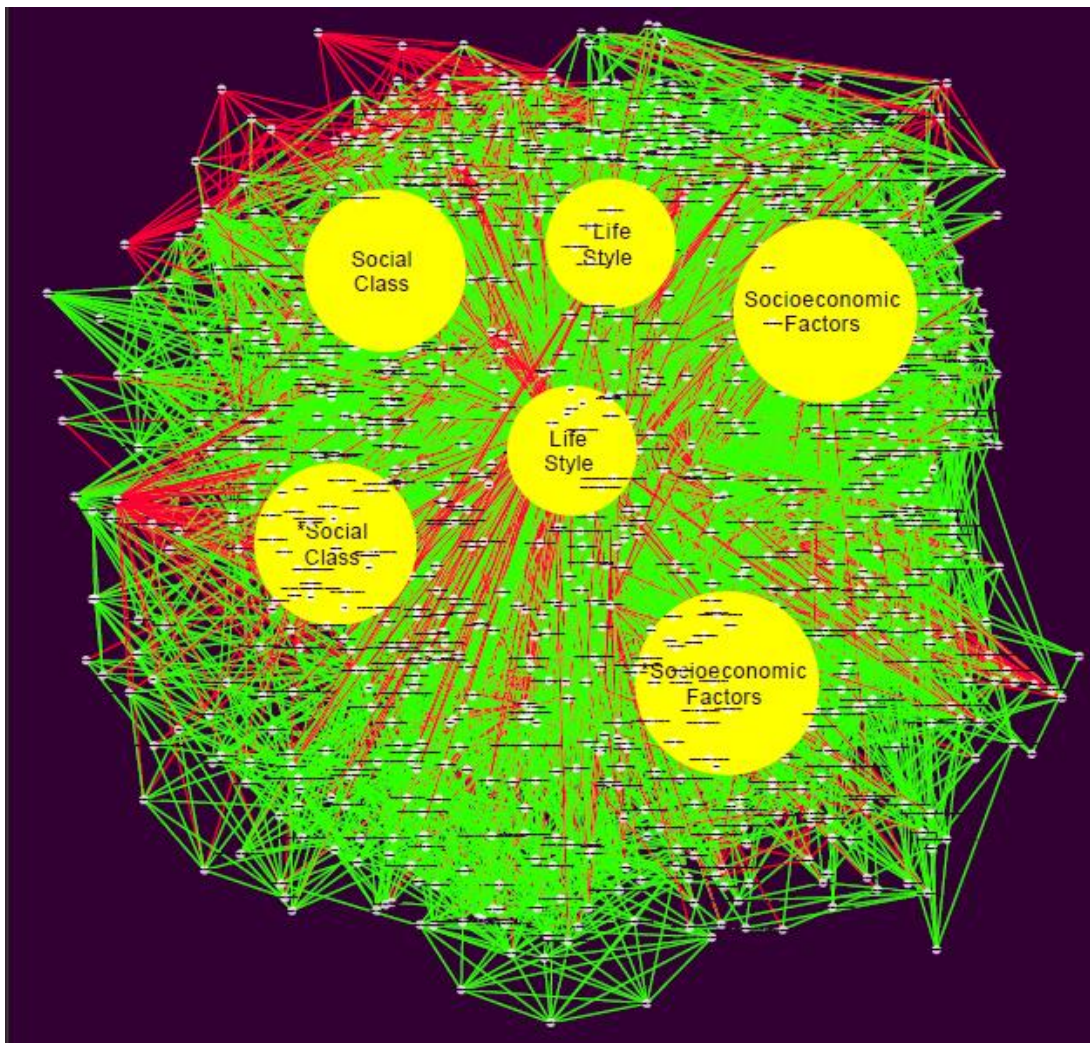
Para la red global, los datos encontrados en la investigación que se hizo anteriormente fue que se encontró con 1.037 nodos y 11.830 aristas, es una red muy grande, su coeficiente de agrupamiento es de 0.880, tiene una longitud corta de 2.327, su centralización de la red es de 0.611 y el promedio de vecinos es de 22.816.

Dentro de la red global se encontraron nueve términos importantes, pues son los que en la red se encuentran con mayor grado de conexión, estos diez términos son:

- *Femenino* (k = 655)
- *Hombre* (k = 625)
- *Edad media* (k = 582)
- *Factores de riesgo* (k = 546)
- *Adulto* (k = 532)
- *Envejecido* (k = 445)
- *Factores socioeconómicos* (k = 327)
- *Clase social* (k = 214)
- *Estilo de vida* (k = 172)

Estos términos tienen un promedio mayor de conectividad, es decir, estos nodos son nodos altamente conectados (Martínez García, 2018). En la red se observa que términos como *Factores socioeconómicos*, *Clase social* y *Estilo de vida* son importantes dentro de los determinantes sociales (Ver Fig.33), ya que los factores socioeconómicos y la clase social, como se mencionó en la sección de los determinantes sociales de la salud, son factores que determinan las desigualdades sociales, pero que puede cambiar la situación a partir de acciones que disminuyan la desigualdad y pobreza.

Fig.33 Visualización de la red global.



Fuente: Martínez García, 2018.

Después de analizar las propiedades estructurales de la red semántica global, se observó que está densamente conectado, lo cual significa que hay más de mil términos relacionados con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares y que hay un gran número de interconexiones entre ellos, contando con casi doce mil interconexiones.

Esto implica que, en el nivel semántico proporcionado por los identificadores MeSH, el problema de los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares es bastante compleja, pues una cantidad grande de variables y dependencias entre ellas deben considerarse como análisis, dirigidos al diseño de políticas públicas y las intervenciones de planificación de la atención médica.

6.1 Resultados desagregados por etapas.

6.1.1 Etapa I: Minería de la literatura científica.

Para la construcción de la red global, la búsqueda arrojó 1,190 artículos relacionados con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares, luego de que se revisaron los títulos y los resúmenes, sólo se seleccionaron 232 PMID. Se incluyeron solo artículos que contenían al menos un MeSH relacionado con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares como: síndrome coronario agudo, infarto de miocardio, cardiopatía y angina de pecho. Se excluyeron los artículos relacionados con factores de riesgo cardiovascular conocidos (obesidad, tabaquismo, inactividad física, diabetes mellitus, estrés, síndrome metabólico, hipertensión, colesterol) o determinantes sociales para algunas comorbilidades como: fiebre reumática, enfermedades pulmonares, lupus eritematoso, cáncer, neumonía, demencia y enfermedad de Parkinson, porque no contenían términos MeSH que estuvieran relacionados con los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares.

6.1.2 Etapa II: Construcción de la red global.

De la red global que se mostró anteriormente (Ver Fig.33), se realizó una tabla con los primeros 45 términos MeSH que tienen un mayor grado de conectividad en esta red (ver Tabla 3), observando que los factores de riesgo tienen un grado de conectividad de 90, es decir que hay una relación fuertemente mayor de las Enfermedades Cardiovasculares y el término Factores de Riesgo, seguido de salud global con un grado de 82, masculino como tercer lugar con un grado de 78 y en cuarto lugar se tiene a la palabra femenino con un grado de 76.

Tabla 3. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la red global (original).

Name	Degree
Risk Factors	90
*Global Health	82
Male	78
Female	76
Adult	67
Global Health	65
Middle Aged	62
Socioeconomic Factors	60
Aged	57
Life Style	55
*Social Class	49
Risk Assessment	48
*Health Status Disparities	47
Child	43
Social Determinants of Health	41
Health Behavior	40
Health Transition	39
Educational Status	38
Age Distribution	37
Social Class	36
*Developing Countries	36
Residence Characteristics	36

Cardiovascular Diseases/*epidemiology/prevention & control	34
*Life Style	34
Time Factors	33
Population Surveillance	32
Poverty	32
Health Policy	30
Demography	28
Cause of Death	28
*Mortality	27
Cost of Illness	25
Chronic Disease	25
Anthropometry	25
*Socioeconomic Factors	25
Chronic Disease/*epidemiology	25
Child, Preschool	25
Chronic Disease/ethnology	24
Cardiovascular Diseases/*epidemiology	24
*Social Conditions	23
Smoking/epidemiology	23
Communicable Diseases/ethnology	23
Urban Population/*statistics & numerical data	22
Comorbidity	22
Public Health	22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la red global (traducida).

Nombre	Grado
Factores de riesgo	90
*Salud Global	82
Masculino	78
Femenino	76
Adultos	67
Salud Global	65
Edad media	62
Factores Socioeconómicos	60
Vejez	57
Estilo de vida	55
*Clase Social	49
Evaluación de riesgos	48
*Disparidades del estado de salud	47
Niños	43
Determinantes sociales de la salud	41
Comportamiento de salud	40
Transición de la salud	39
Estado educativo	38
Distribución de la edad	37
Clase social	36
*Países en desarrollo	36
Características de la residencia	36
Enfermedades cardiovasculares/*epidemiología/prevencción y control	34
*Estilo de vida	34
Factores de tiempo	33
Vigilancia de población	32
Pobreza	32
Políticas de salud	30
Demografía	28
Causa de muerte	28
*Mortalidad	27
Costo de la enfermedad	25
Enfermedades crónicas	25
Antropometría	25
*Factores socioeconómicos	25

Enfermedades crónicas/*epidemiología	25
Niño, preescolar	25
Enfermedad crónica/etnología	24
Enfermedad cardiovascular/*epidemiología	24
*Condiciones sociales	23
tabaquismo/epidemiología	23
Enfermedades transmisibles/etnología	23
Población urbana/*estadísticas y datos numéricos	22
Comorbilidades	22
Salud pública	22

Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Etapa III: Construcción de las sub-redes.

Debido a que el objetivo general de este trabajo es realizar un análisis basado en una búsqueda sistemática de la información científica publicada sobre los determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular entre hombres y mujeres, se analizó toda la red global para crear 2 subredes basadas en los siguientes términos MeSH y sus primeros vecinos, estas dos sub-redes fueron de hombres y otra de mujeres, donde los nodos de cada red representan los términos MeSH sobre los determinantes sociales de la salud.

A continuación, se presenta una descripción detallada de los resultados para ambas sub-redes.

- Sub-Red de Hombres.

Después de un procedimiento de curación manual, obtuvimos una red, la cual denominamos red de Hombres, que también es bastante compleja, pues se encontró que esta red cuenta con 626 nodos y 8200 enlaces o vínculos (Ver Fig. 34), los cuales, en la tabla 4 vienen los primeros 45 nodos con mayor conexión, donde el primer lugar tenemos al nodo *femenino* con un grado de 655, seguido del nodo *masculino* con un grado de 625, en tercer lugar, está el nodo *edad media* con un grado de 582, en cuarto lugar, tenemos a los *factores de riesgo* con un grado de 546, estos nodos tienen una mayor vinculación con los hombres.

Cabe resaltar que los términos *factores socioeconómicos*, *clase social* y *estilo de vida*, que son elementos de los determinantes sociales de la salud tienen un grado de 327, 214 y 172 respectivamente y tienen una fuerte vinculación con la sub-red de hombres, es decir, tienen una relación muy estrecha con los DSECV y los hombres pues esto indicaría que estos nodos son determinantes que intervienen para tener alguna enfermedad cardiovascular.

A diferencia de lo que la literatura nos dice, los términos o nodos *estilo de vida* y *diabetes mellitus* tienen un grado de 66 y 68, es decir son términos que no están tan relacionados fuertemente con las Enfermedades Cardiovasculares, como en la literatura se considera como importantes para tener una Enfermedad Cardiovascular, pues en una investigación llamada: “*Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo en atención primaria*”, donde se confirma que la elevada prevalencia de los factores de riesgo como el tabaquismo, diabetes mellitus o hipertensión arterial son frecuentes en varones y ancianos.

Tabla 4. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de hombres (original).

SUB-RED DE HOMBRES	
Name	Degree
Female	655
Male	625
Middle Aged	582
Risk Factors	546
Adult	532
Aged	445
Socioeconomic Factors	327
*Social Class	214
Life Style	172
Social Class	163
Adolescent	161
Child	148
Age Factors	141
Young Adult	139
*Health Status Disparities	139
Sex Factors	135
Educational Status	131
Health Behavior	130
Aged, 80 and over	127
*Health Status	120
Risk Assessment	113
Sex Distribution	111
Social Support	106

Cause of Death	100
Time Factors	99
Residence Characteristics	98
Health Status Disparities	97
Comorbidity	92
Age Distribution	87
Hypertension/epidemiology	84
*Global Health	82
Cardiovascular Diseases/*epidemiology	82
Health Status	81
*Mortality	79
Child, Preschool	78
Infant, Newborn	77
*Health Behavior	76
Social Determinants of Health	75
Exercise	74
Chronic Disease	73
*Social Determinants of Health	72
*Women's Health	72
Health Knowledge, Attitudes, Practice	70
Diabetes Mellitus/epidemiology	68
*Life Style	66

Fuente: Elaboración propia.

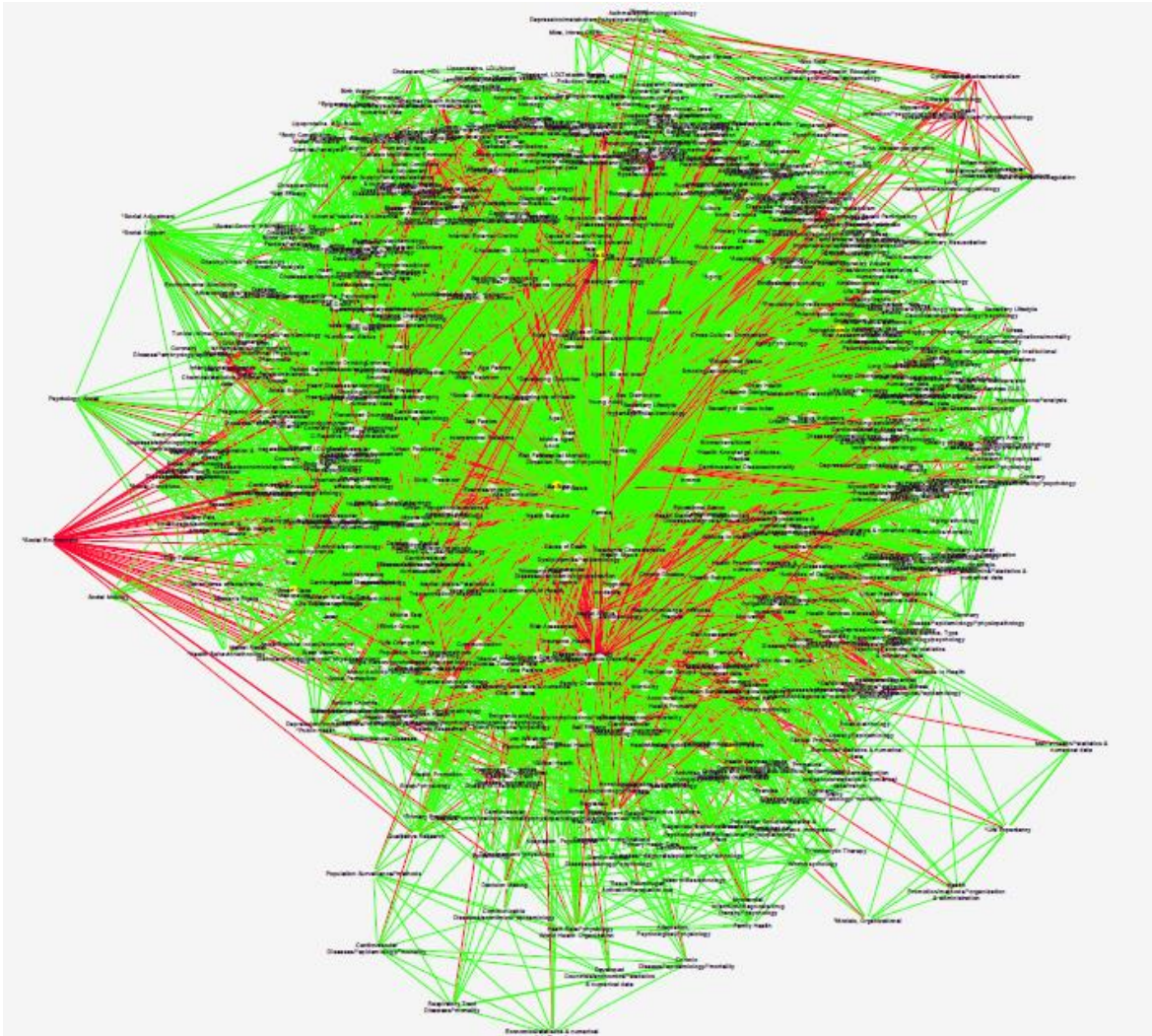
Tabla 4.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de hombres (traducida).

SUB-RED DE HOMBRES	
Nombre	Grado
Femenino	655
Masculino	625
Edad media	582
Factores de riesgo	546
Adulto	532
Vejez	445
Factores Socioeconómicos	327
*Clase social	214
Estilo de vida	172
Clase social	163
Adolescente	161
Niño	148
Factores de edad	141
Joven adulto	139
*Disparidades en el estado de salud	139
Factores sexuales	135
Nivel educativo	131
Comportamiento de salud	130
Vejez, 80 años y más	127
*nivel de salud	120
Evaluación de riesgos	113
Distribución del sexo	111
Apoyo social	106
Causa de muerte	100
Factores de tiempo	99
Características de la residencia	98
Disparidades en el estado de salud	97
Comorbilidades	92
Distribución de la edad	87
Hipertensión/epidemiología	84
*Global Health	82
Enfermedad cardiovascular/*epidemiología	82
Estado de salud	81
*Mortalidad	79
Niño, preescolar	78
Recién nacido	77
*Comportamiento de salud	76

Determinantes sociales de la salud	75
Ejercicio	74
Enfermedad crónica	73
*Determinantes sociales de la salud	72
*Salud de la mujer	72
Conocimiento, actitudes y práctica en salud	70
Diabetes Mellitus/epidemiología	68
*Estilo de vida	66

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 34 Visualización de la Sub-red de hombres.



Fuente: *Elaboración propia.*

- Sub-red de mujeres.

La sub-red de mujeres cuenta con 656 nodos y 8790 enlaces, es un poco más grande que la sub-red de hombres (ver Fig.35), los primeros cinco nodos con mayor conectividad y que se muestran en la tabla 5.1 son: femenino con un grado de 655, masculino con 625, edad media con 582 factores de riesgo con 546 y adulto con 532.

Mientras que los factores socioeconómicos, clase social y estilo de vida cuentan con un grado de 327, 214 y 172 respectivamente iguales a la sub-red de hombres.

Para los nodos de diabetes mellitus y epidemiología y estilo de vida, tiene un grado de 68 y 66 respectivamente, estos valores son similares con la sub-red de hombres.

Tabla 5. Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de mujeres (original).

SUB-RED DE MUJERES	
Name	Degree
Female	655
Male	625
Middle Aged	582
Risk Factors	546
Adult	532
Aged	445
Socioeconomic Factors	327
*Social Class	214
Life Style	172
Social Class	163
Adolescent	161
Child	148
Age Factors	141
Young Adult	139
*Health Status Disparities	139
Sex Factors	135
Educational Status	131
Health Behavior	130
Aged, 80 and over	127
*Health Status	120
Risk Assessment	113
Sex Distribution	111
Social Support	106
Cause of Death	100
Time Factors	99
Residence Characteristics	98
Health Status Disparities	97
Comorbidity	92
Age Distribution	87
Hypertension/epidemiology	84
*Global Health	82
Cardiovascular Diseases/*epidemiology	82
Health Status	81
*Mortality	79

Child, Preschool	78
Infant, Newborn	77
*Health Behavior	76
Social Determinants of Health	75
Exercise	74
Chronic Disease	73
*Social Determinants of Health	72
*Women's Health	72
Health Knowledge, Attitudes, Practice	70
Diabetes Mellitus/epidemiology	68
*Life Style	66

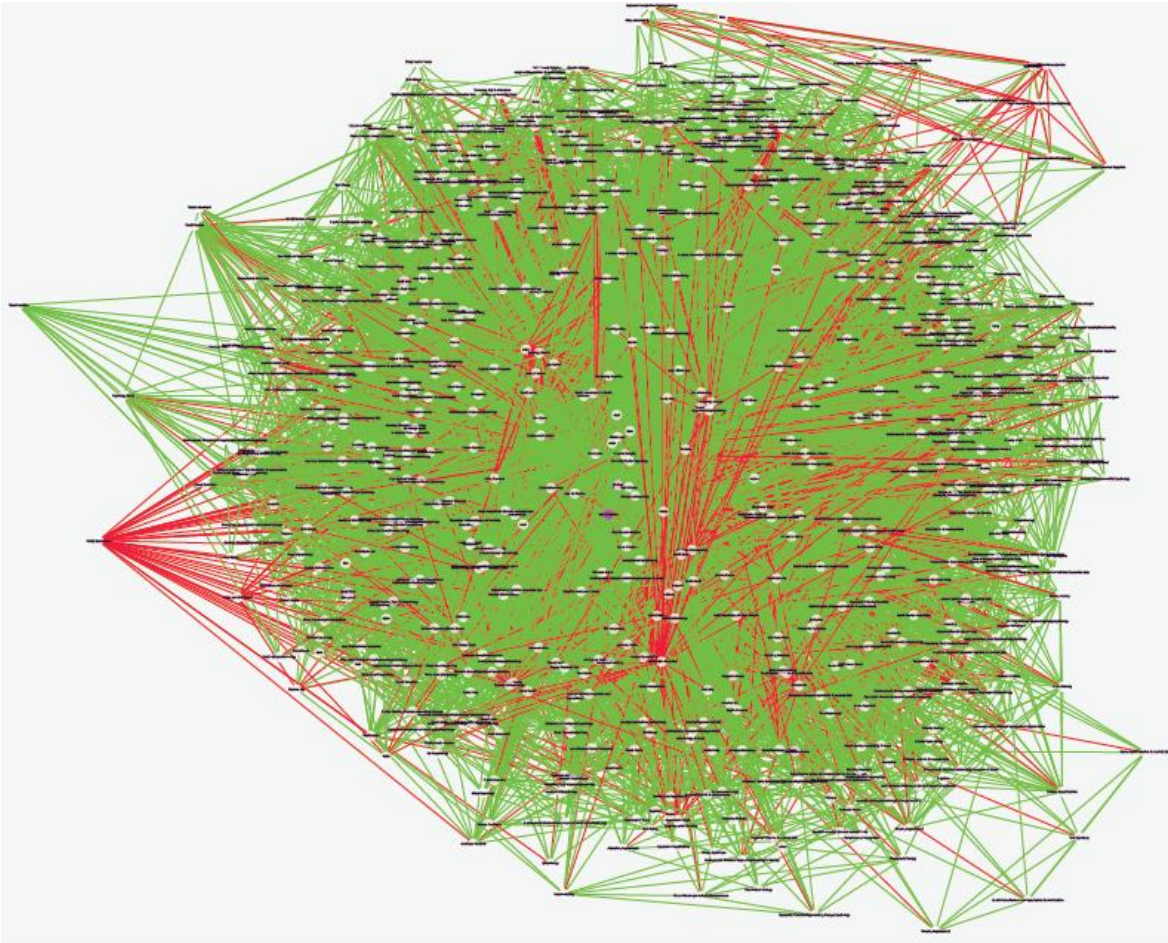
Tabla 5.1 Los 45 términos MeSH con mayor grado de la sub-red de mujeres (traducida).

SUB-RED DE MUJERES	
Nombre	Grado
Femenino	655
Masculino	625
Edad media	582
Factores de riesgo	546
Adulto	532
Vejez	445
Factores socioeconómicos	327
*Clase social	214
Estilo de vida	172
Clase social	163
Adolescente	161
Niño	148
Factores de edad	141
Joven adulto	139
*Disparidades en el estado de salud	139
Factores sexuales	135
Nivel de educación	131
Comportamiento de salud	130
Vejez, 80 años y más	127
*Estado de salud	120
Evaluación de riesgos	113
Distribución del sexo	111
Apoyo social	106
Causa de muerte	100
Factores de tiempo	99
Características de la residencia	98
Disparidades del estado de salud	97
Comorbilidades	92
Distribucion de edad	87
Hipertension/epidemiologia	84

*Salud global	82
Enfermedades cardiovasculares/*epidemiología	82
Estado de salud	81
*Mortalidad	79
Niño, preescolar	78
Niño recién nacido	77
*Comportamiento de salud	76
Determinantes sociales de la salud	75
Ejercicio	74
Enfermedades crónicas	73
*Determinantes sociales de la salud	72
*Salud de la mujer	72
Conocimientos, actitudes y prácticas en salud	70
Diabetes Mellitus/epidemiología	68
*Estilo de vida	66

Fuente: Elaboración propia.

Fig.35 Visualización de la Sub-red de Mujeres.



Fuente: *Elaboración propia.*

6.1.4 Etapa IV: Construcción de la red emergente.

En esta red emergente se muestran los nodos de la sub-red de hombres, que no están en la sub-red de mujeres.

Los resultados encontrados para la red emergente son que tiene un número de 42 nodos y 121 enlaces, automáticamente en el programa de *Cytoscape* al sacar la red emergente, esta se agrupo en 8 componentes (Ver Fig. 36), los cuales están agrupados conforme al número de grado de mayor a menor, mostrando que en el

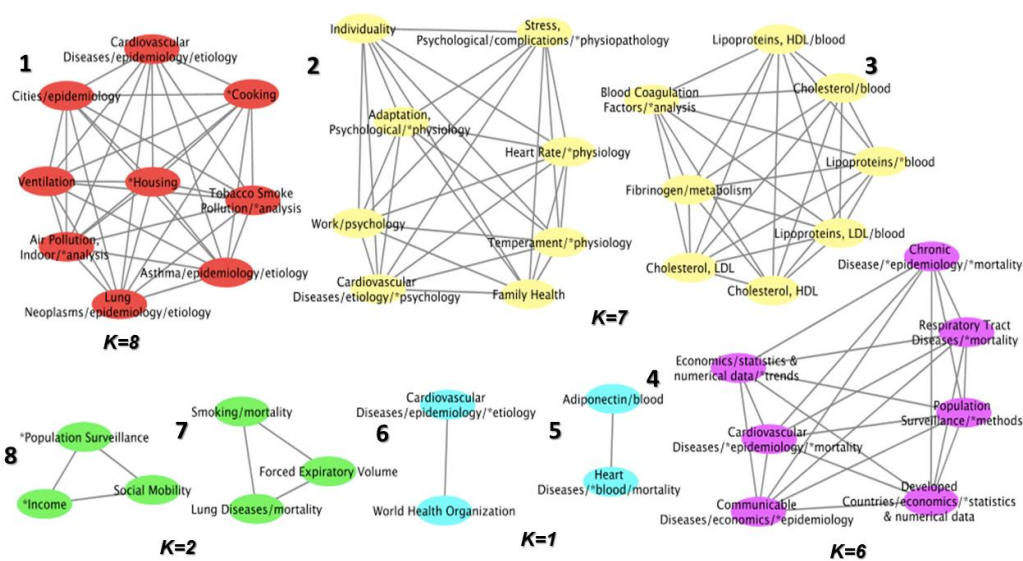
primer componente tenemos nodos como enfermedades cardiovasculares, ventilación, contaminación y humo de cigarro, estos nodos tienen una conectividad alta a diferencia de los otros componentes, contando con un grado de 8.

Para el componente 2 y 3 se tiene un grado de 7, algunos de estos nodos son individualidad, psicología, salud familiar, adaptación psicológica y fisiológica, para el componente con el número 3 sus nodos son de exámenes bioquímicos, como colesterol LDL y HDL, factores de coagulación sanguínea, lipoproteínas LDL y HDL.

Para el componente número 4 con un grado de 6 se tienen nodos que se relacionan con los factores económicos, estos nodos son: Enfermedad crónica, epidemiología, mortalidad, economía, países desarrollados, datos numéricos y estadísticas.

Los componentes 5 y 6 tienen un grado de 1, estos nodos de cada componente son Adinopectina, enfermedades del corazón, enfermedades cardiovasculares y se incluye a la Organización Mundial de la Salud, para el componente 7 y 8 tienen un grado de 2, algunos de estos nodos de los componentes son: mortalidad por tabaquismo, vigilancia poblacional, ingresos y movilidad social.

Fig. 36 Visualización de la red emergente.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Lista de los nodos de la red emergente.

RED EMERGENTE	
Nombre	Grado
Cardiovascular diseases, epidemiology, etiology	8
Cooking	8
Housing	8
Ventilation	8
Tabaco Smoke, pollution, *analysis	8
Asthma, epidemiology, etiology	8
Lung, Neoplasms, epidemiology, etiology	8
All pollution, Indoor, analysis	8
Cities epidemiology	8
Individuality	7
Stress, Psychological, Complications, fisiopatología	7
Adaptations, psychological, physiology	7
Heart rate, Physiology	7
Work, psychology	7
Temperament, Physiology	7
Cardiovascular, Diseases, Etiology, Psychology	7
Family Health	7
Lipoproteins, HDL/blood	7
Blood coagulations factors, analysis	7
Cholesterol Blood	7
Fibrinogen, metabolism	7
Lipoproteins, blood	7

Lipoproteins LDL, blood	7
Cholesterol LDL	7
Cholesterol HDL	7
Chronic Disease, Epidemiology, mortality	6
Respiratory tract, Diseases, mortality	6
Populations, surveillance, methods	6
Developed countries, economics, statistics & numerical data	6
Communicable diseases, economics, epidemiology	6
Cardiovascular diseases, epidemiology, mortality	6
Economics, statistics & numerical data, trends	6
Smoking mortality	2
Forced expiratory volumen	2
Lung diseases, mortality	2
Populations Surveillance	2
Social Mobility	1
Income	1
Adinopectin, blood	1
Heart diseases, blood, mortality	1
Cardiovascular diseases, epidemiology, etiology	1
World Health Organization	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.1 Lista de los nodos de la red emergente (traducida).

RED EMERGENTE	
Nombre	Grado
Enfermedades cardiovasculares, epidemiología, etiología	8
Cocina	8
Alojamiento	8
Ventilación	8
Tabaco, humo, ventilación, análisis	8
Asma, epidemiología, etiología	8
Pulmón, neoplasias, epidemiología, etiología	8
Toda la contaminación, interior, análisis	8
Epidemiología de las ciudades	8
Individualidad	7
Estrés, psicología, complicaciones, fisiopatología	7
Adaptaciones, psicología y fisiología	7
Frecuencia cardiaca, fisiología	7
Trabajo, psicología	7
Temperamento, fisiología	7
Enfermedades Cardiovasculares. Etiología, psicología	7
Salud familiar	7
Lipoproteínas, HDL/sangre	7
Factores de coagulación sanguínea, análisis	7
Colesterol en sangre	7

Fibrinógeno, metabolismo	7
Lipoproteínas, sangre	7
Lipoproteínas LDL, sangre	7
Colesterol LDL	7
Colesterol HDL	7
Enfermedad crónica, epidemiología, mortalidad	6
Vías respiratorias, enfermedades, mortalidad	6
Población, vigilancia, métodos	6
Países desarrollados, economía, estadísticas y datos numéricos	6
Enfermedades transmisibles, economía, epidemiología	6
Enfermedades cardiovasculares, epidemiología, mortalidad	6
Economía, estadísticas y datos numéricos tendencias	6
Mortalidad por tabaquismo	2
Volumen expiratorio forzado	2
Enfermedades pulmonares, mortalidad	2
Vigilancia poblacional	2
Movilidad social	2
Ingresos	2
Adipopectina, sangre	1
Enfermedades del corazón, sangre, mortalidad	1
Enfermedades cardiovasculares, epidemiología, etiología	1
Organización Mundial de la Salud	1

Fuente: *Elaboración propia.*

7. CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones de la investigación.

El uso de técnicas de análisis de datos masivos nos permitió encontrar una serie de conexiones no triviales entre términos interconectados de las redes semánticas para los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares y el género. Estas relaciones pueden ser relevantes para obtener una comprensión más profunda de los problemas sociales y ambientales asociados con las enfermedades cardiovasculares que a menudo se pasan por alto.

El enorme aumento de la incidencia de enfermedades cardiovasculares a nivel mundial (que se está convirtiendo en una epidemia de proporción mundial) exige de diversas acciones inmediatas de las agencias de salud pública enfocadas a acciones puntuales de promoción de la salud, como son estrategias que empiecen desde la infancia con un entorno saludable, donde a los niños se les enseñe los hábitos saludables en la alimentación, mediante juegos, y otros materiales didácticos donde también se incluyan actividades con los padres de familia y los profesores; estrategias con los adultos y personas de la tercera edad teniendo una red social donde puedan ayudarse entre ellos con sus testimonios e información que se les proporcione.

Si bien la relación de los fenómenos bien conocidos como los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares y el género, han sido reconocidos como un tema complejo de investigación durante algún tiempo y se ha logrado avanzar en este tema, aún existe la necesidad de integrar el vasto cuerpo de literatura en el campo para reconocer algunas de estas complejidades que surgen de la interacción de los diferentes factores involucrados en este tema. Pues hay que recordar que las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de mortalidad en el mundo (OMS, 2018), pero siempre se menciona que los factores de riesgo y los estilos de vida son las causas principales de aquellas patologías.

Sin embargo, existen muchos factores asociados con la etiología, la incidencia y la evolución de tales enfermedades, por ejemplo, las cuestiones sociales y

ambientales las cuales constituyen un componente importante y, a menudo, pasado por alto en estudios epidemiológicos tradicionales, pues a pesar de que estos temas son parte del contexto médico-biológico, deberían trabajar en conjunto con las diferentes disciplinas para que puedan observar como los diferentes factores que rodean este tipo de patologías no son solo entorno a lo médico, pues como se observó, hay un diferencia en cuanto la presentación de la enfermedad, tanto en hombres como en mujeres.

Mencionado lo anterior, mediante el marco integrador del enfoque de la Promoción de la Salud se podrá plantear estrategias que incidan en los determinantes sociales de la salud modificables y no modificables y, sobre todo, generar acciones que modifiquen las condiciones en las que las personas se desarrollan, a partir de la igualdad y equidad en la distribución de bienes y recursos.

Por ello es necesario comprender en mayor medida cómo se produce la interacción de los determinantes sociales, ambientales y de género en las enfermedades cardiovasculares. Esto sería útil para la formulación de estrategias políticas de salud pública y de promoción de la salud cardiovascular, sin excluir las investigaciones de los fenómenos sociales y ambientales como causas de las Enfermedades Cardiovasculares, pues en general se enfocan a los síntomas y estilos de vida de las personas, pues para el enfoque biomédico lo principal es saber qué factores de riesgo son los que inciden a nivel individual y con ello dar tratamiento farmacológico como una posible solución.

A partir de los *Factores socioeconómicos, Clase social y Estilo de vida*, términos que dentro de la red son importantes (Ver Fig.33), son factores que determinan las desigualdades sociales, pero que pueden cambiar la situación a partir de acciones que disminuyan la desigualdad y pobreza con medidas que incluyan estudios de disciplinas como la sociología, antropología, la medicina social, la epidemiología crítica

Esto implica que, en el nivel semántico proporcionado por los identificadores MeSH, el problema de los Determinantes Sociales de las Enfermedades Cardiovasculares es un problema complejo, pues una cantidad grande de

variables y dependencias entre ellas deben considerarse como análisis, dirigidos al diseño de políticas públicas y las intervenciones de planificación de la atención médica.

7.2 Importancia de la investigación para la promoción de la salud.

Con todo lo visto anteriormente, considero que este trabajo de investigación permite a la promoción de la salud saber las relaciones que existen entre las diferentes patologías en relación con los determinantes sociales de la salud, y como promotora de la salud llevar a cabo acciones a partir del análisis de los determinantes que se encuentren relacionados con las enfermedades cardiovasculares, que como se mencionó es un problema de salud que afecta a nivel mundial.

La promoción de la salud debe ser parte de la estructura del sistema de salud para que pueda promover acciones donde pueda involucrar al gobierno a las organizaciones no gubernamentales como a las internacionales y que pueda sobre todo trabajar con transparencia por el bienestar de las personas. A partir de un trato justo, igualitario y equitativo no solo en el acceso al sistema de salud, sino también a los recursos básicos que se requieren para que las personas puedan desarrollarse en un ambiente saludable.

Cabe mencionar que no sólo debe existir el modelo médico-biológico para este trabajo, pues la carrera de promoción de la salud tiene un enfoque interdisciplinario el cual permite tener una vinculación y conocimientos con otras disciplinas las cuales convergen para tener acciones sobre toda la población para poder tratar el proceso salud-enfermedad y no solo a las personas conocidas como enfermas, sino a todas las personas, desde la infancia hasta la vejez.

Algunas de estas estrategias podrían ser una legislación alimentaria, es decir, que la población pueda contar con información de los alimentos que consume cotidianamente y cómo puede afectar el consumo excesivo de estos alimentos.

Un ejemplo es en Chile, ya que en ese país se llegó a un acuerdo con la industria de panaderos y la asociación gremial de supermercados para que ellos redujeran de forma progresiva el consumo de sal, esta reducción llegó hasta un 50% en el 2014, recordemos que el consumo de sal es un factor de riesgo para tener hipertensión y esta acción funcionó en ese país.

La promoción de la salud funciona como un mediador en la lucha por un estado saludable, donde se exige al estado y a otros sectores tanto sanitarios como económicos que favorezcan la salud de la población. Se debe pensar en acciones y programas en promoción de la salud que beneficien a la gente, a partir de las necesidades locales y específicas del lugar, sin violentar su cultura o sus costumbres.

A partir de políticas de Promoción de la salud, donde su enfoque sea de equidad, igualdad y con inclusión a los derechos humanos y equidad de género, pues en este trabajo lo que se trató de ver es cómo los determinantes sociales de la salud son diferentes en hombres y en mujeres. Las consecuencias de estas diferencias son un trato desigual en el acceso al servicio de salud, pues los síntomas de las enfermedades cardiovasculares se presentan de manera diferente en hombres y mujeres.

Cabe mencionar que la mayoría de las investigaciones biomédicas en las enfermedades cardiovasculares se construyen a partir del modelo masculino, ya sea porque los síntomas en las mujeres se presentan en una edad más avanzada, o porque la poca información que se tiene es representada en hombres, no solo los signos y síntomas, también la fisiología y anatomía de este. Además, que las diferencias anatómicas y fisiológicas, así como los cambios hormonales de las mujeres son factores que hacen confundir o demorar la atención médica.

Por ello se debe emplear un sistema de salud, el cual otorgue un servicio eficaz que no individualice la salud, de escuchar a los pacientes y sobre todo de ver cómo está en constante transformación, pues la salud está determinada por los

procesos culturales y económicos de un país y cualquier cambio recae en la población.

Por ello, el género dentro de la práctica biomédica debe ser clave para la atención y la investigación en cualquier patología, pues relacionado con la salud, el género se expresa en el modo diferente de cómo se enferma o muere dentro de una población, pues a pesar de tener avances con patologías como la enfermedad cardiovascular, se siguen teniendo desigualdades sociales que impactan con mayor frecuencia a grupos vulnerables, como son las mujeres, el colectivo LGBT+, niños y personas de la tercera edad.

Finalmente, y a manera de conclusión lo que me deja el realizar el servicio en este lugar fue obtener un mayor aprendizaje en cuanto al conocimiento del manejo biomédico hacia las enfermedades cardiovasculares. Como futura licenciada en promoción de la salud se abre un reto para mí, y es el de diseñar estrategias y acciones de acuerdo a las necesidades de los pacientes y sobre todo a impulsar la perspectiva en promoción de la salud.

En el siguiente cuadro explico cómo relaciono los conocimientos que obtuve en la carrera con la praxis en el servicio social.

MATERIA	CONOCIMIENTO TEÓRICO	PRAXIS
ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA	El manejo teórico-práctico de las matemáticas y poder procesar información interpretando las variables como razón de cambio, relacionando la dependencia entre variables aplicándolo con fenómenos propios de la promoción de la salud.	Me ayudo esta materia, pues pude entender mejor la estadística en las investigaciones de redes, pude ver algunas definiciones matemáticas y comprender mejor la estadísticas en la investigación.
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA	A través del estudio de sistemas físicos simples y sus interacciones, se podrá adquirir experiencia sobre el proceso de pensamiento científico, mediante pruebas de razonamiento a través de hipótesis basadas en la observación.	Los conocimientos previos de leyes de la física y otras definiciones que tome durante la carrera pude comprenderlas mejor al introducirme al tema de los sistemas y redes complejos.
CUERPO HUMANO I	Comprender la función y participación que tienen los diferentes mecanismos de regulación conocidos como homeostasis para la coordinación y finalmente pueda funcionar como una unidad llamada Ser Humano.	Durante el servicio estos conocimientos fueron de ayuda para entender las enfermedades cardiovasculares y sobre todo a generar más conocimiento de la función fisiológica del cuerpo con el exterior.

<p>BIOESTADÍSTICA</p>	<p>Desarrollar las habilidades para realizar el análisis de datos, interpretarlos para que describan la población de estudio y poder contextualizar los resultados obtenidos para dirigir los aspectos metodológicos del proyecto de investigación.</p>	<p>Esta herramienta fue útil para comprender varios artículos científicos que mencionan parámetros y probabilidades de una población enferma. También sirvió para exponer un artículo a los compañeros que asistían a los seminarios que se dan en el servicio.</p>
<p>INTRODUCCIÓN A LA PROMOCIÓN DE LA SALUD</p>	<p>Introducirse en el campo profesional de Promoción de la salud para comprender la diversidad y complejidad de las prácticas reales de promoción de la salud, así como la toma de conciencia de los alcances y limitaciones de esta.</p>	<p>A partir de una nueva perspectiva sobre el proceso salud-enfermedad surgen ideas en colaboración para realizar entrevistas y actividades donde no sólo se vea a las enfermedades cardiovasculares desde el modelo biomédico, sino que</p>
<p>INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</p>	<p>Dar una aproximación sobre cómo se construye el conocimiento en ciencias sociales a partir de la reflexión en la relación sujeto-objeto y sujeto-sujeto útil para la construcción del conocimiento.</p>	<p>Me ayudó en el sentido de la construcción del conocimiento a partir de lo aprendido en la carrera, mediante la reflexión de lo que implica estar en un lugar con un modelo</p>

		hegemónico de la medicina y de entender y compartir conocimiento desde la promoción de la salud.
NUTRICIÓN	Integrar factores biológicos, sociales y psicológicos que inciden en una alimentación adecuada, con el fin de orientar a nivel individual y colectivo el conocimiento de las prácticas alimentarias que mejoren la calidad de vida.	En el servicio tenemos una relación con otros compañeros, los cuales son de nutrición y en seminarios observe que a veces no incluyen que dentro de la práctica alimentaria se individualiza al paciente no miran más allá, como los determinantes sociales de la salud y lo que implica la alimentación adecuada como un proceso en relación con la política, la economía y las costumbres de las personas y comunidades.
FARMACOLOGÍA	Comprender el mecanismo por el cual los fármacos modifican las funciones desde el nivel molecular hasta el orgánico, Identificar los componentes químicos y las funciones de una	Fue esencial los conocimientos generados por esta materia para entender el proceso de ciertos medicamentos que se

	célula, así como explicar la función en el organismo humano.	usan para las diferentes enfermedades cardiovasculares.
SISTEMAS DE PROTECCIÓN, ASISTENCIA, REHABILITACIÓN DE LA SALUD.	Identificar situaciones en las que se ven disminuidos los niveles de salud en los espacios de atención a la enfermedad partiendo de la estructuración del Sistema de Salud a partir de una actitud crítica para la investigación sistemática de problemas de salud y para la promoción de posibles soluciones.	Fue útil para entender como está formado el Instituto nacional de cardiología, comprender y observar desde mi postura como pasante como se estructura el hospital y las funciones de las personas.

En el departamento de socio-medicina del Instituto Nacional de Cardiología se realizan varias investigaciones y protocolos de investigación acerca de las enfermedades cardiovasculares con ayuda de las bases de datos del mismo hospital se realizan varias investigaciones sobre estas patologías en relación con los determinantes sociales de la salud.

Esto me ayudo a reflexionar el vínculo de estas enfermedades con la carrera, pues siempre estas enfermedades se miran desde la medicina y un enfoque individualista y con una necesidad de darle un enfoque de género a las patologías, y aún más a las investigaciones que se realizan a nivel general de los procesos de salud-enfermedad.

La formación como Licenciada en promoción de salud es interdisciplinario, es decir, tenemos un vasto conocimiento desde el modelo biológico, hasta lo social, a pesar de que en este lugar se presenta en su mayoría un enfoque biomédico, aquí los promotores de la salud tenemos el reto de poder aportar ideas que vayan más

allá de este enfoque, mostrar que tenemos la capacidad de poder contribuir a la mejora en la situación del sector salud.

8. Bibliografía

- Alcalá Corona, S. (2018). Redes complejas. En A. C. Sergio, *Métodos computacionales de búsqueda de comunidades funcionales de redes de regulación genética* (págs. 37-57).
- Aldana, M. (2011). *Redes Complejas: Estructura, Dinámica y Evolución*.
- Arnold Cathalifaud, M. &. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas.
- Castellano, J. M. (2014). Promoción de la salud cardiovascular global: estrategias, retos y oportunidades. *Revista Española de Cardiología*, *Elsevier*, 724-730.
- Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres. (19 de octubre de 2016). *¿Qué es el feminicidio y cómo identificarlo?* Obtenido de ¿Qué es el feminicidio y cómo identificarlo?: <https://www.gob.mx/conavim/articulos/que-es-el-feminicidio-y-como-identificarlo?idiom=es>
- Curso de Posgrado. Análisis de Redes Sociales*. (Enero de 2019). Obtenido de Curso de Posgrado. Análisis de Redes Sociales.: <https://sites.google.com/view/ars-unam-2019/home>
- David, D. P. (2012). *Teorías de la Administración. Teoría de sistemas*. Obtenido de Teorías de la Administración. Teoría de sistemas: <http://fayolvstaylor.blogspot.com/2012/05/teoria-d-sistemas.html>
- Divulgación de la Ciencia. UNAM. (marzo de 2017). *La Peste Negra, modelo para prevenir nuevas epidemias*. Obtenido de La Peste Negra, modelo para prevenir nuevas epidemias: <http://blogs.ciencia.unam.mx/cienciamundo/2017/03/07/la-expansion-de-la-peste-negra-para-prevenir-nuevas-epidemias/>
- Fajardo-Ortiz, G. F.-O.-M.-S. (2015). La dimensión del paradigma de la complejidad en los sistemas de salud. *Cirugía y Cirujanos*, *Elsevier*, 83(1), 81-86.
- Frenk, J. &.-D. (2007). La globalización y la nueva salud pública. *Salud pública de México*, 49(2), 156-164.
- Fundación Española del Corazón. (2019). *Cardiopatía Isquémica*. Obtenido de Cardiopatía Isquémica: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/cardiopatia-isquemica.html>
- Fundación Española del Corazón. (2019). *CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS*. Obtenido de CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/cardiopatas-congenitas.html>
- Fundación Española del Corazón. (2019). *Insuficiencia Cardíaca*. Obtenido de Insuficiencia Cardíaca: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/insuficiencia-cardiaca.html>

- Fundación Española del Corazón. (2019). *MIOCARDIOPATÍAS*. Obtenido de MIOCARDIOPATÍAS: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/miocardiotipias.html>
- Greenwood, V. (30 de enero de 2015). *Análisis de redes sociales*. Universidad Nacional del Sur (Argentina). Obtenido de Análisis de redes sociales. Universidad Nacional del Sur (Argentina).: <http://ars-uns.blogspot.com/2015/01/co-presencia-de-enfermedades-las-redes.html>
- Hoyuelos, S. B. (2011). Estrategias y herramientas de promoción de la salud. In Atención familiar y salud comunitaria: conceptos y materiales para docentes y estudiantes . *Elsevier*, pp. 213-232.
- INCyTU. (2018). Inteligencia Artificial. *INCyTU*, 6.
- Instituto Nacional de Cardiología- Ignacio Chávez. (2019). *Instituto Nacional de Cardiología- Ignacio Chávez*. Obtenido de Instituto Nacional de Cardiología- Ignacio Chávez: <https://www.cardiologia.org.mx/>
- Instituto Politécnico Nacional. (2010). *Física II. Unidad III. 2. Leyes de la Termodinámica*. Obtenido de Física II. Unidad III. 2. Leyes de la Termodinámica: http://www.academico.cecyt7.ipn.mx/fisica_II/menus/unidad3/unidad3_t2.html
- Kang, G. J.-N. (2017). Semantic network analysis of vaccine sentiment in online social media. *Vaccine*,. *Elsevier*, 3621-3638.
- Luengo-González, E. (2017). Las vertientes de la complejidad. Diferencias y convergencias. Pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas.
- Maldonado, C. E. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* , 71-93.
- Martínez García, M. S. (2018). A systematic approach to analyze the social determinants of cardiovascular disease. *PloS one*, 1-25.
- Martínez Mekler, G. (2000). Una aproximación a los sistemas complejos.
- Martínez-García, M.-O. M.-A.-L.-H. (2018). A systematic approach to analyze the social determinants of cardiovascular disease. *PloS one*.
- McCray, A. A. (abril de 1993). *Bulletin of the Medica Library Association. Conocimiento de UMLS para el procesamiento biomédico del lenguaje*. Obtenido de Bulletin of the Medica Library Association. Conocimiento de UMLS para el procesamiento biomédico del lenguaje: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC225761/>
- Mizrahi, R. S. (17 de agosto de 2011). *Las Políticas Redistributivas*. Obtenido de Las Políticas Redistributivas: <https://unpaisparatodos.wordpress.com/2011/08/17/las-politicas-redistributivas/>

- Noriega, J. Á. (2005). Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. . *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 1(3), 439-451.
- Núñez Valdés, J. A. (2004). Siete puentes, un camino: Königsberg. *Suma: revista sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. 45, 69-78.
- Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles (OMENT). (8 de octubre de 2018). *Un panorama de las enfermedades cardiovasculares*. Obtenido de Un panorama de las enfermedades cardiovasculares: <http://oment.uanl.mx/un-panorama-de-las-enfermedades-cardiovasculares/>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Determinantes sociales de la salud*. Obtenido de Determinantes sociales de la salud: https://www.who.int/social_determinants/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Información general sobre la hipertensión en el mundo. Una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial*. Obtenido de Información general sobre la hipertensión en el mundo. Una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial.: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/global_brief_hypertension/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2014). *Envejecer bien, una prioridad mundial*.
- Organización Mundial de la Salud. (17 de mayo de 2017). *Enfermedades Cardiovasculares*. Obtenido de Enfermedades Cardiovasculares: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Organización Mundial de la Salud. (31 de agosto de 2018). *Alimentación Sana*. Obtenido de Alimentación Sana: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Organización Mundial de la Salud. (1 de junio de 2018). *Enfermedades No Transmisibles*. Obtenido de Enfermedades No Transmisibles: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización Mundial de la Salud. (12 de abril de 2018). *Fiebre reumática y cardiopatía reumática. Informe del Director General*. Obtenido de Fiebre reumática y cardiopatía reumática. Informe del Director General: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276480/A71_25-sp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Factores de riesgo*. Obtenido de Factores de riesgo: https://www.who.int/topics/risk_factors/es/
- Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Salud en las Américas. Determinantes e inequidades en salud*.
- Organización Panamericana de la Salud. (1986). *CARTA DE OTTAWA PARA LA PROMOCION DE LA SALUD*. Obtenido de CARTA DE OTTAWA PARA LA PROMOCION DE LA SALUD: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/Carta-de-ottawa-para-la-apromocion-de-la-salud-1986-SP.pdf>

- Otero Puime, Á., & Zunzunegui, M. V. (2016). Determinantes sociales de la salud y su influencia en la atención sanitaria de salud. *Elsevier*, 88-98.
- Peral Diego, E. P. (1997). El pensamiento Kuhniano en la literatura científica. *LLULL*, 623-635.
- Redes Semánticas*. (mayo de 2013). Obtenido de Redes Semánticas: <http://blownhead-aprende.blogspot.com/2013/06/redes-semanticas-coca-cola.html>
- Rotaru, A. S. (2018). Modeling the Structure and Dynamics of Semantic Processing. *Cognitive science*,. 2890-2917.
- Sastre Paz M., T. C. (2016). Tomando conciencia sobre las desigualdades sociales en la salud infantil. *Revista Pediátrica. Atención Primaria.*, 203-208.
- Sede Flacso. (2011). MODULO 1 PARTE 2. Determinantes sociales de la salud. *Sede Flacso*, 9-19.
- Siqueiros García, J. H. (2014). Mapeo de la estructura y dinámica de las redes complejas de términos genómicos relacionados con la malaria. *. PloS one* ,.
- Sociedad Española de Bioquímica y biología Molecular. (2019). *La promesa de las redes metabólicas*. Obtenido de La promesa de las redes metabólicas: <https://www.sebbm.es/revista/articulo.php?id=44&url=la-promesa-de-las-redes-metabolicas>
- Soto-Estrada, G. M.-A. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 59(6), 8-22.
- Tang, L. B. (2018). Tweeting about measles during stages of an outbreak: A semantic network approach to the framing of an emerging infectious disease. *American journal of infection control. Elsevier*, 1375-1380.
- Tarride, M. (1995). COMPLEJIDAD Y SISTEMAS COMPLEJOS COMPLEXITY AND COMPLEX SYSTEMS. *Scielo*.
- Texas Hearth Institute. (2019). *Enfermedad vascular periférica*. Obtenido de Enfermedad vascular periférica: <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/enfermedad-vascular-periferica/>
- THE LANCET. (6 de noviembre de 2014). *THE LANCET*. Obtenido de Envejecimiento: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(14\)61597-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(14)61597-X/fulltext)
- Toro-Palacio, L. F.-J. (2012). Salud: un sistema complejo adaptativo. *Revista Panamericana de Salud Pública. Scielo*, 31, 161-165.
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2018). *Planteamiento del problema: Los puentes de Königsberg. Introducción al pensamiento matemático*. Obtenido de Planteamiento del problema: Los puentes de Königsberg. Introducción al pensamiento matemático: http://campusvirtual.cua.uam.mx/material/ipm/05_combinatoria_konigsberg_html/index.html

Vélaz, I. (2012). *Concepto de sistema en la organización*. Obtenido de Concepto de sistema en la organización: <https://s3a2.me/2012/10/29/concepto-de-sistema-en-la-organizacion/>

Zemla, J. C. (2017). Modeling semantic fluency data as search on a semantic network. In CogSci... Annual Conference of the Cognitive Science Society. Cognitive Science Society (US). Conference . *NIH Public Ac*, 3646.

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1 Abreviaturas.

ECV: Enfermedades Cardiovasculares

DSS: Determinantes Sociales de la Salud

OMS: Organización Mundial de la Salud

DSECV: determinantes sociales de la enfermedad cardiovascular

ENT: Enfermedades No transmisibles

LDL: Lipoproteínas de baja densidad

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

OMENT: Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles.

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

EPS: Educación para la Salud


MeSH: Medical Subject Heading

NCBI: Centro Nacional de Información Biotecnológica

PMID: Identificadores Numéricos Únicos de cada artículo



K: Grado

9.2 Anexo 2

 PUBLISH ABOUT BROWSE SEARCH advanced search

OPEN ACCESS PEER-REVIEWED
RESEARCH ARTICLE

A systematic approach to analyze the social determinants of cardiovascular disease

Mireya Martínez-García , Magaly Salinas-Ortega, Iván Estrada-Arriaga, Enrique Hernández-Lemus, Rodrigo García-Herrera, Maite Vallejo 

Published: January 25, 2018 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190960>

Article	Authors	Metrics	Comments	Media Coverage
14 Save		2 Citation		
5,713 View		1 Share		

Download PDF Print Share

Check for updates

ADVERTISEMENT

Call for Papers: SCIENCE OF STORIES

Submit by June 1 2019 to be Published in an *Interdisciplinary* &

Abstract

Introduction
Analysis
Results
Discussion
Conclusion
Supporting information
Acknowledgments
References

Reader Comments (0)

Abstract

Cardiovascular diseases are the leading cause of human mortality worldwide. Among the many factors associated with the etiology, incidence, and evolution of such diseases, social and environmental issues constitute an important and often overlooked component. Understanding to a greater extent the scope to which such social determinants of cardiovascular diseases (SDCVD) occur as well as the connections among them would be useful for public health policy making. Here, we will explore the historical trends and associations among the main SDCVD in the published literature. Our aim will be finding meaningful relations among those that will help us to have an integrated view on this complex phenomenon by providing historical context and a relational framework. To uncover such relations, we used a data mining approach to the current literature, followed by network analysis of the interrelationships discovered. To this end, we systematically mined the PubMed/MEDLINE database for references of published studies on the subject, as outlined by the World Health Organization's framework on social determinants of health. The analyzed structured corpus consisted in circa 1190 articles categorized by means of the *Medical Subheadings* (MeSH) content-descriptor. The use of data