



**Universidad
Andrés Bello®**

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO

Facultad de ingeniería

Ingeniería en telecomunicaciones

ESTUDIO DE LOS EFECTOS ATÉRMICOS DE LAS RADIACIONES
ELECTROMAGNÉTICAS CON ENFOQUE A LA TECNOLOGÍA 5G

Tesis de grado

para optar al Licenciado en Ingeniería y Título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Autor:

Manfred Cristhofer Valenzuela Aguilera

Profesor guía:

Ricardo Andrés Tello Guerra

Santiago de Chile

2019

“La historia de la ciencia, como la de todas las ideas humanas, es una historia de sueños irresponsables, de obstinaciones y errores. Sin embargo, la ciencia es una de las pocas actividades humanas -quizá la única- en la cual los errores son criticados sistemáticamente y muy a menudo, con el tiempo, corregidos”

“La verdadera ignorancia no es la ausencia de conocimientos, sino el hecho de negarse a adquirirlos”

Karl Popper

*“El mundo es un lugar peligroso.
No por causa de los que hacen el mal,
Sino por los que no hacen nada para evitarlo”*

Albert Einstein

*“Ante la crítica, solo veo una opción, el esfuerzo.
Porque es la única manera de dejar un mundo mejor del que recibimos”*

Dedicatoria

Dedico este estudio no solamente a mi familia, sino a todas las personas, al fin y al cabo, todos somos parte de la misma.

Agradecimientos

Se agradece a todas las personas que han aportado en este estudio, especialmente a las organizaciones que han hecho todo lo posible para ser escuchados y expresar tanto su opinión, como sus conclusiones.

Tabla de contenido**Capítulo 1**

1.1 Introducción	3
1.2 Identificación del problema	5
1.3 Objetivo	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivo específico	10

Capítulo 2

2.1 Alcance	12
2.1.1 Limitación al alcance	12
2.1.2 Supuesto	12

Capítulo 3

3.1 Marco teórico	13
3.1.1 Movimientos ondulatorios	13
3.1.1.1 Movimientos vibratorio	13
3.1.1.2 Amplitud	13
3.1.1.3 Periodo	14
3.1.1.4 Frecuencia	14
3.1.1.5 velocidad y aceleración	15
3.1.2 Concepto de onda	15
3.1.2.1 Según su dirección de vibración y propagación de onda	17
3.1.2.2 Según la dimensión de propagación de la onda	18
3.1.2.3 Medio de propagación de una onda	19
3.1.3 Fenómenos ondulatorios	19
3.1.3.1 La reflexión de las ondas	19

3.1.3.2	La refracción de las ondas.....	20
3.1.3.3	La difracción de las ondas	21
3.1.3.4	Interferencias de las ondas.....	21
3.1.4	Campos Electromagnéticos	21
3.1.4.1	Concepto de ondas electromagnéticas	22
3.1.4.1.1	Pulso electromagnético	22
3.1.4.2	Radiación ionizante y no-ionizante	23
3.1.5	Concepto de telecomunicaciones	23
3.1.5.1	Como viajan las señales a través de ondas	24
3.1.5.1.1	Modulación de las señales.....	24
3.1.5.1.1.1	Señal portadora	24
3.1.5.1.1.2	Señal moduladora	24
3.1.5.1.1.3	Modulación	24
3.1.5.1.1.4	Señal modulada	24
3.1.5.2	Gestión del espectro electromagnéticos.....	24
3.1.5.3	Propagación de ondas de radio.....	25
3.1.6	Concepto de antena	25
3.1.6.1	Patrón de radiación	25
3.1.7	Concepto de telefonía celular	26
3.1.8	Generación de Comunicación Celular.....	28
3.1.8.1	Primera Generación (1G)	28
3.1.8.2	Segunda Generación (2G)	28
3.1.8.2.1	Segunda Generación avanzada (2.5G)	28
3.1.8.3	Tercera Generación (3G)	28
3.1.8.4	Cuarta Generación (4G)	29

3.1.8.5 Quinta Generación (5G)	29
3.1.9 Implementación adicional del 5G	31
3.1.10 Regulaciones de las telecomunicaciones	36
3.1.10.1 Instituciones reguladoras dependientes	36
3.1.10.2 Instituciones reguladoras independientes.....	38
3.1.10.3 Org. Independientes en oposición al 5G.....	39
3.1.10.4 recomendaciones internacionales	39
3.1.10.4.1 Regulación nacional.....	41
3.1.10.4.2 Recomendaciones internacionales	41
3.1.10.4.2.1 Restricciones básicas.....	42
3.1.10.4.3 Nueva legislación en Chile (2019)	42
3.1.10.4.4 Ministerio del medio ambiente de Chile	44
Capítulo 4	
4.1 Estudio de mercado.....	46
Capítulo 5	
5.1 Metodología.....	49
Capítulo 6	
6.1 Plan de tesis	51
Capítulo 7	
7.1 Desarrollo inicial del análisis.....	53
7.1.1 Criterios de inclusión.....	53
7.1.2 Selección de estudios	53
7.1.3 Lectura de los estudios	53
7.1.4 Codificación de estudios	54

Capítulo 8

8.1 introducción al desarrollo.....	55
-------------------------------------	----

Capítulo 9

9.1 Terminologías y conceptos generales	58
9.1.1 Terminología de los estudios	58
9.1.1.1 Metabolismo celular.....	71
9.1.1.1.1 ATP	71
9.1.1.1.2 La respiración	73
9.1.1.1.2.1 El metabolismo de la respiración.....	73
9.1.1.1.2.2 Respiración celular	73
9.1.1.1.2.3 Elementos de la respiración celular.....	76
9.1.1.1.3 Características del catabolismo y anabolismo	79
9.1.1.1.4 Ruta metabólica	80
9.1.1.1.5 Elementos del metabolismo	81
9.1.1.1.6 Organismo autótrofo y heterótrofo	82
9.1.1.2 Canales de calcio dependientes del voltaje.....	82
9.1.1.2.1 TRPV1 (receptor de potencia transitorio V1)	83
9.1.1.2.2 Papel del calcio en la mitocondria.....	83
9.1.1.3 Cerebro.....	84
9.1.1.4 Enfermedades	84
9.1.1.4.1 Granulomatosa crónica (EGC)	84
9.1.1.4.2 Cáncer en general.....	85
9.1.1.4.3 Tipos de tumores	86
9.1.1.4.4 Electrosensibilidad	89
9.1.1.4.5 Diabetes.....	90

9.1.1.5 Relaciones del sistema reproductivo	91
Capítulo 10	
10.1 Efectos en humanos y animales	92
10.1.1 problemas psicológicos	92
10.1.2 Conjunto de los estudios	93
10.1.2.1 Tablas de estudios	93
10.1.2.1.1 Estudios generales (varios ámbitos)	94
10.1.2.1.2 Metabolismo, cáncer y daño en el ADN	116
10.1.2.1.3 En relación con tumores.....	127
10.1.2.1.4 En relación al desarrollo embrionario.....	131
10.1.2.1.5 En relación a esterilidad	135
10.1.2.1.6 En relación a la diabetes	139
10.2 Estudios Ambientales	144
10.3 La física de las Telecomunicaciones y sus implicancias en el estudio	157
10.3.1 La ciencia del Electromagnetismo y sus correlaciones	157
10.3.2 Conocimiento general de la sociedad	158
10.3.2.1 Información oficial disponible de la sobreexposición	159
10.3.2.2 Grado de preocupación por las autoridades.....	160
10.3.3 Emisiones de la estación base y antenas celulares	162
10.3.4 Ondas milimétricas del 5G	172
10.4 Mediciones de las radiaciones no ionizantes.....	173
10.4.1 Densidad de potencia (S)	174
10.4.2 SAR.....	178
10.4.3 Relaciones e implicancias.....	180
10.4.3.1 Datos adicionales	194

10.4.3.2 Implicancia de las ondas PEM en lo biológico	197
10.4.3.3 Implicaciones biológicas con la magnetita.....	201
10.4.3.4 Radiación electromagnética y mitocondria	204
10.4.3.5 Conflicto de interés y sesgo inducido.....	206

Capítulo 11

11.1 Conclusiones generales del estudio	212
---	-----

Capítulo 12

12.1 Referencias	216
------------------------	-----

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de Ishikawa del Impacto del 5G	6
Figura 2 Ejemplo de Small cell (pequeñas celdas) que implementara el 5G	9
Figura 3 Imagen de ejemplo de amplitud de una onda (A)	14
Figura 4 Imagen de ejemplo de Periodo de una onda	14
Figura 5 Imagen de ejemplo de Frecuencia de una onda	15
Figura 6 Imagen de relaciones de frecuencias respecto al tipo de onda	15
Figura 7 Varias imágenes representado el ejemplo de una onda armónica en distintos instantes	16
Figura 8 Ejemplo de onda longitudinal	17
Figura 9 Ejemplo de onda transversal	17
Figura 10 Ejemplo de propagación unidimensional	18
Figura 11 Ejemplo de propagación bidimensional	18
Figura 12 Ejemplo de propagación tridimensional	19
Figura 13 Ejemplo de la reflexión de una onda	20
Figura 14 Ejemplo de la refracción de una onda	20
Figura 15 Ejemplo de la difracción de una onda	21
Figura 16 Imagen sobre el espectro electromagnético	23
Figura 17 Patrón de radiación de una antena (dipolo)	26
Figura 18 Celdas de celular sectorizadas	27
Figura 19 Esquema de un sistema básico de telecomunicaciones móviles	27
Figura 20 Espectro electromagnético cuando no había muchos dispositivos inalámbricos	30
Figura 21 Espectro electromagnético actual con los dispositivos inalámbricos en la actualidad	30
Figura 22 Espectro electromagnético con los dispositivos inalámbricos actuales con el 5G	31

Figura 23 Ejemplo de absorcion de ondas milimétricas	32
Figura 24 Ejemplo de celdas pequeñas 5G.....	33
Figura 25 Ejemplo de Massive MIMO (Estaciones Bases).....	34
Figura 26 Ejemplo de Beamforming	35
Figura 27 Mapa conceptual de Meta-Análisis.....	50
Figura 28 Actividades para el proceso del Meta-análisis	51
Figura 29 Carta Gantt.....	52
Figura 30 Ejemplo de macromolécula	59
Figura 31 Nivel de organización de una Proteína	61
Figura 32 Células Sanguíneas	63
Figura 33 Célula y sus organelos	65
Figura 34 Representación de Cromosomas	66
Figura 35 Micronúcleo	67
Figura 36 Descripción grafica de Nucleótido	68
Figura 37 Resultado químico después de la reacción llamada hidrólisis.....	71
Figura 38 Ciclo de ATP y ADP	72
Figura 39 Proceso inverso de hidrólisis.....	72
Figura 40 Proceso de la respiración celular.....	74
Figura 41 Recolección de electrones de NAD ⁺ y FAD	75
Figura 42 procesos de catabolismo y anabolismo.....	79
Figura 43 Ruta catabólica	80
Figura 44 Descripción de Metástasis.....	86
Figura 45 Neuroma Acústico (Acoustic Neuroma).....	87
Figura 46 Ubicación del Tumor Meningioma	87
Figura 47 Ubicación de Glioma	88

Figura 48 Clasificación IARC.....	160
Figura 49 Campo eléctrico del dipolo	162
Figura 50 Inicio de las cargas del Dipolo	163
Figura 51 Oscilación de cargar de dipolo, punto medio.....	163
Figura 52 Posición final de la oscilación.....	163
Figura 53 Variación de las cargas eléctricas	164
Figura 54 Pasos de la variación de las cargas eléctricas	165
Figura 55 Representación de la onda Sinusoidal	166
Figura 56 Longitudes y proporciones de la onda.....	166
Figura 57 Descripción del funcionamiento de una antena.....	167
Figura 58 Descripción del funcionamiento de una antena.....	167
Figura 59 La propagación de onda electromagnética.....	168
Figura 60 Visualización de la radiación pulsada.....	169
Figura 61 Antena parche de teléfono celular	170
Figura 62 Ruta de la llamada.....	170
Figura 63 Principales elementos de una red de telefonía móvil	171
Figura 64 Ejemplo de dieléctrico	174
Figura 65 Ejemplo de exposición emitida por una antena	175
Figura 66 Continuación del ejemplo	176
Figura 67 Características de la antena y SAR.....	177
Figura 68 Gráfico de las radiaciones emitidas por un celular	183
Figura 69 Diferencia de impacto por tamaño.....	184
Figura 70 Modelo de exposición cabeza	185
Figura 71 Modelo de exposición testículos.....	186
Figura 72 Modelado de exposición embarazo de 7- 9 meses	187

Figura 73 Imagen del hipocampo de las crías de las ratas	188
Figura 74 Desempeño de los grupos.....	189
Figura 75 Resultado del estudio en espermatozoides.....	190
Figura 76 Conteo de los espermatozoides expuestos.....	191
Figura 77 comparación de la pared celular de ratas de control y expuestas.....	192
Figura 78 Tumores multifocales vinculados al teléfono celular.....	193
Figura 79 Glándula Sudorípara	194
Figura 80 Active Denial System.....	196
Figura 81 Racimo de magnetita.....	201
Figura 82 Concentración de magnetita en cerebro humano.....	203
Figura 83 ADN mitocondrial.....	212

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de definición de métricas de los objetivos específicos del proyecto	10
Tabla 2 Matriz de los objetivos específicos del proyecto.....	11
Tabla 3 Restricción básica para frecuencias de 100KHz hasta 3GHz	42
Tabla 4 Procesos en el que se encuentra la tecnología 5G	47
Tabla 5 Estudios y sus porcentajes de probabilidad de tener cáncer.....	161
Tabla 6 Valores límites de densidad de potencia de antenas	174
Tabla 7 Valores de las normativas de los países OCDE	181
Tabla 8 Miembros del grupo central de monografías de la OMS y de otros grupos.....	208

Resumen

El estudio inicia con los indicios históricos de la comunicación inalámbrica, para luego identificar la problemática principal sobre las Radiaciones No Ionizantes, que son los efectos no térmicos (atérmico) y los temas adyacentes a la problemática. En el Marco Teórico se explicará la física de las ondas, junto con el cronograma de las tecnologías de la telefonía celular y además explicando las distintas estructuras y funciones que tendrá el 5G, se mencionan a las organizaciones reguladoras dependientes e independientes y se hace mención de las regulaciones de Chile. En el Estudio de Mercado se analiza el proceso en el que se encuentra el lanzamiento de esta tecnología en ciertos países. Luego se brindan los diversos criterios para la inclusión de los estudios para la revisión sistemática y acompañados de un plan de tesis. Se comienza con la terminología de los estudios expuestos en la lista de los estudios. En las listas de estudios, el compendio de estudios se basa en el criterio de inclusión de los cuales se encuentran temas como la infertilidad, diversos tumores, cánceres, diabetes, daño al ADN, problemas con el desarrollo embrionario, problemas psicológicos, los efectos ambientales y especialmente problemas en el metabolismo. Posteriormente, se encuentra la física de las telecomunicaciones y sus implicancias en el estudio, se explican detalles y la naturaleza de las ondas milimétricas junto con sus características del porqué estas ondas son dañinas con referencias a estudios biológicos, del cual se atribuye las implicancias con pruebas de los efectos atérmicos y las curiosidades con las glándulas sudoríparas y la magnetita endógena del cerebro humano, también se encuentran conclusiones de algunas organizaciones y/o profesionales sobre el sesgo científico por parte de la industria. Se concluye, que la medición de la tasa de absorción específica (SAR), no cumple con los parámetros o medición de seguridad correctos, dado que solo se mide la reacción térmica del tejido, se ignora completamente los efectos no térmicos, de los cuales son generados por pulso electromagnético (PEM), incluso sabiéndose que los pulsos electromagnéticos producen reacciones biológicas, de lo cual se debería de investigar nuevas tecnologías que sean menos nocivas para todos en general.

Palabras claves: 5G, Telecomunicaciones, Ondas no-ionizantes, Efecto atérmico, ondas electromagnéticas, efectos nocivos.

Abstract

The study begins with the historical indications of wireless communication, and then identifies the main problem about Non-Ionizing Radiation, which is the non-thermal (athermal) effects and the issues adjacent. In the Theoretical Framework the physics of the waves will be explained together with the schedule of cell phone technologies and also explaining the different structures and functions that the 5G will have, the dependent and independent regulatory organizations are mentioned and mention is made of Chile's regulations. The Market Study analyzes the process in which the launch of this technology is found in certain countries. Then the various criteria for the inclusion of the studies for the Meta-Analysis are provided and accompanied by a thesis plan. Starts with the terminology of the studies presented in the list of studies. In the study lists, the compendium of studies is based on the inclusion criteria of which are topics such as infertility, various tumors, cancers, diabetes, metabolism problems, DNA damage, embryonic development problems, Psychological problems and environmental effects. Then there is the physics of telecommunications and its implications in the study, details and the nature of the millimeter waves are explained, together with their characteristics of why these waves are harmful with references to biological studies. Evidence of the athermic effects and some curiosities with the sweat glands and endogenous magnetite of the human brain and their relationships electromagnetic waves, there are also some conclusions of some organizations and/or professionals on the scientific bias on the part of the industry. It is concluded that the measurement of the specific absorption rate (SAR) does not comply with the correct parameters or safety measurement, since only the thermal reaction of the tissue is measured, the non-thermal effects of which are generated by electromagnetic pulse (PEM), even knowing that electromagnetic pulses produce biological reactions. Therefore, it should be investigated new technologies that are less harmful to everyone in general.

Keywords: 5G, telecommunications, non-ionizing waves, non-thermal affections, electromagnetic waves.

1.1 Introducción

Las telecomunicaciones han ido evolucionando, pero la que destaca es la telefonía celular. La telefonía celular es la que hizo revolucionar totalmente la industria de las telecomunicaciones, ya que ha crecido de manera acelerada (Rodríguez Gámez, 2005). En sus inicios solo fue concebido para poder comunicarse por voz a través de una llamada (Rodríguez Gámez, 2005). pero dado los avances de ahora, se puede realizar múltiples funciones con solo brindar servicios de datos (White, 2019). Los celulares se han convertido en una herramienta primordial para la población en general (Rodríguez Gámez, 2005).

El primer indicio de las redes de celulares fue en el momento en que el científico alemán Rudolf Hertz descubrió que la información podría ser transmitida a través de ondas de radio y así transmitirla a largas distancias en longitudes de ondas largas (Rodríguez Gámez, 2005). En el siglo XX en la década de los cuarenta se dio inicio al sistema de radio móvil que utilizaba en ese entonces la policía (Semidúplex o half duplex) (White, 2019), y en los siguientes 10 años se introdujo la telefonía celular analógica (teléfono fijo) que tuvo mucho éxito en todo el mundo (Rodríguez Gámez, 2005). El concepto de telefonía celular surge en 1947 cuando investigadores de los laboratorios de Bell de la AT&T ((AT&T Bell Labs), en Estados Unidos, descubrieron que podían dividir las áreas de servicio en pequeñas celdas o células para así poder conjuntamente reutilizar las frecuencias en celdas no vecinas, esto incrementaba significativamente la capacidad del tráfico de los teléfonos celulares, permitiendo que se efectúen más llamadas simultaneas, pero en aquellos años aún no se podía aplicar aquella solución por no poseer la tecnología necesaria (Rodríguez Gámez, 2005). Ya en el año 1970 la tecnología ya había evolucionado en el área de las telecomunicaciones hacia los sistemas de conmutación controlados por computadoras (Rodríguez Gámez, 2005), que esto quiere decir, se crea un camino directo entre el emisor y el receptor, entonces, es un camino “guiado” por una computadora que asigna la ruta antes de enviar la señal (Gallón, 2018). También vino acompañado con los circuitos integrados (chip o Microchip) y la tecnología digital, sistema binario que empezó a transmitir bit (0 y 1) (The Gale Group Inc., 2019). Desde ese entonces se empezó a crear el terreno para los celulares móviles (Gallón, 2018).

El pionero en haber interactuado con esta tecnología móvil fue Martin Cooper, el padre de la telefonía celular, al introducir el primer radioteléfono en 1973 en EEUU para en ese entonces él trabajaba en la compañía Motorola (Rodríguez Gámez, 2005). En 1977 los Laboratorios Bell construyeron como también operaron el primer prototipo de sistema de telefonía celular como anteriormente se mencionó (Rodríguez Gámez, 2005). Un año después, en 1978 se comenzó en EEUU en la ciudad de Chicago, las pruebas públicas del nuevo sistema de telefonía celular fue con más de 2000 clientes que utilizaron celulares experimentales (Rodríguez Gámez, 2005). En 1979 empezó a operar tanto en Japón, en la ciudad de Tokio, el primer sistema comercial de telefonía celular fue en aquel entonces por la compañía NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corp) (Rodríguez Gámez, 2005). En 1981 se comenzó a expandir en los países nórdicos, mediante el sistema de celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System o Sistema Avanzado de Telefonía Móvil), en aquel año también EEUU mediante Motorola y American Radio Phone, empezó con pruebas de un segundo sistema de telefonía que se iba a introducir en Estados Unidos, esto ocurrió en Washington y Baltimore (Rodríguez Gámez, 2005). En 1982, la FCC (Federal Communications Commission), trató el asunto con lentitud sobre la autorización comercial para el servicio de telefonía celular en Estado Unidos, un año más tarde (1983), se propuso por primera vez en EEUU en la ciudad de Chicago por parte de Amerithec, el servicio comercial de telefonía celular analógica que fue conocido por sus siglas AMPS (Advanced Mobile Phone System) (Rodríguez Gámez, 2005). En aquellos años la demanda fue enorme en todo el país, sin embargo, el servicio de telefonía se iba a demorar 36 años para establecerse y así disponerse de manera comercial en EEUU. A partir de ese entonces en varios países se empezó a propagar la telefonía celular como una opción a la telefonía convencional alámbrica (Teléfono Fijo) (Rodríguez Gámez, 2005). La tecnología innovadora de telefonía celular tuvo una gran aceptación para toda la población en general, es demostrado por la popularidad que tuvo, a los escasos años de implementación se empezó a saturar el servicio surgiendo la imperiosa necesidad de tener que desarrollar como también implementar otras formas para el acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales para que pueda abarcar a más usuarios (Rodríguez Gámez, 2005). Las tecnologías

inalámbricas son esenciales en nuestro auge actual, como también su desarrollo ha sido bastante significativo (ADECOM, 2019).

1.2 Identificación del problema

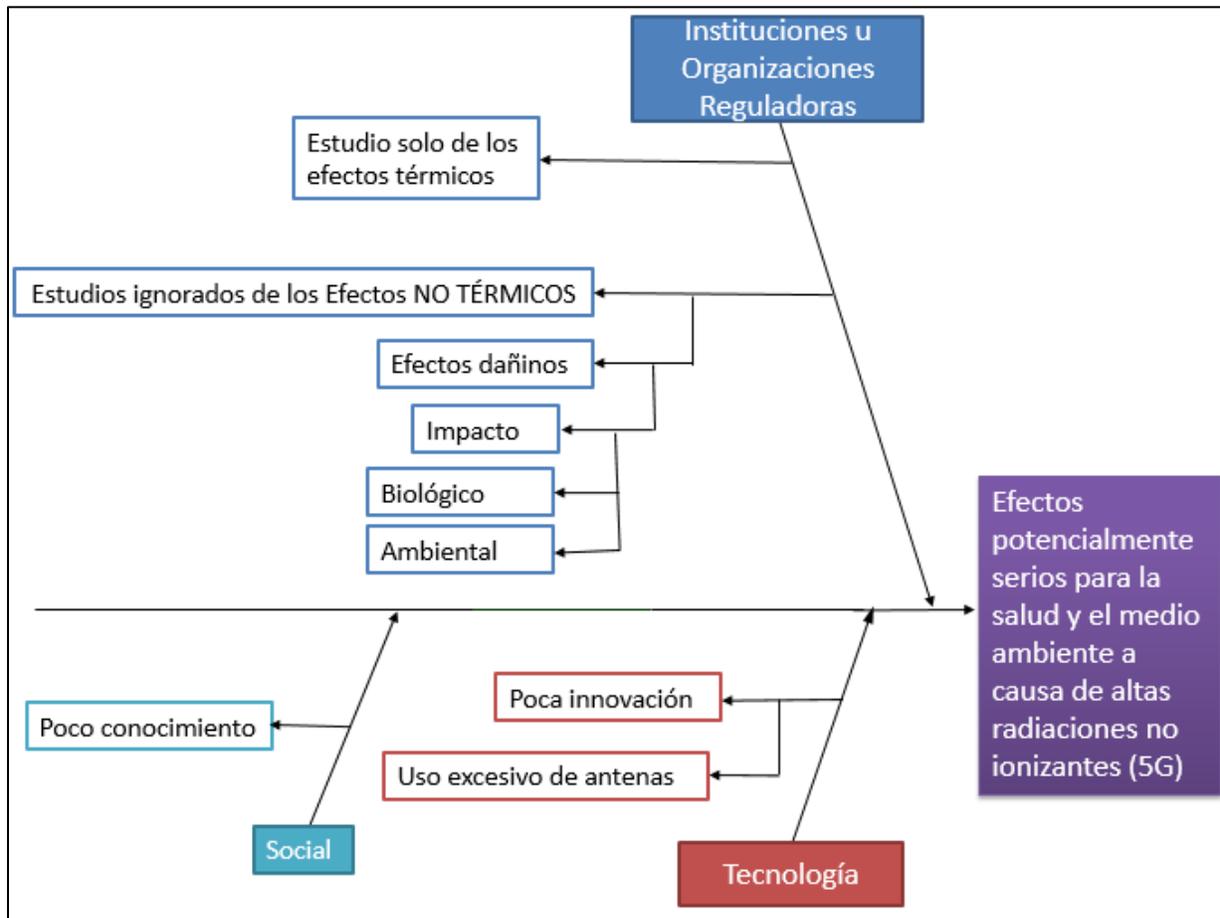
Resulta desconocido, los efectos que podrían tener las radiaciones emitidas por diversas antenas y dispositivos. La preocupación principal es la radiación obligatoria que es recurrente frente a toda la población que no puede negarse a recibir emisiones de radiaciones electromagnética de radiofrecuencia, más aún, sabiendo que en los estudios, se ignora uno de los efectos que tiene la Radiación electromagnética de radiofrecuencia, que sería el efecto no térmico o atérmico (Hardell, 2017). Se han hecho pruebas con estas tecnologías y el resultado no es muy alentador, ya que hay 251 científicos y doctores de 42 países que dicen que esta última tecnología es peligrosa (appeal 5G, 2019). También se toma en cuenta que se mencionan solo los daños térmicos para tomar precaución en la Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) que es una de las principales Organizaciones de regularización de dichas radiaciones (Hardell, 2017).

Podría ser desconocido los resultados que podría tener este cambio de tecnología en Chile en la actualidad, no se sabe cómo podría impactar. Teniendo en cuenta que aquí las telecomunicaciones son uno de los principales servicios solicitados como también uno de los más reclamados (SERNAC, 2018).

Por lo tanto, el estudio tiene la intención de presentar el problema que acarrea esta tecnología dándose entender las pruebas de lo fácil que es la sobreexposición, también demostrando que las mediciones no corresponden a las pruebas sobre el real uso de los usuarios con estos aparatos, dado que cualquier usuario puede superar las pautas de exposición. Además de los efectos que esto acarrea, dado que, Subtel ha dado el comienzo para la licitación de esta red en Chile, teniendo reuniones con diversas identidades para poder llevar a cabo este enorme proyecto (SUBTEL Licitación, 2019). Además, Subtel también ingresó al Tribunal de Defensa de la Libre Competencia (TDLC) el Plan Nacional de Espectro, que desean actualizar los límites espectrales vigentes que datan de 2009 (SUBTEL Licitación, 2019), estos parámetros son uno de los más seguros

del mundo, dado que estos límites son en promedio 10 veces más exigentes que los recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud)(Cid Badani, 2015).

Figura 1. Diagrama de Ishikawa del Impacto del 5G



Creado en Power point

Instituciones u Organizaciones Reguladoras:

- **Estudios solo de los efectos térmicos:** En los análisis de instituciones internacionales reguladoras, como por ejemplo ICNIRP (comisión de protección contra las radiaciones No Ionizantes) sus estudios solo reflejan los efectos térmicos (calentamiento) que tienen a corto plazo las RF (Hardell, 2017). Sin embargo, estos efectos no hay que ignorarlos, dado que, tienen un impacto en la salud, como por ejemplo, Hipertermia (aumenta la temperatura corporal por sobre de lo normal), Quemaduras, Cataratas y Esterilidad. (Ministerio De Trabajo Y Asuntos Sociales De España, 198+).

- **Estudios ignorados de los Efectos No Térmicos:** La organización ICNIRP solo da los parámetros para medir la radiación en función de la frecuencia, por lo tanto, se basa en el efecto de inmediato que pueda tener la radiación (térmico). Se puede tener en cuenta que Las Organizaciones Oficiales no toman en cuenta este tipo de efectos (Hardell, 2017).

Efectos dañinos: Siendo que la organización de Oncología, ha estudiados los efectos no térmicos llegando a la conclusión de que son dañinos, tales efectos son ignorados y son: Aumento de riesgo de Cáncer, alteración del ritmo cardiaco y de la presión arterial, alteraciones en el encéfalo, efectos endocrinos (i.e. segregación de hormonas) y Neuroendocrinos (i.e. hormonas en respuesta al sistema nervioso), efectos hematopoyéticos (i.e. responsable de la producción de sangre), efectos sobre la audición (i.e. Neuroma acústico), aumento del flujo de calcio (i.e. efectos en el mitocondrias), cambio de comportamiento del individuo, Estrés celular, alteraciones celulares (cromosómicas y genéticas), aumento de radicales libres, daños genéticos, problemas con el sistema reproductivo, déficit de aprendizaje y memoria, trastornos neurológicos e impactos negativos en el bienestar general de los seres humanos (Hardell, 2017; Ministerio De Trabajo Y Asuntos Sociales De España, 198+).

■ **Impacto:**

- **Biológico:** El estudio llamado “Impacto de la radiación de radiofrecuencia en el daño del ADN y los antioxidantes en los linfocitos de sangre periférica de humanos que residen en las proximidades de las estaciones base de telefonía móvil”, por medio de la revista llamada Electromagnetic Biology and Medicine volumen 36. En el estudio se analiza la sangre de las personas cercanas a estaciones bases de las cuales, las personas cercanas a la torre (80 metros) y las personas que estaban más lejos fueron tomadas como de control (300 metros). En el estudio se pudo notar que a mayores exposiciones a las radiaciones de radiofrecuencia y la diferencia estadística significativa que hubo en la sangre, en comparación con las personas que viven cerca de la estación y las que viven lejos, se pudo notar lo siguiente (Zothansiam, 2017). Las personas que viven cerca de la estación, tienden a tener un índice mayor de

aparición de micronúcleos y un aumento en la peroxidación lipídica en la sangre. Estos cambios son considerados como biomarcadores predictivos para la aparición de cáncer (Zothansiana, 2017). También existen estudios sobre los impactos que puede tener las radiaciones no ionizantes en una embarazada, afectando también a la vida gestante, puede acelerar el parto, haciendo que nazca prematuro el bebé (Vr, 2019). Elevadas mediciones sobre radiación RF en lugares donde hay mucha concentración de personas (ciudad de Estocolmo, Suecia) (Michael Carlberg, 2018). Se considera las radiaciones No Ionizantes como potencial cancerígeno para la población con pruebas de GSM con 1.8 GHz (Morando soffritti, 2019). Se puede atribuir la causa de infertilidad masculina a las radiaciones No-Ionizantes dando también como factor el uso constante de dispositivos que sean receptores de estas radiaciones (Kavindra Kumar Kesari, 2018). Efecto sobre la diversidad microbiana, el efecto que causa la radiación electromagnética causada por las torres es, hacer más resistentes los microbios a los antibióticos. Entre otras investigaciones (Sharma, Lamba, Sharma, & Sharma, 2019). La exposición a la radiación electromagnética 2450 MHz a largo plazo induce estrés y ansiedad como comportamiento en ratas (Sukesh Kumar Gupta, 2019).

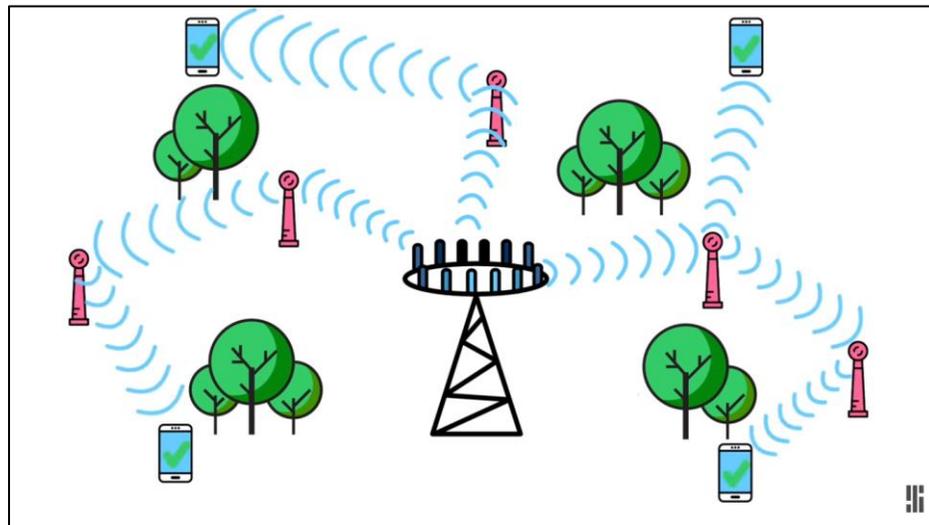
- **Ambientales:** Las abejas son una de las encargadas de mantener nuestro ecosistema en el que vive todo ser vivo, lo que contribuye incluso en la alimentación global (OIE (Organización Mundial De Sanidad Animal), 2014), la radiación electromagnética de radiofrecuencia (RF-EMF) afecta a las abejas reinas tanto en su incubación como en la pupación (Richard Odemer, 2019).

Tecnologías:

- **Poca innovación:** con la tecnología actual se puede investigar nuevas maneras de enviar información, de forma que no sea nociva ni para el medio ambiente, ni para los seres vivos. Dado que el 5G va a ser mucho más masivo en relación a las generaciones pasadas (Amy Nordrum, 2017).
 - o **Uso excesivo de antenas:** El uso excesivo de antenas es debido a que la tecnología 5G usa ondas milimétricas, aquellas ondas son absorbidas por

cualquier medio que se tope, esto incluye lluvia, arboles, edificios, casas, etc. Para evitar la pérdida de señal, se va a instalar varias pequeñas estaciones base, denominada small cell, para así poder tener la cobertura deseada, pero estas torres estarán mucho más cerca de las personas (Amy Nordrum, 2017).

Figura 2. Ejemplo de Small cell (pequeñas celdas) que implementara el 5G



(Amy Nordrum, 2017)

Social:

- **Poco conocimiento:** De las 50 personas que se le hizo una encuesta, que se les preguntó si sabían sobre el término de HERTZ, solo 16 de los 50 sabían lo que significaba, la siguiente pregunta fue, ¿cómo se propaga una onda electromagnética o cómo funcionaba?, de los 50, ninguno sabía cómo funcionaba, la siguiente pregunta fue, ¿crees que estas ondas o radiación electromagnética sea dañina para la salud?, de las 50 personas, todas confiaban que no había problema con estas ondas, que no generaba ningún efecto negativo. Se puede obtener por conclusión, que las personas no poseen conocimientos de cómo es enviada la información ni cómo funciona esta tecnología, menos podrían saber si esta tecnología puede ser perjudicial para todo ser vivo y medio ambiente.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo general

El objetivo principal que tiene este estudio, es contribuir a disminuir los efectos adversos del 5G y de las radiaciones No-ionizantes en general. Se pretende demostrar los efectos biológicos que tienen las radiaciones No-Ionizantes (e.g. pulsos electromagnéticos, radiofrecuencias, campos electromagnéticos, etc.). Teniéndose en cuenta todo lo que implica aumentar la radiación tanto en Chile como en otros países. La preocupación con la que se aborda es exclusivamente en los seres vivos y en el medio ambiente.

1.3.2 Objetivo específico

OE1: Se reunirán varios estudios para poder aumentar el conocimiento sobre las radiaciones no ionizantes, dicha radiación es la que trabajan en todas las comunicaciones inalámbricas, se prestará especial atención al 5G, dada sus características.

OE2: Se integrarán la mayor cantidad de instituciones como también de organizaciones, incluyendo personas sin vínculo alguno con lo anterior, que sean independientes u oficiales. Esto se hará con el fin de poder obtener la mayor cantidad de estudios y pruebas científicas para poder sacar una conclusión concreta.

Tabla 1. Matriz de definición de métricas de los objetivos específicos del proyecto

Objetivos Específicos	Métrica/Unidad	VAM	CEM
OE01	Es: Síntesis de Estudios sobre los posibles efectos adversos para la salud y medio ambiente a causa de altas Radiaciones no ionizante (5G)./Porcentaje	Es < 25	Es > 60
OE02	IO: Instituciones u Organizaciones tomadas en cuenta para un estudio completo. /Porcentaje	IO < 30	IO > 70

Una de las grandes instituciones ha gastado 25 millones de dólares, aquella institución es el programa nacional de toxicología, siendo uno de los estudios más grande del

mundo, muestra estadísticamente un incremento de incidencia de cáncer en cerebro y corazón en animales expuestos a CEM por debajo de los parámetros establecidos por ICNIRP (appeal 5G, 2019). La organización del Programa Nacional de Toxicología, debería de ser el ejemplo de varias instituciones. Dando un solo ejemplo, algún estudio que acredite que los nuevos parámetros para el 5G sean seguros para todos, especialmente para los niños, mujeres embarazadas y personas que tienen hipersensibilidad electromagnética.

Tabla 2. Matriz de los objetivos específicos del proyecto

Objetivos Específicos/ problemas	P01	P02	P03
OE01			X
OE02	X	X	X

Tomándose en cuenta varias instituciones y organizaciones (dependientes e independientes), haciendo un compendio de todos los estudios científicos y en cada uno de estos, se podrá denotar que es lo que hay en común entre todos los estudios y así poder tener una conclusión en concreto. Haciendo este sumario, se podría apreciar todos los efectos que posee la radiación no ionizante. Una vez que se conozca todos los posibles efectos, se podría educar a las personas sobre dichos efectos, al igual que constatar de que existen efectos nocivos, tanto para los seres vivos como para el medio ambiente.

2.1 Alcance

Este estudio está conformado por un compendio de estudios con información de los efectos de las radiaciones no ionizantes, dándose un especial enfoque a las repercusiones en el metabolismo (organelo mitocondria), tomándose en cuenta lo agravante que significa aumentar las potencias de las radiaciones no ionizantes con el 5G. Además, se menciona los parámetros de los límites de las radiaciones en Chile, al igual que se dará información sobre el proceso en el que se encuentra la tecnología del 5G en el mundo. Se mencionará el SAR, que es el método con el cual se miden los posibles riesgos a la salud por parte de las organizaciones reguladoras, dándose la justificación de la ineficiencia de este método. Se hace mención de las relaciones fisiológicas del humano con las radiaciones electromagnéticas. También se evidenciará algunos conflictos de interés que tienen algunos funcionarios de organizaciones reguladoras (Hardell, 2017).

2.1.1 Limitación al alcance

Las limitaciones que posee el estudio, es sobre la mediación misma de la radiación no ionizante, dado que tampoco van a haber estudios que indiquen soluciones directas a la problemática o una nueva tecnología menos nociva para transmitir datos. Por lo tanto, dado que no hay estudios sobre algún nuevo descubrimiento en la transmisión de información o una nueva manera menos nociva para transmitir información con las velocidades que se trabajan con las tecnologías actuales. En este estudio no presenta la solución, sino, solamente la problemática.

2.1.2 Supuesto

El supuesto del estudio, es la información que aporta varias instituciones, organizaciones e independientes. Dichos estudios serán del ámbito científico que serán sobre los efectos de las radiaciones no ionizantes en los seres vivos y en el medio ambiente. Se tomará en cuenta algunas conclusiones de expertos en el ámbito de la oncología.

3.1 Marco teórico

Para poder comprender todo lo que implica este estudio, se debe desglosar en parte y definir cada aspecto, para poder comprender como funciona y cuales vendrían siendo sus definiciones.

3.1.1 Movimientos Ondulatorios

Antes de poder comprender una onda, se deberá comprender un pequeño conjunto de términos y significados.

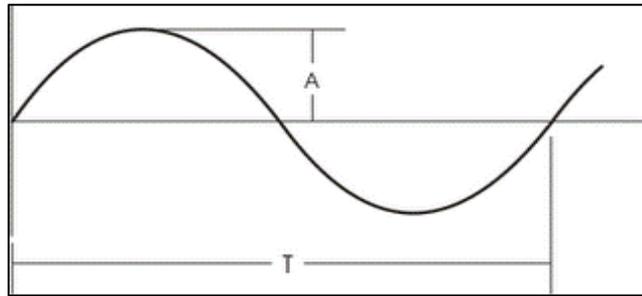
3.1.1.1 Movimiento vibratorio

Si imaginamos un cuerpo puntual, dicho cuerpo se mueve en línea recta en relación a su posición inicial o de equilibrio, si este cuerpo una vez hecho el movimiento vuelve a su posición inicial o de equilibrio, este cuerpo se consideraría que tiene un movimiento vibratorio u oscilatorio. También además que, si la oscilación se completa siempre en el mismo tiempo y la separación en relación a su punto de equilibrio o de inicio es la misma siempre, estaríamos hablando de un movimiento vibratorio armónico simple (MVAS) (Jesús M. Muñoz Calle, 2010). De este concepto se destaca las ondas armónicas, aquellas que su vibración es constante y se presentan en función de seno o coseno (H. Arellano, 2008). El movimiento vibratorio tiene otros aspectos, pero solo se destacará los conceptos que tiene relación con en el presente estudio.

3.1.1.2 Amplitud

Amplitud es la distancia máxima que puede recorrer una partícula vibratoria desde el punto de equilibrio o punto de origen, su unidad por el sistema internacional de medidas es el “metro” (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 3. Imagen de ejemplo de amplitud de una onda (A)

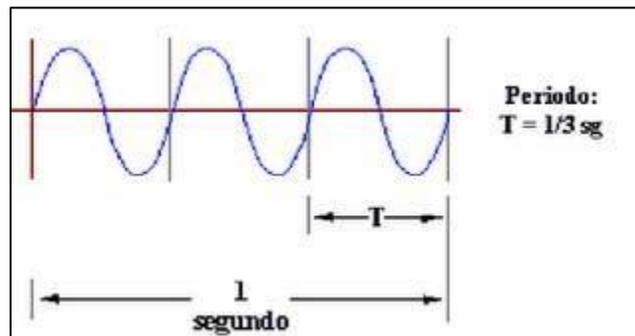


(Profesor en Línea, 2019)

3.1.1.3 Período

El periodo es básicamente el tiempo que se demora en realizar la oscilación completa de la partícula y se mide por “segundos”, se denomina con una “T” y es la inversa a la frecuencia ($T = \frac{1}{F}$) (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 4. Imagen de ejemplo de Período de una onda

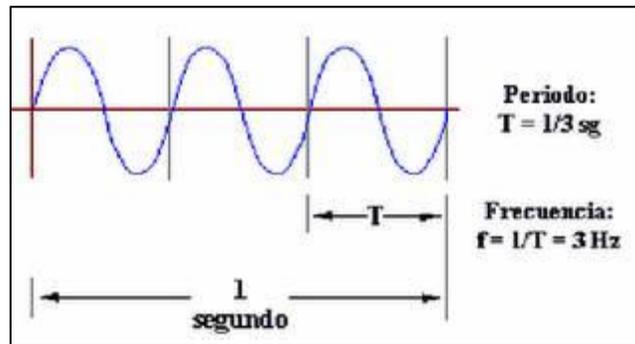


(Profesor en Línea, 2019)

3.1.1.4 Frecuencia

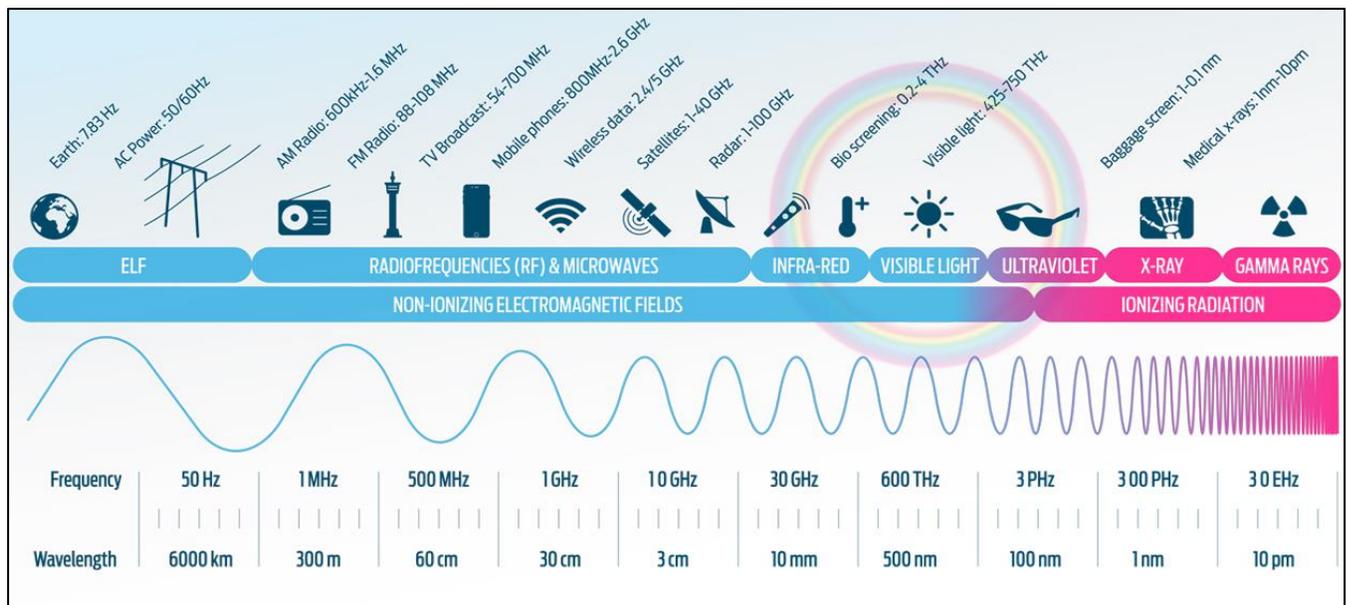
La frecuencia se puede denominar el número de vibraciones que se produce en una unidad de tiempo, puede ser en segundos, en minutos, en horas. Su unidad de medida es Hz (Hertz), se denota como “F” y es una magnitud inversa al periodo ($F = \frac{1}{T}$) (Jesús M. Muñoz Calle, 2010). En telecomunicaciones todas las comunicaciones (la radio, la televisión, internet, telefonía móvil, etc.) se transmiten a través del aire y la manera en la que su transmisión no sea interrumpida por interferencias de los otros medios, es por la separación de frecuencias que tienen entre cada tipo de comunicación (Mamani, 2018).

Figura 5. Imagen de ejemplo de Frecuencia de una onda



(Profesor en Línea, 2019)

Figura 6. Imagen de relaciones de frecuencias respecto al tipo de onda



(Electromagnetic Radiation South Africa, 2019)

3.1.1.5 Velocidad y Aceleración de una vibración

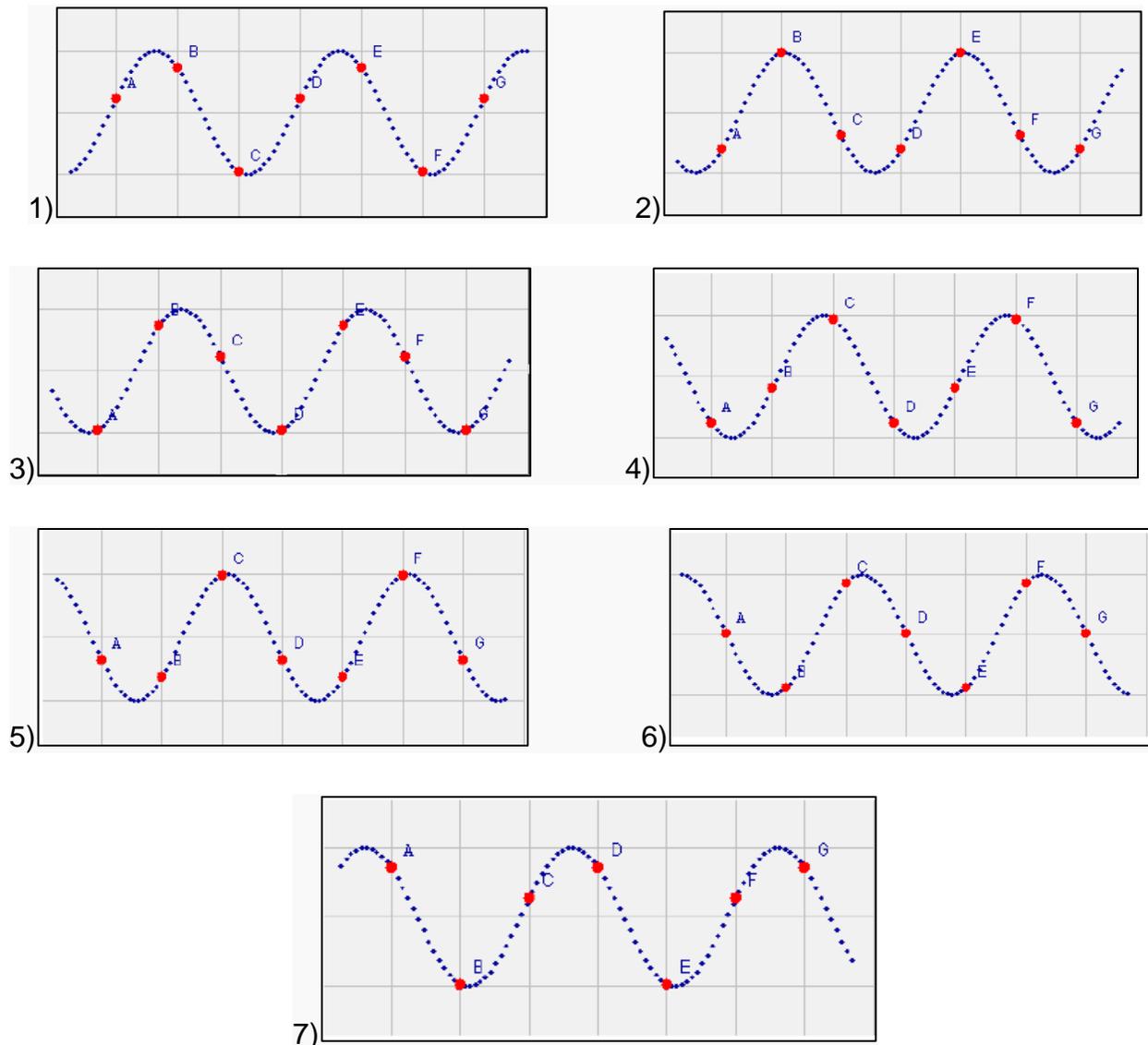
Como su nombre lo indica, la velocidad de la vibración se simboliza en el S.I. (Sistema Internacional) $V_v = \text{m/s}$, mientras que la aceleración vibratoria vendría siendo $A_v = \text{m/s}^2$

3.1.2 Concepto de onda

Cuando una vibración o perturbación es creada por una fuente o foco, se propaga a través del espacio y esto se representa como una onda. Las representaciones que se tendrán de las ondas serán centradas en las ondas armónicas ideales, que son aquellas en las

que su vibración es armónica simple en todos sus puntos (Jesús M. Muñoz Calle, 2010). Este tipo de perturbación la genera un foco emisor o fuente, de manera continua y logra transmitirse a través del espacio o medio capaz de transmitirla, también se debe destacar que esos fenómenos ondulatorios, se transmite la vibración o perturbación, junto con la energía. Esto se traduce en que la onda transporta energía a través del espacio sin que se desplace la materia (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 7. Varias imágenes representado el ejemplo de una onda armónica en distintos instantes

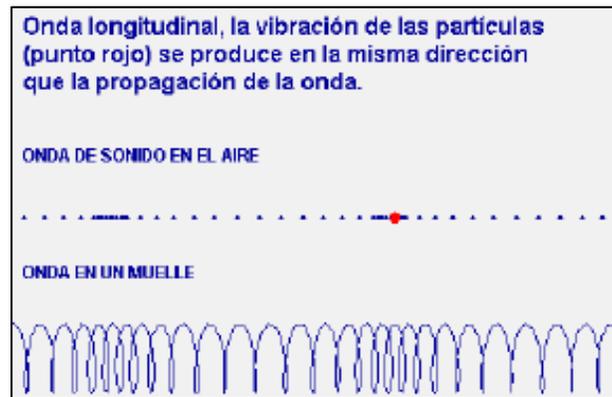


(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

3.1.2.1 Según la dirección de vibración de las partículas y su propagación de la onda

Existen dos tipos que se diferencian totalmente la una con la otra, una es longitudinal y la otra es transversal. Ondas longitudinales son aquellas en las que sus partículas vibran en dirección de la propagación de la onda (onda sísmica, sonido) (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

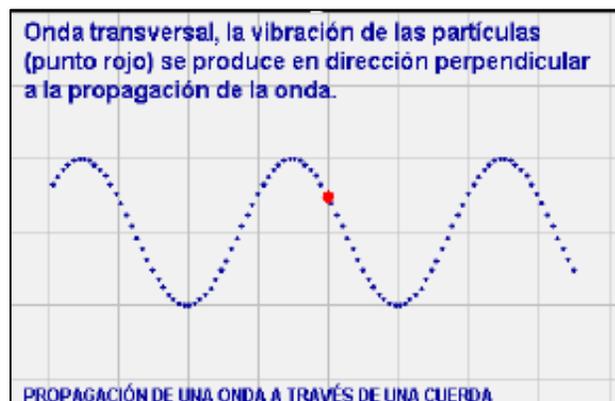
Figura 8. Ejemplo de onda longitudinal



(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

Ondas transversales son aquellas que vibran perpendicularmente en la dirección en que se propaga la onda (luz, onda en una cuerda) (Jesús M. Muñoz Calle, 2010). Por lo tanto, las ondas transversales son las que nos interesan conocer.

Figura 9. Ejemplo de onda transversal

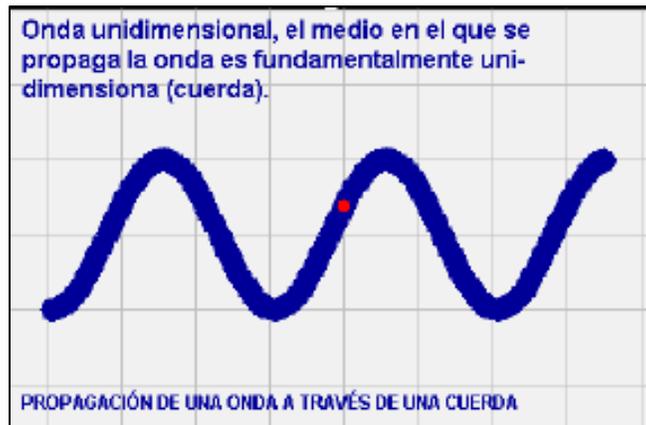


(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

3.1.2.2 Según la dimensión de propagación de la onda

Unidimensionales, solo se propaga en una dimensión, por ejemplo, la vibración de una cuerda (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 10. Ejemplo de propagación unidimensional



(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

Bidimensionales, se propaga únicamente en dos dimensiones, por ejemplo una onda en la superficie del agua (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

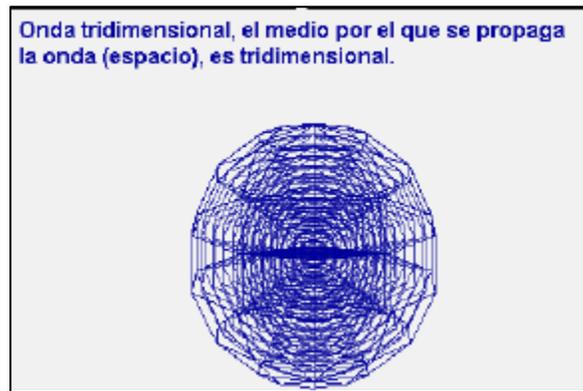
Figura 11. Ejemplo de propagación bidimensional



(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

Tridimensionales, se propaga en las 3 dimensiones, por ejemplo la luz, sonido, olas del mar, ondas sísmicas (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 12. Ejemplo de propagación tridimensional



(Jesús M. Muñoz Calle, 2010)

3.1.2.3 Medio de propagación de una onda

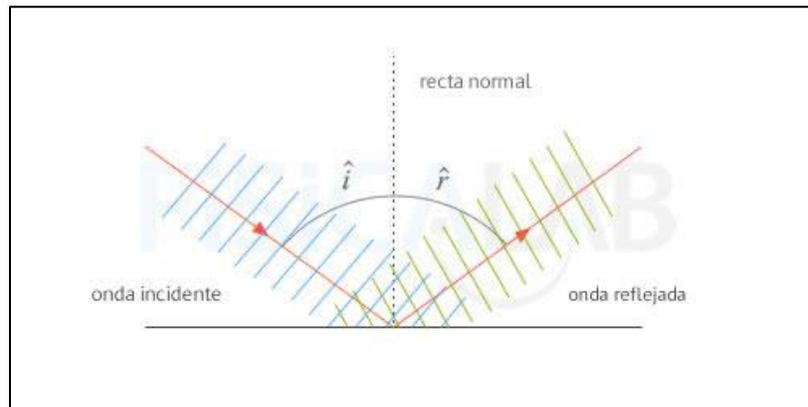
Las ondas también se diferenciarán por el medio en el que se propague, existen dos medios en el cual se puede propagar una onda, Onda Mecánica y Onda Electromagnética. Las ondas mecánicas son, las ondas que necesitan de un medio físico para poder propagarse, en cambio las ondas electromagnéticas pueden propagarse sin la necesidad de un medio físico (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

3.1.3 Fenómenos ondulatorios

3.1.3.1 La reflexión de las ondas

se considera el cambio de dirección que experimenta una onda, este cambio de dirección es causado cuando la onda choca contra una superficie totalmente lisa y pulimentada, esto proporciona que la onda se mantenga en su medio de propagación original y no se propague por el medio con el que choca. Si se produce la reflexión en una superficie rugosa, la onda se reflejará en todas las direcciones y este fenómeno se denomina como difusión, ejemplos de objetos que producen reflexión como cristales, líquidos, espejos y superficies pulidas (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 13. Ejemplo de la reflexión de una onda

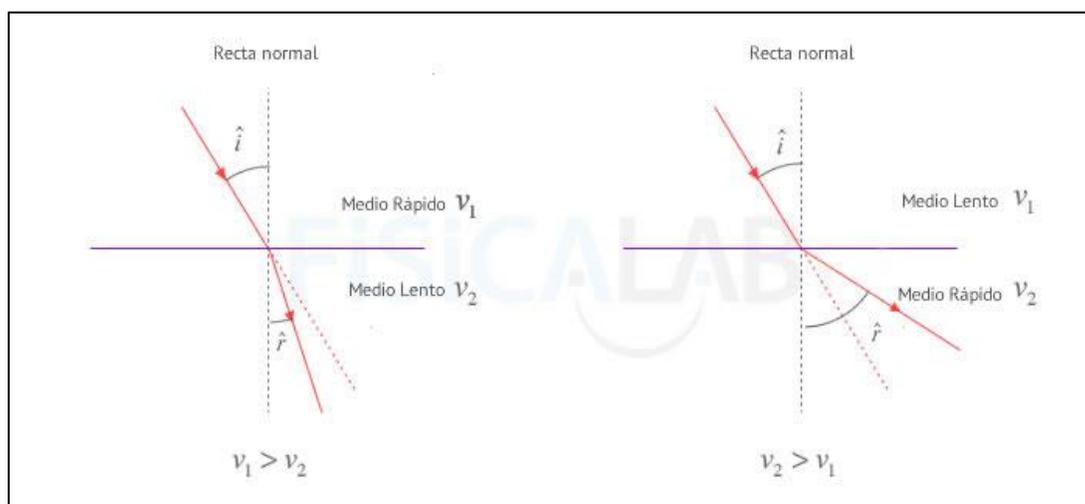


(Fernández, 2019)

3.1.3.2 La refracción de las ondas

Se considera una refracción al cambio de dirección y de velocidad que experimenta la onda, esto ocurre cuando, la onda en cuestión pasa de un medio a otro, así continua con su propagación. Cada medio se caracteriza por el índice de refracción. Dependiendo de la velocidad de la onda, la dirección de la onda al pasar por el otro medio dependerá del índice de refracción que tenga el segundo medio, en el caso de que su velocidad sea menor al pasar por el segundo medio, esta onda se acercará de la recta normal y en el caso contrario la onda se alejará a la recta normal (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 14. Ejemplo de la refracción de una onda

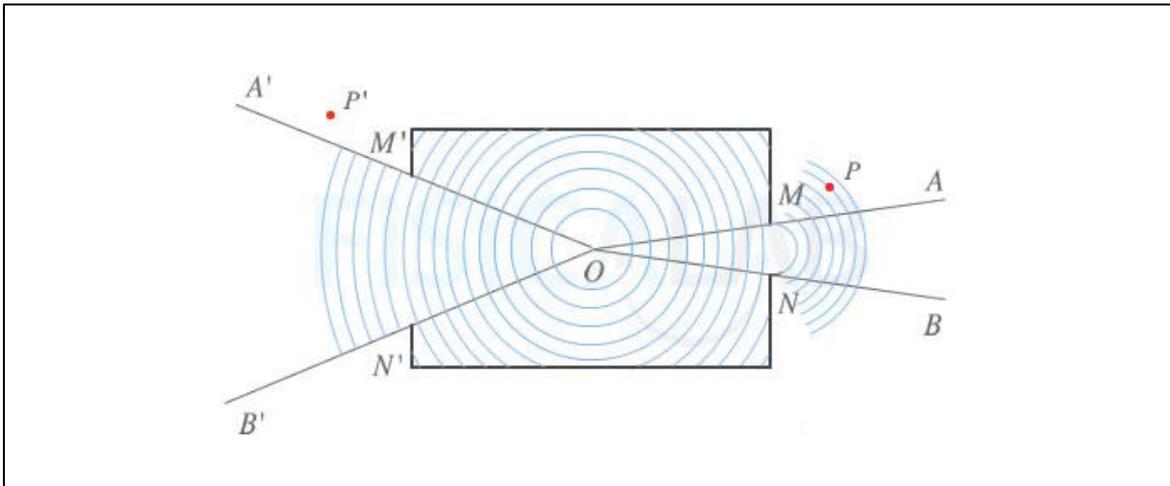


(Fernández, 2019)

3.1.3.3 La difracción de las ondas

Se considera una difracción de una onda, a la propiedad que tienen las ondas de pasar o rodear los obstáculos en unas determinadas condiciones (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Figura 15. Ejemplo de la difracción de una onda



(Fernández, Fisicalab, 2019)

3.1.3.4 Interferencias de las ondas

Se denominan interferencias al conjunto o suma de dos o más ondas. Que depende netamente de las longitudes de ondas, amplitudes y de la distancia relativa entre las mismas se distinguen dos tipos de interferencia, que son, constructiva y destructiva (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Constructiva: se produce por el choque de las ondas o se superponen en fases, así se obtiene una onda resultante de mayor amplitud que las ondas iniciales (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

Destructiva: es la superposición de ondas en anti-fases, obteniendo así una onda resultante de menor amplitud que las ondas iniciales (Jesús M. Muñoz Calle, 2010).

3.1.4 Campos Electromagnéticos

Los campos electromagnéticos se definen como la unión de dos campos, uno es el campo eléctrico y el campo magnético. Los campos eléctricos son producidos por una carga

eléctrica detenida o en reposo, en cambio, los campos magnéticos son producido por cargas eléctricas en movimiento. Cuando se está en la presencia de ambos campos, se crea un campo electromagnético (Cid Badani, 2015).

3.1.4.1 Concepto de ondas electromagnéticas

James Clerck Maxwell, que fue Físico y matemático, nacionalidad escocés y alumno de Faraday, en 1864 teorizo que las ondas electromagnéticas (ondas de radio) si se empleaban a cierta frecuencia elevadas, estas podría viajar por el medio (Moya, 2014). Luego, un alemán de nombre Heinrich Rudolf Hertz, profesor de la Universidad de Bonn conseguía realizar lo que Maxwell teorizaba, logro crear efectivamente un transmisor y un receptor. Hertz estudió las propiedades de las ondas electromagnéticas producidas por una corriente eléctrica oscilante de gran frecuencia para así lograr transmitir (Moya, 2014). Se destacó este tipo de comunicación porque no necesitaba de medios para poder ser transmitido, por lo tanto, se veía como una manera fácil de poder comunicarse de manera inalámbrica, se poseía mayor libertad a la hora de comunicarse y menor coste (Moya, 2014).

Las ondas de radio se propagan mediante una oscilación de campos electromagnéticos, esa oscilación varia en frecuencia. Antes que se hiciera comercial las comunicaciones, hubo un evento, como el descubrimiento del electrón en 1897 por J.J Thomson, que se dio a conocer en la Royal Institution de Londres, también en el año 1920 hubo una exposición en la que el Dr. Lee de Forest que dio la explicación del funcionamiento de la Válvula de tres electodos, desde ese instante empezaron los avances importantes para poder convertir las ondas electromagnéticas en lo que hoy conocemos. La primera vez que se hizo comercial fue en manos de Marconi que fue el que impulso el experimento más adelante que Hertz, logrando así la creación de la radio. (Moya, 2014).

3.1.4.1.1 Pulso electromagnético

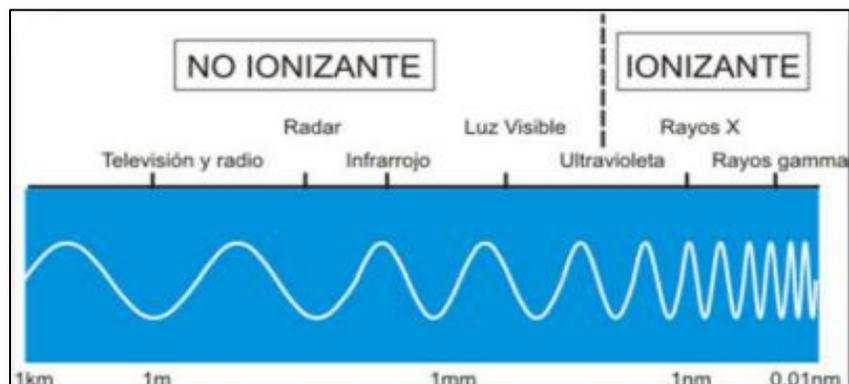
Los pulsos electromagnéticos o PEM, es una emisión de una onda electromagnética con una alta intensidad de energía en un corto periodo de tiempo (Mamani, 2018).

3.1.4.2 Radiación ionizante y no-ionizante

se categoriza el tipo de radiación según la energía que posean las ondas electromagnéticas, estos dos tipos de radiación producen distintos efectos en la materia (Cid Badani, 2015).

Radiación ionizante se considera el tipo de radiación que más energía posee, tiene energía suficiente como para poder romper las uniones atómicas y también modificar o destrozarse cadenas de ADN celulares, esta área se encuentra en la banda superior del espectro electromagnético. Radiación no-ionizante se considera una porción del espectro electromagnético de baja energía, aunque las radiaciones no ionizante intensas de frecuencia bajas son capaces de inducir corrientes eléctricas por los tejidos, de esta manera pueden afectar el funcionamiento de las células, aunque dejando en claro que hay algunas células más sensibles que otras (Cid Badani, 2015).

Figura 16. Imagen sobre el espectro electromagnético



(Cid Badani, 2015)

3.1.5 Conceptos de telecomunicaciones

A continuación, se presentarán algunos términos del ámbito de las telecomunicaciones, de esta manera se podrá entender algunas relaciones físicas que tienen las ondas de radiofrecuencia, como también el funcionamiento de los campos electromagnéticos.

3.1.5.1 Como viajan las señales a través de ondas

En Telecomunicaciones existe varias definiciones sobre de las cuales se han estado trabajando en la evolución de las comunicaciones, a continuación, solamente se

nombrarán las definiciones necesarias para la comprensión de cómo se comporta una onda y como esta puede usarse para transportar información.

3.1.5.1.1 Modulación de las señales

La modulación es la transmisión de una señal que es emitida en una frecuencia deseada, esta señal va ir variando en algunas características (i.e. modulando la señal), de esta manera proporcionará el mensaje o señal que se desea transmitir.

3.1.5.1.1.1 Señal portadora

La señal portadora es la encargada de “transportar” la información a transmitir (e.g. es el vehículo de la información que viaja como señal) (Huertas, 2012).

3.1.5.1.1.2 Señal moduladora

La señal moduladora es la representación de la información o mensaje que se desea transmitir (Huertas, 2012).

3.1.5.1.1.3 Modulación

La modulación es concebida por la modificación de los parámetros de una señal por otra, generando una señal compuesta por la portadora y el mensaje (Huertas, 2012).

3.1.5.1.1.4 Señal modulada

La señal modulada es la resultante de la señal que fue sometida a la modulación (Huertas, 2012).

3.1.5.2 Gestión del espectro electromagnético

La gestión del espectro electromagnético, es regulado para evitar la degradación de las señales por interferencia de otras ondas, de esta manera se le asignan espacios para que haya nuevos usuarios como también nuevos usos. El uso ordenado de las frecuencias es necesario para el uso correctos de las comunicaciones, aunque en estos tiempos ya poseemos la tecnología para que se pueda reconocer la emisión de frecuencias predeterminadas, un software es encargado de poder reconocer la señal, a

través de la frecuencia y no habría interferencias por parte de las de otras señales (Mazda, 1993).

3.1.5.3 Propagación de ondas de radio

La energía de una onda electromagnética es irradiada hacia afuera de la fuente, y se hace a través de una antena, esta onda es capaz de viajar a velocidades que se aproximarían a la de la luz, pero esta es atenuada e influenciada por el medio de propagación que la onda viaja. Estas ondas se pueden propagar de cinco modos distintos, solo depende de dos cosas, el medio por el cual se lanza y el medio por el cual se propaga. Los modos son: la propagación del espacio libre (i.e. “donde las ondas de radio no están influenciadas por la tierra o su atmósfera”), propagación de ondas terrestres (i.e. “donde las ondas de radio siguen la superficie de la tierra”), propagación ionosférica (i.e. “donde las ondas de radio son refractadas por capas ionizadas en la atmósfera”), propagación troposférica (i.e. “donde la transmisión es una línea de visión con cierta refracción atmosférica”) y propagación de dispersión (i.e. “donde fenómenos naturales como la turbulencia troposférica rastros de meteoritos ionizados se utilizan para dispersar ondas de radio”) (Mazda, 1993).

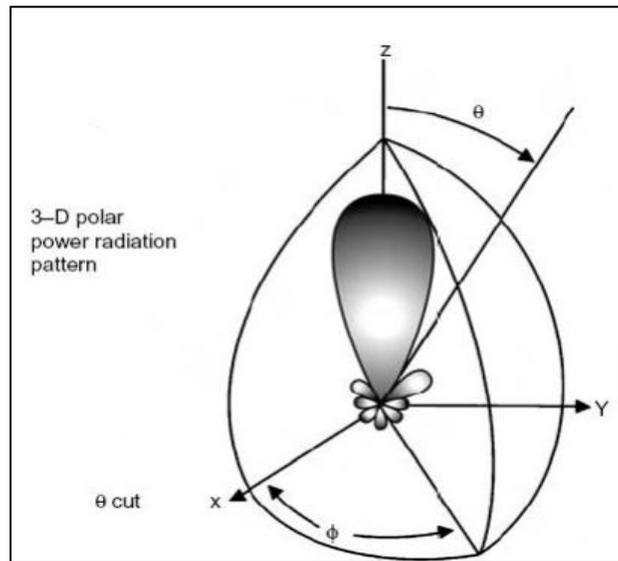
3.1.6 Concepto de antena

Una antena es una interfaz que se usa como conductor entre ondas electromagnéticas y el espacio libre o “aire”, aunque se debe tener en cuenta que su radiación va a depender del material en el que se componga, su geometría y dimensiones de la antena (VILLAGRAN, 2012).

3.1.6.1 Patrón de radiación

Una antena puede radiar con una intensidad distinta en direcciones angulares distintas. El patrón de radiación es la representación gráfica de las funciones de las propiedades radiativas de una antena (potencia radiada) (VILLAGRAN, 2012).

Figura 17. Patrón de radiación de una antena (dipolo)

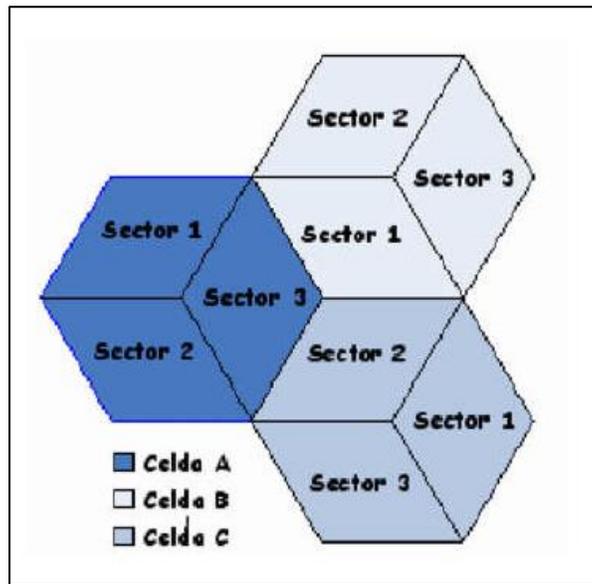


(VILLAGRAN, 2012)

3.1.7 Concepto de telefonía celular

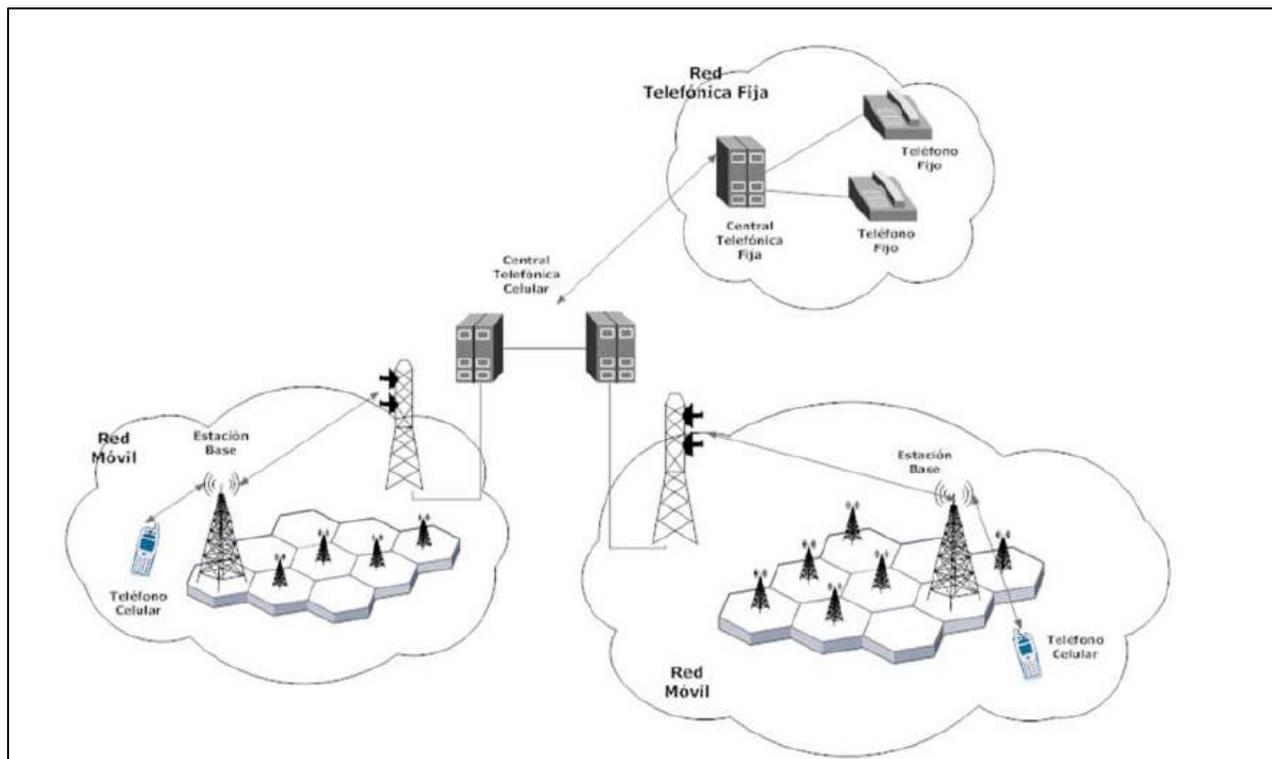
Los sistemas de telefonía celular son las comunicaciones móviles que poseen un sistema que opera bajo límites por zona o cuadrante, estas zonas son denominadas células, que vendrían siendo celdas en donde se pueda brindar servicio a los clientes bajo ese perímetro, y que si se da el caso de un cliente que se está comunicando con alguien a través del celular y pasa de celda en celda, esta comunicación no se vea interrumpida, cada celda le corresponderá una antena base (Rodríguez Gámez, 2005).

Figura 18. Celdas de celular sectorizadas



(Cid Badani, 2015)

Figura 19. Esquema de un sistema básico de telecomunicaciones móviles



(Cid Badani, 2015)

3.1.8 Generación de Comunicación Celular

De las generaciones celulares, se destacará sus inicios como también sus novedades y sus velocidades.

3.1.8.1 Primera Generación (1G)

La primera generación de telefonía móvil, sus primeros inicios fueron en 1979, una de sus características, es haber sido analógica y su uso era solamente para comunicación por voz. Los enlaces eran de baja calidad, entre las celdas la transferencia era imprecisa, no soportaba a muchos usuarios y no poseía seguridad alguna (Rodríguez Gámez, 2005). Su velocidad máxima de datos era de 9.6Kbps (FONTANES, 2009).

3.1.8.2 Segunda generación (2G)

La segunda generación de telefonía móvil, su aparición fue en 1990 y la diferencia más notable de la versión anterior, es que esta generación se empezó a regir por la tecnología digital. El sistema 2G comenzó a utilizar protocolos de codificación más avanzados (Rodríguez Gámez, 2005). También se ofrecería los nuevos servicios por telefonía móvil, como por ejemplo SMS, MMS, transferencia de datos, navegación WAP, entre otros (aunque todo estos servicios aún se consideraban lentos), incluso con una velocidad de 64Kbps (FONTANES, 2009).

3.1.8.2.1 Segunda generación avanzada (2.5G)

La mayoría de los proveedores se movieron primero a esta tecnología antes que el 3G, dado que era mucho más económico cambiar del 2.5G al 3G. en este escalón de la evolución de esta generación hubo solo extensión de lo que ya se conocía en el 2G (Rodríguez Gámez, 2005). Su velocidad máxima es de 307Kbps (FONTANES, 2009).

3.1.8.3 Tercera generación (3G)

La tercera generación de telefonía móvil, aparte de rectificar la comunicación por voz, también vino acompañada con varios avances significativos como datos con acceso a internet de manera inalámbrica, aplicaciones multimedia (audio mp3, video conferencias, vídeo en movimiento) (Rodríguez Gámez, 2005). Su aparición fue estricta, debía de

cumplir con algunas condiciones que fueron dictadas por IMT-2000 (telecomunicaciones móviles internacionales 2000) para ser considerada como de tercera generación, estas son las siguientes condiciones que se debía cumplir:

- Velocidad de 144Kbps para los usuarios en exteriores que se puedan movilizar a una velocidad de 120Km/h.
- Una velocidad de 384Kbps para el usuario como movilidad limitada (10Km/h)
- Una velocidad de 2Mbps para lugares como ambientes estacionarios (FONTANES, 2009).

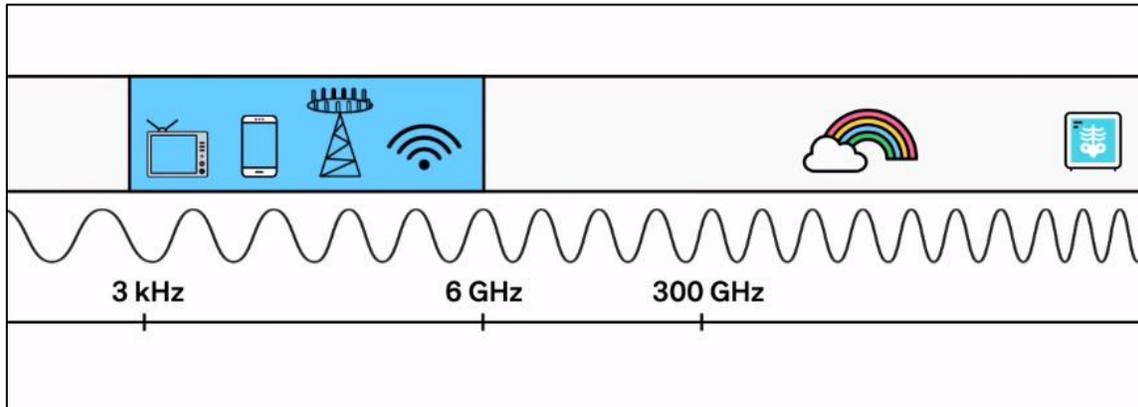
3.1.8.4 Cuarta Generación (4G)

La cuarta generación de telefonía móvil, su comunicación es completamente IP, tiene compatibilidad entre las distintas tecnologías, métodos de acceso más difícil, handoff (interacción entre dispositivos para transferir tareas o datos) en redes homogéneas y roaming mundial (estar conectado a la red en otros países sin importar tu operador), su velocidad es de 20 MHz (FONTANES, 2009)(Entel, s.f.).

3.1.8.5 Quinta generación (5G)

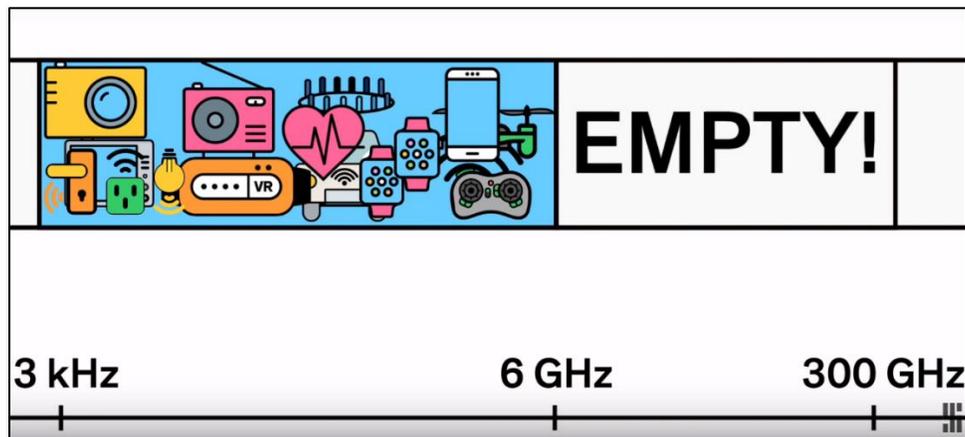
La quinta generación de telefonía móvil, será el cambio más drástico que tendrá las comunicaciones, dado que en esta generación se abrirá un espectro electromagnético desde los 30Ghz hasta los 300Ghz, la razón por la que se abrirá aún más el espectro es debido a la cantidad de dispositivos inalámbricos que han aumentado. (Amy Nordrum, 2017)

Figura 20. Espectro electromagnético cuando no había muchos dispositivos inalámbricos



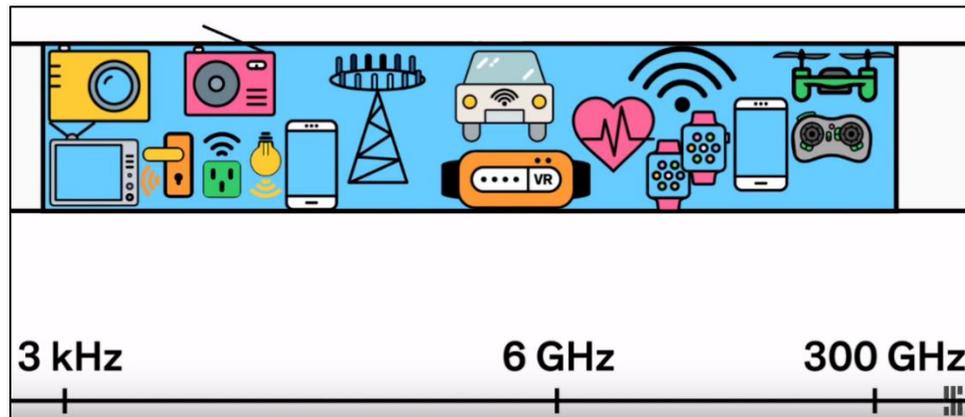
(Amy Nordrum, 2017)

Figura 21. Espectro electromagnético actual con los dispositivos inalámbricos en la actualidad



(Amy Nordrum, 2017)

Figura 22. Espectro electromagnético con los dispositivos inalámbricos actuales con el 5G



(Amy Nordrum, 2017)

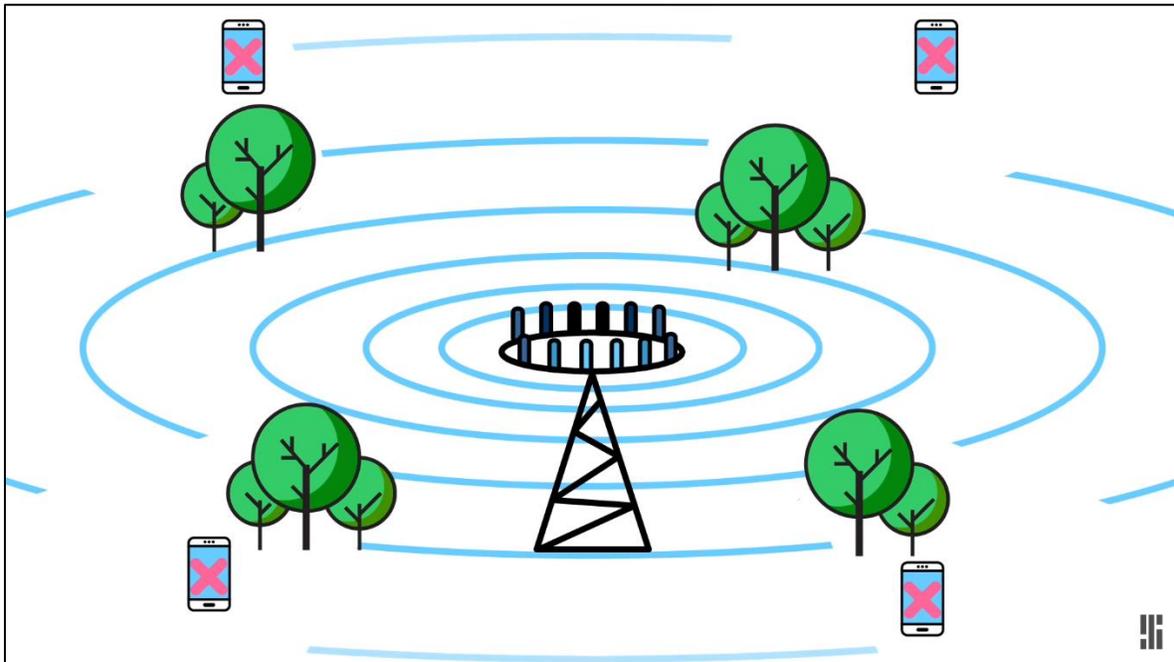
Como esta tecnología dejará un espectro electromagnético más amplio, con lo cual se podría seguir incluyendo dispositivos inalámbricos a la red, estos aparatos son conocidos como "II" internet de las cosas o Internet of Things, realidad virtual y autos autónomos. Puede enviar datos con un atrasado de milisegundo, además de una velocidad de descargar de 20Gbps. (Amy Nordrum, 2017)

3.1.9 Implementación adicional del 5G

La quinta generación viene acompañada con tecnologías distintas, tanto así, que se cambiara la infraestructura de las antenas base también, todos los detalles se darán a continuación.

1. Ondas milimétricas (millimeter waves): Al tener que expandir el espectro electromagnético, se podrá utilizar el espectro que se habilita como se muestra en la figura 22 (Amy Nordrum, 2017). Sin embargo, estas ondas al ser de una frecuencia elevada, su longitud de onda es más pequeña (Moya, 2014). Se les considera ondas milimétricas porque va variando su longitud de 1 a 10 mm (milímetro), en comparación con las longitudes de ondas actuales, estas son de algunas decenas de centímetro. El inconveniente de las ondas milimétricas, es que son fáciles de ser absorbidas por todo el entorno, esto incluye árboles, lluvias, edificios, etc. (Amy Nordrum, 2017).

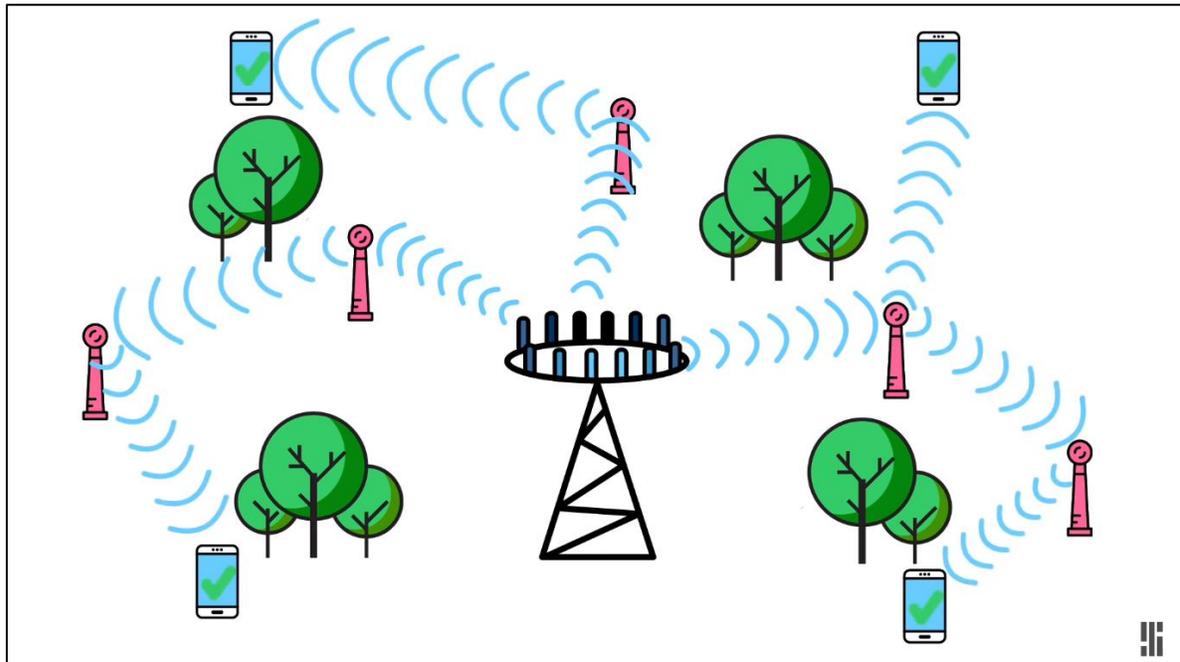
Figura 23. Ejemplo de absorción de ondas milimétricas



(Amy Nordrum, 2017)

2. Celdas pequeñas (Small Cells): Dado que las ondas milimétricas son fácilmente absorbidas por su entorno, se va a implementar celdas de celular mucho más pequeñas. Por lo tanto, habrá una pequeña estación base cada 250 metros, de esta manera habrá miles de estas pequeñas estaciones bases por toda la ciudad, estas antenas irán en los postes de luz y sobre los edificios. De esta manera se podría dificultar la instalación en lugares rurales (Amy Nordrum, 2017).

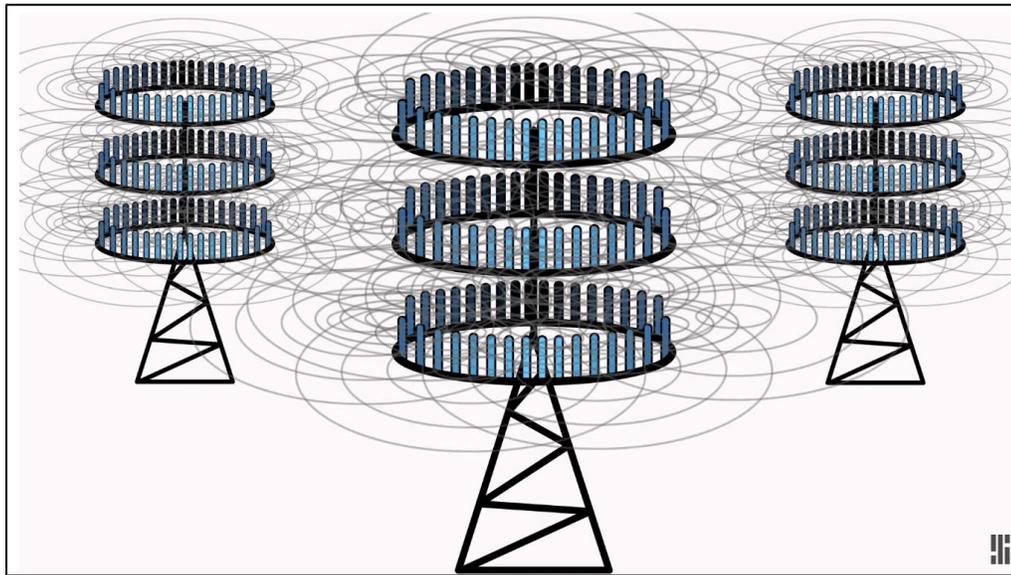
Figura 24. Ejemplo de celdas pequeñas 5G



(Amy Nordrum, 2017)

3. Massive MIMO: Actualmente las estaciones bases tienen docenas de antenas que controlan el tráfico celular, que son ocho transmisores y cuatro receptores. En 5G las estaciones tendrán para soportar hasta cien puertos para poder instalar antenas, lo que se traduce en varias antenas en una sola antena base. Su nombre MIMO es por entrada múltiple de salida múltiple (multiple-input multiple-output) este sistema inalámbrico podrá utilizar dos transmisores y receptores, de esta manera enviar y recibir datos a la vez. El inconveniente de esta tecnología es al haber tantas antenas transmitiendo a la vez, estas mismas podrían provocar interferencias, pero la siguiente tecnología se encarga de que este sistema no se vea afectado (Amy Nordrum, 2017).

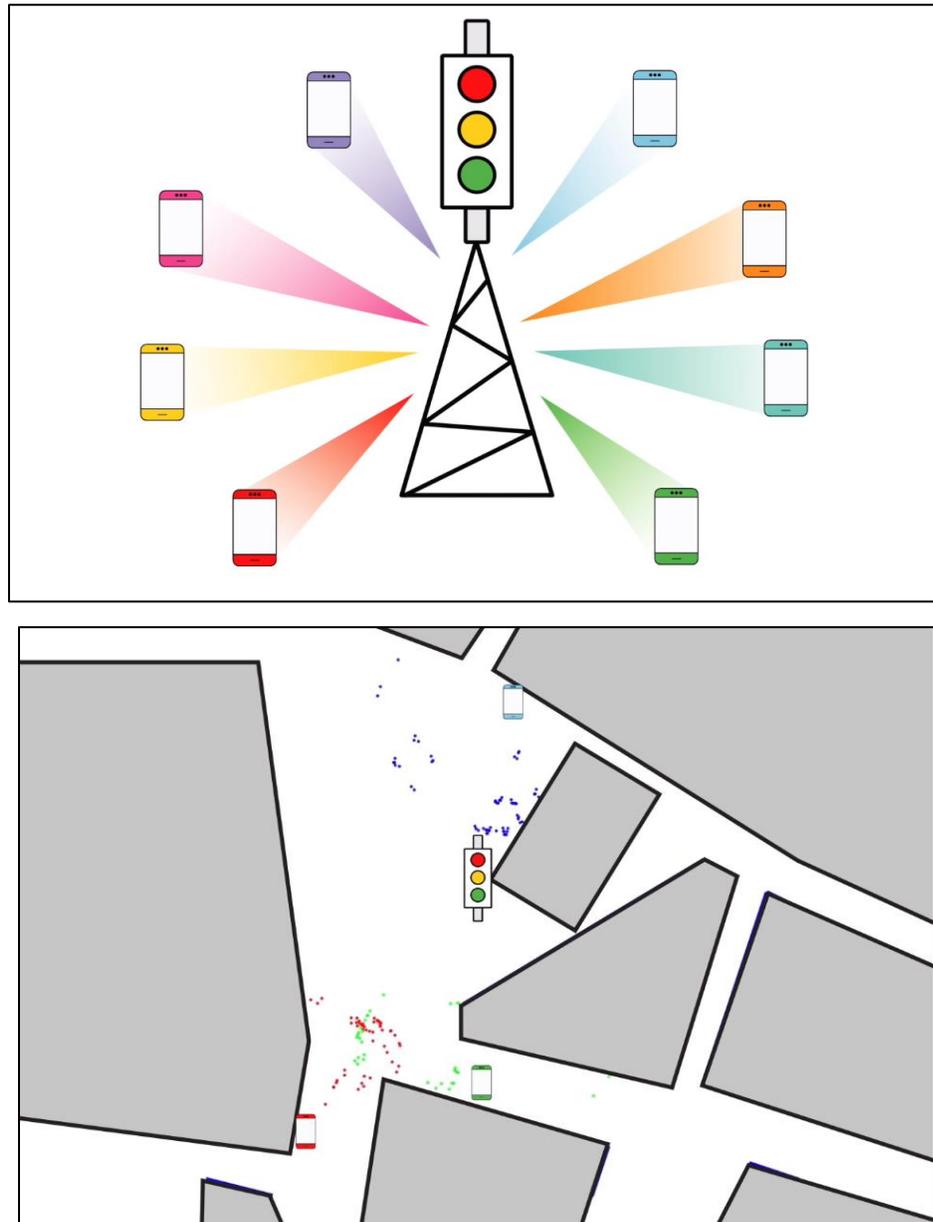
Figura 25. Ejemplo de Massive MIMO (Estaciones Bases)



(Amy Nordrum, 2017)

4. Beamforming: Es la solución para massive MIMO, dado que su principal problema es la interferencia que produce, de esta manera beamforming se encargara de crear una ruta óptima para hacer los envíos, como también un sistema de tráfico que controla la entrega de datos, además esta tecnología puede crear algoritmos para poder emitir una onda que pueda hacer el efecto de reflexión con las distintas superficies para así poder entregar los datos intactos y también de reducir toda interferencia (Amy Nordrum, 2017).

Figura 26. Ejemplo de Beamforming



(Amy Nordrum, 2017)

5. Full Duplex: En el sistema actual, el transceptor se va turnando para transmitir o recibir datos, todo esto es en la misma frecuencia o también de diferentes frecuencias si el usuario quiere transmitir y recibir datos simultáneamente. En el 5G el transceptor va a transmitir y a recibir datos al mismo tiempo y a la misma frecuencia (Amy Nordrum, 2017).

3.1.10 Regulaciones de las telecomunicaciones

Además de los avances tecnológicos que tuvo el área de las telecomunicaciones, también se encuentran organizaciones que están preocupadas por la radiación no ionizantes (CEM (Campos Electromagnéticos) o las emisiones de RF (radiofrecuencia)), toda frecuencia radiada tiene una influencia en el entorno, actualmente toda la población está sometida a CEM. Esto preocupa claramente a la OMS (Organización Mundial de la Salud) (Organización Mundial de la Salud, 2019).

3.1.10.1 Instituciones reguladoras dependientes, gubernamentales

Se agruparán las organizaciones que son dependientes e independientes, algunas de ellas pueden tener más presencia en las regulaciones que otras, pero no importa su jerarquía, solo importa las pruebas que estas aportan, dado que son organizaciones científicas, por lo tanto, toda información que ellos brindan son estudios que pueden ser corroborado.

SUBTEL (Subsecretaría de Telecomunicaciones) es un organismo dependiente del estado. Se encarga de fomentar, orientar y coordinar el desarrollo de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones que se implementen en Chile (SUBTEL, s.f.).

SSM, Strålsäkerhetsmyndigheten (Swedish Radiation Safety Authority) Autoridad sueca de seguridad radiológica, es una organización que vela por las continuas regulaciones en los ámbitos de seguridad nuclear, protección radiológica y no proliferación nuclear, su enfoque es proteger entornos naturales y ocupacionales (Strålsäkerhetsmyndigheten, s.f.).

La CEI Comisión Electrotécnica Internacional, fundada en 1906, esta organización elabora y publica normas internacionales que abarca a todas las tecnologías relacionadas con la electrotecnia y la electrónica. La CEI está encargada de la cooperación internacional en cuestiones de normalización electrónicas, esto incluye el electromagnetismo de las telecomunicaciones, y cuestiones asociadas, especialmente en el cumplimiento de las normas de conformidad (OMS, 2019).

La UIT es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, esta organización fomenta el crecimiento en cuanto al desarrollo y operaciones, con el fin de que todo sea eficiente, especialmente con las instalaciones de éstas. La organización que también está preocupada por la controversia sobre los posibles efectos de los CEM (Campos Electromagnéticos), creando así el comité de trabajo (ITU-T Study Group 5) para así hacer un compendio de la información y dar sus conclusiones, están también al tanto de todas las tecnologías que hay actualmente, como también las futuras tecnologías (OMS, 2019).

El PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) se encuentra como líder en cuanto a la cooperación para el cuidado del medio ambiente, también inspirado, informado y capacitando a pueblos y naciones para poder mejorar la calidad de vida en todo sentido y también mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones. El PNUMA ha sido participe en la creación de las monografías sobre los criterios de salubridad ambiental relacionado con los campos electromagnéticos (World Health Organization, 2019).

La IOT es la organización internacional del trabajo, encargada de publicar una serie de guías y manuales para los trabajadores que están expuestos a las radiaciones electromagnéticas, y no sean afectados por estas radiaciones (OMS, 2019).

La CIIC (Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer), se estudia los efectos cancerígenos de las radiaciones en función del patrón de exposición de la manera que analizan el tipo de radiación y los puntos en común que podría tener el huésped y del medio por el que vive. (World Health Organization , 2019).

El objetivo de este trabajo es reforzar los fundamentos de la protección contra la radiación y mejorar los conocimientos sobre los mecanismos biológicos de la oncogénesis (World Health Organization , 2019). La principal actividad de la unidad en el campo de los CEM es la realización del INTERPHONE Study, un estudio multinacional de casos y testigos sobre el riesgo de tumores cerebrales, neurinoma del acústico y tumores de las glándulas parótidas asociado a la exposición a los campos de radiofrecuencia procedentes de teléfonos móviles (World Health Organization , 2019).

3.1.10.2 Instituciones reguladoras independientes, no gubernamental

En 1973 fueron los comienzos del ICNIRP (Comité de Radiación No Ionizante) en el tercer congreso internacional de la Asociación internacional de radiación no ionizante (IRPA), se organizó por primera vez una sesión sobre protección de radiación no ionizante. IPPA es el organismo internacional que apela por los profesionales para la protección contra la radiación en todo el mundo. En el 1974 se formó el grupo de trabajo sobre la radiación no ionizante, durante el cuarto congreso internacional del IRPA en 1977, se pudo crear el Comité Internacional de Radiación No Ionizante (ICNIRC). Se llevó a cabo la creación de la ICNIRP, que se declaró como una comisión independiente en 1992 durante el séptimo congreso internacional de la IRPA en Montreal. Entonces 1992 la ICNIRP continuo con el trabajo del comité internacional de Radiación No Ionizante, que era de la Asociación Internacional de Protección de Radiación (IRPA). Según la carta que entrega ICNIRP se incorpora como un organismo científico sin ánimo de lucro. Se encuentra registrado en la asociaciones de Vereinsregister en Alemania (Estatutos) (ICNIRP, 2019).

La OMS en respuesta a su preocupación por los efectos que podría causar a la exposición de las radiaciones no ionizantes, la OMS creo en 1996 proyecto internacional EMF o CEM (Electromagnetic Fields o campos electromagnéticos) en donde se estaría investigando los efectos que podría causar frecuencias de 0 a 300 GHz, la participación fue por los departamento de la salud o representantes de otras instituciones nacionales responsables de la protección contra la radiación, al igual, que todos los estados que son miembros de OMS (Organizacion Mundial de la Salud, 2019).

SCENIHR (scientific committee on emerging and newly identified health risks) comité científico sobre riesgos de salud emergentes y recientemente identificados, como su nombre indica, están encargados de investigar, evaluar y descubrir nuevas amenazas para la salud, medio ambiente y riesgos emergentes (SCHEER, n.d.).

La AGNIR era un grupo independiente de asesoramiento científico que se encargaba de la revisión de estudios que podrían tener relaciones entre impactos biológicos y las radiaciones ionizantes o los campos electromagnéticos y entre otras también, (e.g. las

radiaciones ultravioletas y ultrasonido e infrasonido), este grupo fue creado en 1990 y se deshizo en mayo del 2017 (O'Hagan, 2017).

FCC es la Comisión Federal de Comunicaciones que regulan las comunicaciones interestatales como también internacionales, es una institución independiente del gobierno y supervisada por el congreso, la comisión de la agencia federal es responsable de hacer cumplir las normas de implementación como las leyes en las que se rigen las regulaciones de comunicaciones en Estados Unidos. (FCC, s.f.)

3.1.10.3 Org. Independientes en oposición al 5G

EMFscientist es una organización independiente en la que participan profesionales de medicina y también de científicos. Esta organización es además la organizadora del "APPEAL 5G" que es una apelación que tiene como objetivo juntar el máximo de firmas posibles de los profesionales que conozcan las posibles consecuencias que podría traer el 5G, por lo que generaron una colecta mundial de firmas, en su última actualización ya van 252 científicos de 42 países distintos (EMFscientist.org, 2019).

BioInitiative es una organización independiente que tiene como miembros ingenieros, científicos, médicos, profesores, oncólogos, etc. Desde el 2006 que esta organización está pendiente del ámbito de las radiaciones no ionizantes o de los avances de este mismo. En el 2012 hicieron un estudio completo sobre las emisiones de las radiaciones electromagnéticas, tomando como motivación el interés por la salud de las personas (BioInitiative, 2019).

Environmental Health Trust, es una organización sin fines de lucro, fundada en el 2017 por manos de la prestigiosa doctora Devra Lee Davis. Esta organización tiene el afán de dar información relevante sobre los riesgos de la salud ambiental y también promover políticas constructivas tanto en nivel local, nacional e internacional (Environmental Health Trust).

3.1.10.4 Recomendaciones internacionales, Regulaciones y normas

Las regulaciones son exigencias que se le da a las radiaciones generadas por las telecomunicaciones. En cuanto respecta a la regulación de las emisiones de radiación electromagnéticas, se toma como punto de inicio las medidas precautorias de la organización Mundial de la salud (OMS), esta organización les recomienda a los países de establecer ciertas normas en las que se fije un límite de densidad de potencia emitidas por las antenas, con el objetivo de no exponer innecesariamente a las personas (Cid Badani, 2015).

SAR: En las regulaciones aparece un término que se le denomina SAR, que significa “tasa de absorción específica”, es una medición que proporciona los parámetros la SUBTEL y FCC (Federal communications Commission), pero todas las mediciones son hechas con el objetivo de analizar la radiación emitida por la fuente de radio-frecuencia, que vendría siendo el teléfono celular. Estas normas son por la seguridad del usuario a la hora del usar el aparato que emita estas radiaciones (FCC, 2017).

Según la FCC “Muchas personas presumen, erróneamente, que al usar un teléfono celular con un menor valor informado de SAR la exposición del usuario a emisiones de RF, serían baja o de alguna manera más seguro que usar un teléfono celular con un valor informado de SAR más alto” (FCC, 2017). Las pruebas en la que se efectúa el SAR, es utilizando modelos estandarizados de cabezas y cuerpo, llenos de líquidos que se asimila a las características de absorción de la RF en los diferentes tejidos humanos. De esta manera verifican los aparatos para que se adapten a las pautas, así cada aparato teléfono celular es sometido a estas pruebas mientras opera en su máxima potencia, en cada una de las bandas de frecuencias en las que opere (e.g. 3G, 4G y 5G) y en diversas posiciones específicas, como la cabeza o partes del cuerpo, luego una sonda robótica es la que efectúa las mediciones del campo eléctrico en las ubicaciones específicas (FCC, 2017).

Según FCC “El valor SAR usado para la aprobación de la FCC no toma en cuenta las múltiples mediciones realizadas durante las pruebas. Además, la potencia con que operan los teléfonos celulares varía constantemente, para hacerlo a la mínima potencia

necesaria para mantener la comunicación; la operación a máxima potencia de los dispositivos no ocurre con regularidad” (FCC, 2017).

3.1.10.4.1 Regulación nacional

Las regulaciones nacionales son concretadas por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL).

En Chile se aplica el estricto principio precautorio del límite de densidad de potencia permitido de $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ para las antenas que están instaladas en zonas urbanas. En el caso de estaciones bases cercanas a establecimientos hospitalarios, asilos de ancianos, jardines infantiles, establecimientos educacionales de enseñanza básica y salas cuna, se debe de operar con una densidad de potencia de $10\mu\text{W}/\text{cm}^2$, en Chile tiene en promedio una exigencia 10 veces superior a la recomendaciones de la OMS (Cid Badani, 2015).

Según Subtel en cuanto a la normativa sobre los teléfonos móviles, solo se habilitarán en sus redes equipos cuyos índices de absorción específica (SAR) no exceda los límites establecidos, aunque estos hayan sido establecidos hace más de 13 años (SUBTEL, 2006).

Subtel determina que en cuanto a equipos de teléfonos celulares móviles, el índice que se acepta son los siguientes valores SAR máximos para el cuerpo parcial, cabeza y tronco (SUBTEL, 2006):

- 1,6 W/kg, sobre 1 gramo de tejido
- 2 W/kg, sobre 10 gramos contiguos de tejido

3.1.10.4.2 Recomendaciones internacionales

Una de las organizaciones internacionales que entregan las directrices sobre las exposiciones de radiación de los campos electromagnéticos son IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) con normas como la “IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio-frequency electromagnetic fields, 3KHz to 300GHz” (“Estándar IEEE con niveles de seguridad para el humano respecto a la exposición de campos electromagnéticos de radio-frecuencia 3KHz a 300GHz) y también

las recomendaciones de la ICNIRP (comisión internacional de protección contra la radiación no-ionizante) en documento “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz)” (Pautas para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos que varían con el tiempo (hasta 300 GHz)” (Cid Badani, 2015).

3.1.10.4.2.1 Restricciones básicas

Por parte de IEEE se toman restricciones básicas, en estas restricciones son pensadas para prevenir efectos adversos en la salud incorporando factores de seguridad adecuados, estos factores son expresados en términos de campo eléctrico (Cid Badani, 2015).

Tabla 3. Restricción básica para frecuencias de 100KHz hasta 3GHz

		Nivel de acción SAR (W/kg)	Personas en ambientes controlados SAR (W/kg)
Exposición de cuerpo completo	Promedio de cuerpo completo (WBA)	0,08	0,4
Exposición localizada	Localizado (máximo promedio espacial)	2	10
Exposición localizada	Extremidades y orejas	4	20

(Cid Badani, 2015)

Exposición de cuerpo completo, toda restricción se basa en los efectos adversos a la salud causados por el calentamiento del cuerpo (térmico) durante el periodo de exposición a las ondas electromagnéticas, se incorpora un factor de seguridad de valor 10, para así obtener un SAR de 0,4W/Kg promediado en el cuerpo. Exposición localizada, se establece para proteger contra el aumento de temperatura en cualquier parte del cuerpo, provocando así, una exposición localizada o no uniforme (Cid Badani, 2015).

3.1.10.4.3 Nueva legislación en Chile (2019)

La nueva legislación que fue emitida el 25 de Febrero del 2019, por el ministerios de transportes y telecomunicaciones, por medio de Subtel y en el marco del Mobile World Congress (MWC119) (SUBTEL Licitación, 2019).

En aquella fecha se dio el inicio a la licitación actual, la que conduce a la futura red 5G, disponiendo de 60MHz de espectro a nivel nacional entre las bandas de 700MHz y de 3500MHz (3.5Ghz) (SUBTEL Licitación, 2019).

A continuación, se darán algunas citas hechas por la Subsecretaria de telecomunicaciones, de personas que están haciendo las pruebas 5G en Chile (SUBTEL pruebas 5G, 2019).

Luis Uribe, que es gerente de redes de Entel, proyectó una acelerada adopción del 5G a partir de 2020 a nivel global. Luis Uribe dice lo siguiente “Se espera que primero se implemente en áreas urbanas densas con banda ancha móvil mejorada y acceso fijo inalámbrico, que serán los primeros usos comerciales. Otras implementaciones se darán en industrias como la automotriz, manufactura, servicios públicos y salud”

Al mismo tiempo, Enzo Zunino, que es gerente general de Ericsson Chile, señaló con sus propias palabras que “la empresa está liderando el desarrollo del 5G a nivel global gracias a un fuerte trabajo de investigación, desarrollo e innovación, incluyendo más de 200 casos de uso de 5G, en más de 10 industrias o sectores productivos y demostrando que la tecnología 5G impactará positivamente a toda la sociedad. Estamos hablando de monitoreo y automatización en tiempo real, robótica autónoma, vigilancia inteligente, realidad aumentada u operaciones remotas, entre otros servicios. Para el mercado de minería, el 5G traerá la mejora de la interacción humano-máquina en las mineras, con incremento de seguridad, eficiencia y bienestar del empleado” (SUBTEL pruebas 5G, 2019).

3.1.10.4.4 Ministerio del medio ambiente de Chile (MMA)

La misión que posee el ministerio del medio ambiente es la de liderar el desarrollo sostenible, que se ira transmitiendo a través de la generación de políticas y regulaciones eficientes, de esta manera promoverá las buenas prácticas y también del mejoramiento en la educación ambiental ciudadana (Ministerio del medio ambiente, s.f.).

En este ministerio se desarrolla la visión de una manera sustentable para el país con el objetivo de mejorar la calidad de vida de todos los chilenos, contando con las generaciones futuras (Ministerio del medio ambiente, s.f.). En esta visión están basada en 8 puntos de los cuales se citarán textualmente:

1. **Sustentabilidad:** Somos responsables de crear conciencia para mantener un equilibrio entre la necesidad del ser humano de mejorar su situación física y emocional, y la conservación de los recursos naturales y ecosistemas que sustentarán nuestra sociedad. Estamos convencidos que la protección y cuidado del medio ambiente mejorará la calidad de vida de nuestras generaciones futuras.
2. **Compromiso:** Nos sentimos orgullosos de pertenecer a nuestra institución, aportando con trabajo, esmero, dedicación y eficiencia al logro de las metas y objetivos institucionales e identificados con la promoción de una sociedad comprometida con el cuidado del medio ambiente donde todos y todas podamos desarrollarnos en forma plena.
3. **Profesionalismo:** Realizamos nuestro trabajo con responsabilidad, dedicación, esmero y eficiencia, mantenemos una comunicación clara y fluida con nuestros compañeros y compañeras, jefaturas, colaboradores, proveedores e instituciones externas con el fin de lograr nuestras tareas, metas y objetivos.
4. **Transparencia:** Somos claros, oportunos y objetivos en la entrega de información que nos afecta como institución, utilizamos nuestros canales de comunicación en forma eficiente, respetamos y cautelamos la publicidad de los actos, resoluciones, procedimientos y documentación facilitando el acceso de los mismos a la ciudadanía.
5. **Eficiencia:** Somos competentes en el desarrollo de nuestro trabajo, preocupándonos por la calidad y entrega oportuna de las tareas encomendadas, para dar pleno cumplimiento a las metas y objetivos institucionales, con los recursos disponibles.

6. **Probidad:** Mantenemos una conducta intachable, honesta e íntegra, privilegiando el interés general por sobre el particular. Nuestras actuaciones se basan en estándares éticos, de calidad e imparcialidad en el ejercicio de nuestras funciones (Ministerio del medio ambiente, s.f.).

4.1 Estudio de mercado

La generación 5G se planea instalar de manera urgente por algunos países como una carrera tecnológica, algunos estados de Estados Unidos y Corea del sur ya es realidad y algunos países de América Latina están en proceso de pruebas. En el 2016 Brasil, Argentina, Colombia, Perú, México y Chile estuvieron sometidos a pruebas por sus operadores de telefonía móvil local de cada país (BBC, 2019).

Se considera a México como el primer país Latino Americano con 5G comercial en el 2020. Este desarrollo se hará en manos de los operadores Telcel y AT&T, que en su primera fase se presume que solo abarcará a un 3% de la población. En Perú por parte de Movistar se planea lanzar el 5G en el 2020 como plantea GSMA Intelligence, que cuenta como una organización que representa los intereses de los operadores móviles a nivel global. En Brasil fue en donde se iniciaron todas las pruebas para la implementación del 5G y se planea implementar en el 2023. En Colombia, según el Presidente Iván Duque que antes de 6 años ya tendrá implementado el 5G en su país. La Organización GSMA Intelligence da un estimado que en el 2025 cuando se pueda expandir la cobertura del 5G en la región, podría esta generación alcanzar un 40% de la población Latinoamericana (BBC, 2019).

En Chile la Subsecretaría de telecomunicaciones, inicio el 25 de febrero del 2019 las licitaciones para el espectro del 5G (SUBTEL Licitación, 2019). En la cuenta pública el Presidente de Chile Sebastián Piñera, dio a entender que Chile va a ser uno de los primeros países en implementar el 5G (Gobierno de Chile, 2019).

Pero no es solamente la implementación de la generación 5G, sino que también se debe incluir el proceso en el que van las tecnologías para poder soportar las velocidades en las que se trabaja el 5G, esto quiere decir, también debe haber una norma de certificación de los dispositivos 5G. La Global Certification Forum (GCF) que es el organismo que estipula los requisitos para que los dispositivos se consideren de la quinta generación, anuncio el pasado 22 de febrero del 2019 que el conjunto de test para la certificación de los chipsets, módulos y módems 5G, estaría completo a finales del 2019. (LÓPEZ, 2019)

Para hacer un resumen a nivel global, el siguiente cuadro se mostrarán como parámetros los procesos, en el que se encuentra los países destacados para esta tecnología. Los parámetros de cada país serán: Investigación del 5G (de esta investigación se encarga el operador que se encuentra en dichos países), Ensayos/ Pruebas del 5G (procedimiento que se hace en terreno para verificar la cobertura y otros detalles), 5G parcial (solo se encuentra habilitado en algunas zonas del país) y 5G comercial (está totalmente habilitado) (Worldtimezone, 2019) (Fisher, 2019).

Tabla 4. Procesos en el que se encuentra la tecnología 5G

Países	Investigación 5G	Ensayos/ Pruebas del 5G	5G parcial	5G comercial
Corea del sur				X
USA (Chicago, NY, Los Ángeles, Dallas, Atlanta y Minneapolis)				X
Suiza				X
Reino unido				X
España				X
China				X
Japón			X	
Rusia			X	
Katar			X	
Alemania			X	
Suecia			X	
Estonia			X	
Finlandia			X	
Países bajos			X	
Francia			X	

Noruega			X	
Singapur			X	
Australia			X	
Sri Lanka			X	
Sudáfrica			X	
India		X		
Pakistán		X		
Bangladesh		X		
Brasil		X		

(Worldtimezone, 2019)

Según la compañía Ericsson, se estima que en el año 2024 habrá aproximadamente 1.900 millones de suscriptores con 5G, lo que sería un 65% de la población mundial. En el caso de Chile, Entel en el 2017 se asoció con Ericsson para poder implementar esta tecnología aquí en Chile, según el comunicado de Ericsson dice “la implementación de los proyectos de la red central comienza de inmediato y se completará en diferentes fases a lo largo del 2018 y 2019” (Fisher, 2019).

Actualmente en Chile se están llevando a cabo algunas instalaciones de las nuevas antenas 5G en las que Subtel ya cuenta con una lista de posibles posiciones para la nueva implementación de las antenas 5G (3 de octubre del 2019) que es lo siguiente: “acuerdos vigentes con Correos (64 lugares), el Directorio de Transporte Público Metropolitano, DTPM (2.210 paraderos de buses), la Empresa de Ferrocarriles del Estado, EFE (1.613 postes en vías férreas y 67 estructuras nivel nacional), y Metro que manifestó su interés de disponer infraestructura a lo largo de su red” y “Debido a la alta capilaridad que necesitará la futura red 5G, es necesario duplicar la cantidad de antenas que hoy están desplegadas en el país. Como Subtel nos hemos adelantado a esta realidad”, dijo la subsecretaria Gidi. (Cabello, 2019).

5.1 Metodología

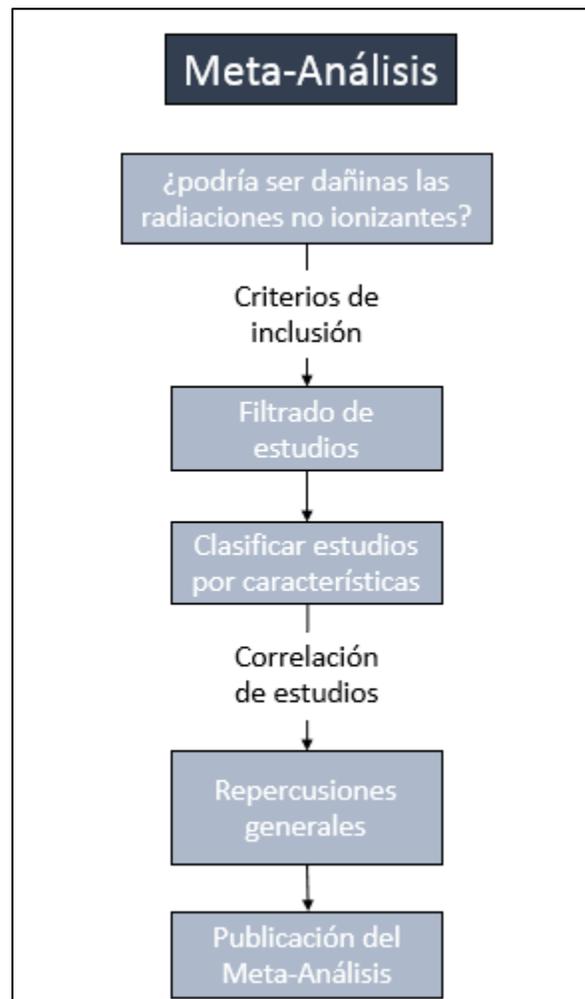
La metodología que se utilizará es Revisión sistemática, dado que permite una síntesis concisa, actualizada y rigurosa sobre la evidencia de un tema en cuestión. Permite la síntesis de información mediante búsqueda sistemática y exhaustiva de estudios, selección de estudios a través de criterios de inclusión, análisis y presentación de los resultados y se da por termino con la interpretación de los resultados. Se debe de tener en cuenta que la revisión sistemática es una herramienta de la cual no presenta los resultados de una manera resumida, por lo que la revisión sistemática es cuantitativa por lo que se desarrolla un meta-análisis, dado que se relacionan los resultados obtenidos de diversos estudios para luego obtener una conclusión precisa. De esta manera se podrá comprender dichos efectos que son estudiados, que vendrían siendo los efectos de las radiaciones electromagnéticas (Ignacio Ferreira González, 2011).

La revisión sistemática posee etapas de las cuales la distinguen como una metodología precisa (Ignacio Ferreira González, 2011):

- La pregunta en cuestión para iniciar el estudio.
- Localización y selección de los estudios relevantes.
- Extracción de datos de los estudios.
- Análisis y presentación de los resultados.
- Interpretación de los resultados.

También se añadieron otros filtros pertinentes respecto al tema, como la potencia de las radiaciones y los parámetros de seguridad tomados en cuenta en los estudios.

Figura 27. Mapa conceptual de Meta-Análisis



Creado en PowerPoint

Se utilizará este método por la cantidad de información que se debe manejar a la hora de exponer la problemática, de esta manera la información tendrá sus respectivos filtros como también se acatará la calidad metodológica del formato de revisión sistemática (Sánchez-Meca, 2010).

De esta manera se podrá brindar un estudio limpio y con sus características agrupadas con los criterios correspondientes.

6.1 Plan de tesis

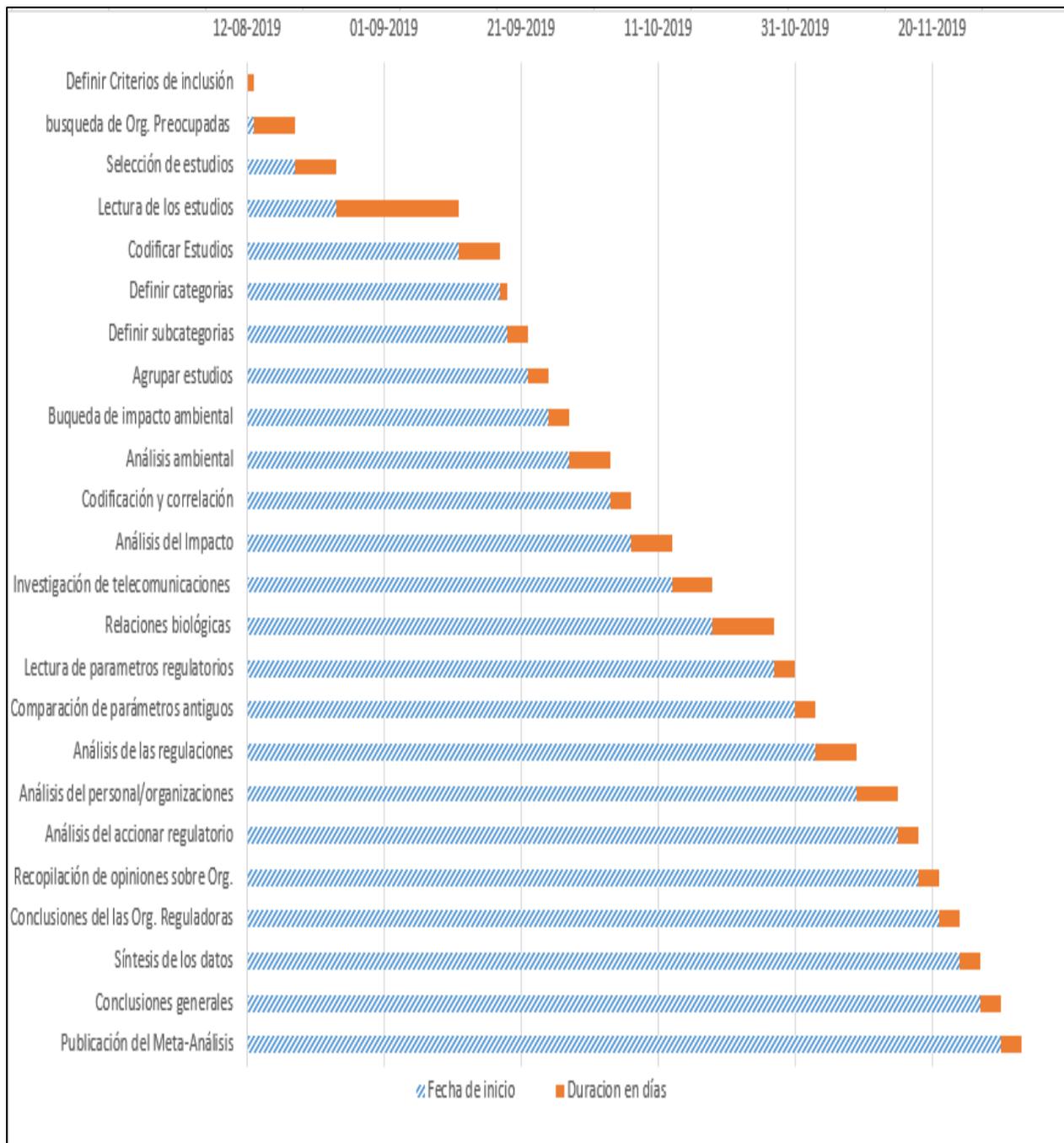
En el plan de tesis se debe cumplir con cada proceso para que sea completada la investigación. De esta planificación ordenada se podrá plantear el caso fundamental de la investigación que se quiere llevar a cabo, la fecha de inicio de investigación será el día 12/08/19 y se finaliza el día 3/12/19.

Figura 28. Actividades para el proceso del Meta-análisis

Nombre de actividad	Fecha de inicio	Duración en días	Fecha de termino
Definir Criterios de inclusión	12-08-2019	1	13-08-2019
busqueda de Org. Preocupadas	13-08-2019	6	19-08-2019
Selección de estudios	19-08-2019	6	25-08-2019
Lectura de los estudios	25-08-2019	18	12-09-2019
Codificar Estudios	12-09-2019	6	18-09-2019
Definir categorías	18-09-2019	1	19-09-2019
Definir subcategorías	19-09-2019	3	22-09-2019
Agrupar estudios	22-09-2019	3	25-09-2019
Buqueda de impacto ambiental	25-09-2019	3	28-09-2019
Análisis ambiental	28-09-2019	6	04-10-2019
Codificación y correlación	04-10-2019	3	07-10-2019
Análisis del Impacto	07-10-2019	6	13-10-2019
Investigación de telecomunicaciones	13-10-2019	6	19-10-2019
Relaciones biológicas	19-10-2019	9	28-10-2019
Lectura de parametros regulatorios	28-10-2019	3	31-10-2019
Comparación de parámetros antiguos	31-10-2019	3	03-11-2019
Análisis de las regulaciones	03-11-2019	6	09-11-2019
Análisis del personal/organizaciones	09-11-2019	6	15-11-2019
Análisis del accionar regulatorio	15-11-2019	3	18-11-2019
Recopilación de opiniones sobre Org.	18-11-2019	3	21-11-2019
Conclusiones del las Org. Reguladoras	21-11-2019	3	24-11-2019
Síntesis de los datos	24-11-2019	3	27-11-2019
Conclusiones generales	27-11-2019	3	30-11-2019
Publicación del Meta-Análisis	30-11-2019	3	03-12-2019

creado con Excel

Figura 29. Carta Gantt



Creado en Excel

7.1 Desarrollo inicial del análisis

En este apartado se brindan los pasos de los criterios hacia la inclusión de los estudios y los procesos que tiene el análisis.

7.1.1 Criterios de inclusión

Da comienzo a la integración de aquellos papers o estudios que se enfoquen en los efectos de la radiación electromagnética no ionizantes, diferenciándose como radiaciones electromagnéticas (REM/EMR), campos electromagnéticos de radio frecuencia (CEM-RF/EMF-RF) y radiaciones de radiofrecuencia (RF/RFR). Los estudios además deberán de cumplir con el requisito de que las potencias (frecuencias) de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia o las emisiones de radio-frecuencia, deben de estar en los parámetros que se usa actualmente o incluso frecuencias menores a las actuales, dado que se planea implementar el 5G entonces esto necesariamente necesita de más frecuencia (e.g. estudios con efectos biológicos que tengan relación con el 4G y anteriores generaciones).

El enfoque de los efectos será en los factores biológicos (i.e. seres humanos como otros animales y microorganismos) y factores ambientales (i.e. factor biótico, son seres vivos que interactúan con el ambiente y entre ellos factor abiótico, elementos que no poseen vida, pero son esenciales para esta misma) (Rural).

7.1.2 Selección de estudios

La selección de estudios solo consiste en recopilar la mayor cantidad de estudios o papers que cumplan tanto con el criterio de inclusión, como también la verificación de las referencias bibliográficas de cada estudio. También se verifica que los autores o el autor que haya emitido o publicado comentarios negativos sobre el 5G en cualquier aspecto (e.g biológicos, ambiental), sean profesionales intachables.

7.1.3 Lectura de los estudios

Se procede a leer y a comprender los estudios para después agruparlos en cuanto a características se supone.

Desde este punto, se desarrollará los estudios o papers en cuestión, para poder especificar sus características y desarrollarlas, como también complementarla en sus respectivas categorías.

7.1.4 Agrupación de estudios

Se asigna un grupo a cada estudio, cada grupo de estudios está catalogado con sus características respectivas.

7.1.5 Codificación de estudios

La codificación abarca a todos los elementos que se descubran en el trayecto de la investigación. De esta manera se podrá entender y analizar todos los elementos.

8.1 Introducción al desarrollo

Para poder comprender la relación entre los seres vivos y las radiaciones electromagnéticas, se debe primero entender que tanto los humanos como cualquier otro animal, poseen sistemas bioeléctricos. El corazón y el cerebro están regulados por aquellas señales bioeléctricas internas, lo cual, se podría relacionar a la exposición a las ondas electromagnéticas que actualmente son sometidos todos incluyendo a nosotros los humanos, dando a entender que podría afectar de cierta manera al humano, como también a los animales (BioInitiative Report, n.d.).

A medida que ha transcurrido el tiempo, las tecnologías han ido evolucionando en el punto en donde todos los dispositivos en la actualidad pueden ser inalámbricos, de esta manera también ha aumentado las exposiciones a las radiaciones electromagnéticas, se pueden observar en la actualidad todo tipo de estas tecnologías que emiten radiofrecuencia como también campos electromagnéticos (CEM), tales como, Wi-Fi, antenas de todo tipo, cámaras de seguridad, monitores de bebés y medidores de luz inteligente que emiten radiaciones PEM (pulso electromagnético que son emitidos las 24 horas de los 7 días de la semana) (BioInitiative Report, n.d.). Además de los dispositivos que son usados para poder acceder a los puntos de acceso, que son los emisores y receptores de radiación de radio-frecuencia (emfscientist, s.f.), como los celulares, tablets, notebook, Smart tv y con la nueva tecnología de las cosas (IoT) habrá aún más dispositivos de los que se podrán conectar a los puntos de acceso y de esta manera también estarán aportando aún más a la exposición de estas radiaciones.

Se toma en cuenta, que el 5G será 10 veces más rápido que el 4G. Esta es la mayor preocupación, porque la potencia radiada será mayor de la actual, esta implicancia también es dada por las ondas milimétricas del 5G (Amy Nordrum, 2017), que por propiedad mientras más potencia posea una onda, mayor será su frecuencia, pero será más corta su longitud de onda (WHO, s.f.), más la infraestructura del 5G que se caracteriza por tener las antenas muy cercas de los usuarios, como también aumentar la cantidad de antenas por el corto alcance que poseen estas ondas (Amy Nordrum, 2017).

La acumulación de las radiaciones electromagnéticas aun es un misterio para la ciencia actual, pero aun así avanzamos sin primero saber que tan inofensivo o que tan peligroso puede llegar a ser la acumulación de la radiación electromagnética de alta frecuencia, como también la exposición abusiva a estas. La implementación de tecnologías desconocidas están adelantada a los avances investigativo sobre su impacto, dado que se procede a vender antes de efectuar un análisis profundo de las tecnologías que se lanzan al mercado (BioInitiative Report, n.d.).

La recolección de información respecto a los posibles daños de la radiación no ionizante, se ha recolectado en gran parte de tres organizaciones de científicos y médicos. Estas organizaciones son Environmental Health Trust, Bioinitiative y EMFscientist, de las cuales han sumado al compendio de estudios.

Doctora Sharon Goldberg (médica integradora de medicina interna, tiene más de 15 años como médico académico de medicina hospitalaria), en la cual aparece en un video testificando en la audiencia del comité de energía de Michigan, sobre la legislación de las antenas pequeñas del 5G de la misma ciudad, los estudios que ella expuso también están incluidos en el desarrollo del análisis (Goldberg, 2018).

Se incluirán algunos estudios del autor de numerables informes y cartas dirigidas para las organizaciones reguladores, desde el 2009 ha estado estudiando las radiaciones no ionizantes, esta persona es Martin L. Pall, Profesor Emérito de Bioquímica y Ciencias Médicas Básicas Universidad del Estado de Washington. Varios de sus estudios como también de sus cartas serán sumadas para el análisis de los estudios que se pretenden incluir (researchgate, s.f.).

También se agregarán estudios realizados por la doctora Deborah Davis, profesora de la Universidad de medicina de Hadassah y también de la Universidad de Kuzma, además es experta en radiaciones magnéticas de radiofrecuencia de celulares y dispositivos inalámbricos. Fundadora del centro de Oncología ambiental, que se considera el primero de su tipo, dado que es una organización sin fines de lucro y se llama “Environmental Health Trust” o “Fideicomiso de salud ambiental”, se encarga de proporcionar información básica y educar sobre los riesgos sobre la salud ambiental y también promover políticas

que sean constructivas a nivel local e internacional. También colabora con otras facultades como la facultad de medicina de Hadassah de la Universidad Hebrea en Jerusalen y la facultad de medicina de la Universidad Ondokuz Mayıs de Turquía. La doctora ha hecho varias conferencias en todo el mundo (Environmental Health Trust, s.f.).

9.1 Terminologías y conceptos generales

La investigación se realiza de manera sistemática para que haya un orden, de lo que se desea analizar como también comprender.

9.1.1 Terminología de los estudios

En este espacio se dará a conocer la terminología de esta sección, que es la parte de los estudios biológicos, por lo que se procederá a explicar conceptos tanto de biología como de bioquímica, para que se pueda comprender de mejor manera toda la información que se presentará en este estudio. Habrá términos sin categoría ya que son términos generales, las categorías van por temas en los que se va a profundizar.

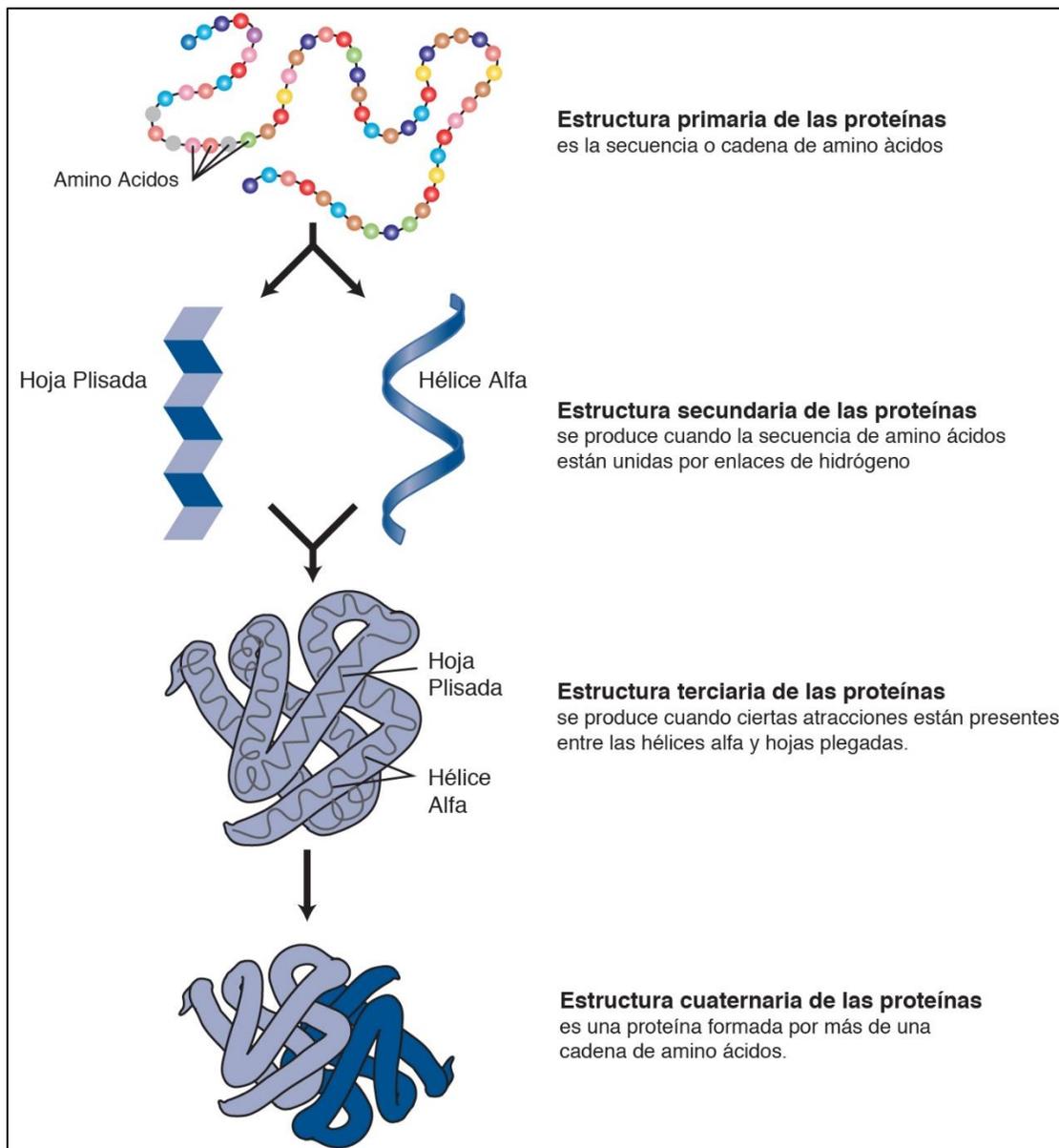
Bacterias: Las bacterias son un organismo unicelular (i.e. “una sola célula que es carente de núcleo”), se reproducen de manera asexual por medio de la división celular que se denomina fisión binaria (i.e. “produce copias genéticamente idénticas a la célula original”). Se encuentran prácticamente en todos los hábitats de la tierra, la razón por la que tienen éxito en todo tipo de ambiente es por la cantidad de maneras de alimentarse, algunas bacterias incluso poseen fotosíntesis (i.e. “proceso mediante el cual utilizan la energía lumínica y el dióxido de carbono para sintetizar su alimento (autótrofas)”). Hay otras bacterias que obtienen la energía de las moléculas inorgánicas (azufre, amoníaco, nitritos, etc.) y algunas se alimentan de materia orgánica en descomposición. Desempeñan una importante función en cuando a otras formas de vida (e.g “bacterias que habitan en el tracto digestivo de los animales, incluyendo el ser humano”, nos brindan la ayuda de procesar nutriente (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, s.f.).

Macromoléculas/Polímeros: son moléculas enormes que se les denomina macromoléculas, pero también existen los polímeros que están formados por la unión de moléculas de un menor tamaño llamados monómeros. Son moléculas muy grandes que tienen una masa molecular que alcanza millones de UMAs (i.e. Unidad de masa atómica) que se obtienen por las repeticiones de una o varias unidades simples que se les denominan monómeros, estas están unidas entre sí mediante enlaces covalente (i.e.

Lípidos: Los lípidos son moléculas biológicas u orgánicas, de las cuales no son solubles y están compuesto por hidrógeno y carbono. Esta combinación hace que sea rica en energía, debido al número de enlaces carbono-hidrógeno (Retana, 2019).

Proteínas: Las proteínas son considerara una de las partículas más importante, dado que se encuentra en todas las células vivas. Una proteína se compone de una o varias cadenas largas de aminoácidos, en la que su secuencia esta correlacionada con la secuencia del ADN del gen que lo codifica. La proteína cumple con varias funciones en la célula, esto incluye en funciones estructurares (citoesqueleto), bioquímica (enzimas), mecánicas (músculo) y de señalización celular (hormonas). Además de también ser parte esencial de la dieta del humano (NIH, s.f.).

Figura 31. Nivel de organización de una Proteína



(NIH, s.f.).

Membrana Plasmática/citoplasmática: La membrana plasmática es una barrera que separa el interior de lo exterior de la célula, regula la entrada y salida de sustancias. Esta membrana solo tiene un espesor entre 6 y 10 nm (nanómetros/ 10^{-9}) (Manuel Megías, 2017).

Barrera hematoencefálica: Es una red de vasos sanguíneos que cuenta con un tejido. Este tejido se compone de células estrechamente unidas con el fin de evitar que las

sustancias que puedan resultar dañinas no puedan penetrar en el encéfalo. La barrera hematoencefálica solo permite el ingreso de ciertas sustancias solamente (e.g. agua, oxígeno, dióxido de carbono y anestésicos generales) que puedan pasar al encéfalo (i.e. parte del sistema nervioso central de los vertebrados), así evita también el ingreso de bacterias o sustancias que pueden ser perjudiciales (NIH, s.f.) .

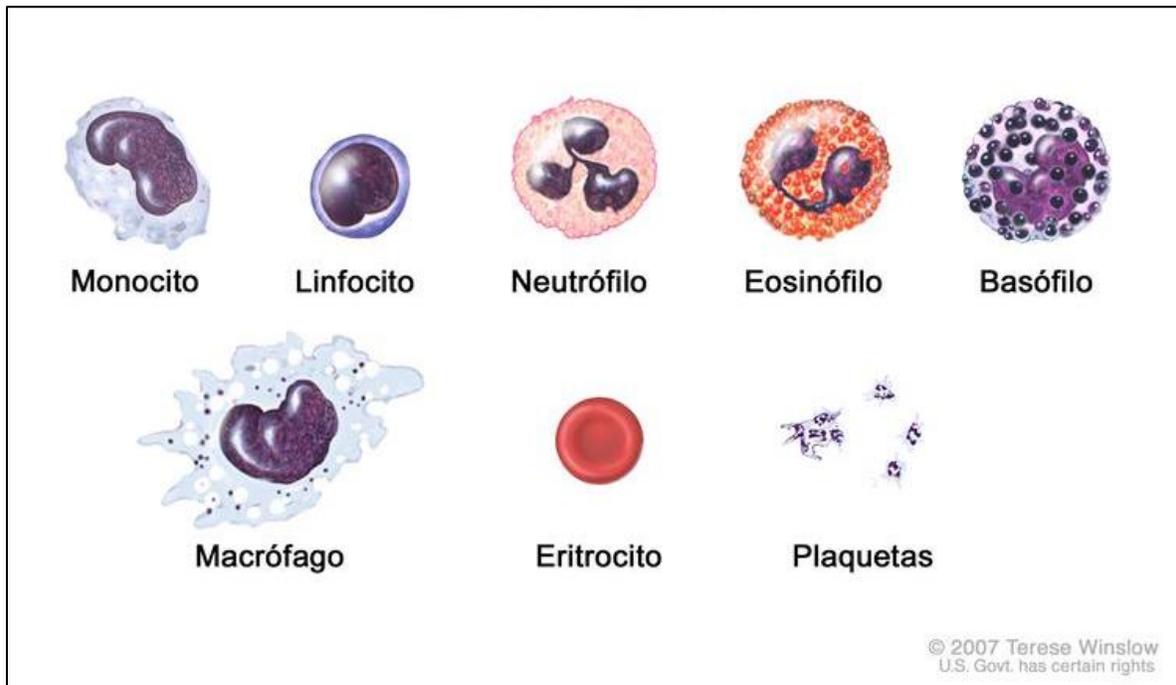
Linfocitos: El linfocito es un tipo de glóbulo blanco, que es un tipo de célula inmunitaria que es elaborada en la espina dorsal, y su ubicación se encuentra en la sangre y en el tejido linfático. Además, hay dos tipos de linfocitos, unos son los “B” y los otros son los “T”. Los linfocitos B se encargan de generar anticuerpos y los linfocitos tipo T se encargan de ayudar a destruir las células tumorales y también a administrar las respuestas inmunitarias (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Neutrófilos: Los neutrófilos son una célula inmunitaria, ante infecciones son las primeras células en combatir, además de que ingieren los microorganismos y segregan enzimas que ayuda en su eliminación, se cataloga como un tipo de glóbulo blanco, granulocito y también como un tipo de fagocito (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Macrófago: Los macrófagos son un tipo de fagocito, que tiene la responsabilidad de descubrir, engullir y destruir patógenos, en especial células apoptotic. Además desempeñan el papel de alertar al sistema inmune cuando este está en presencia de invasores (Dr. Ananya Mandal, 2019).

Fagocito: La célula fagocita, es una célula inmunitaria perteneciente a los glóbulos blancos, que puede rodear y destruir microorganismos, también puede engullir material extraño y eliminar células muertas. Participa en la estimulación inmunitaria (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Figura 32. Células Sanguíneas



(Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.)

Ganglio Linfático: Los ganglios linfáticos filtran el líquido linfático como también ayudan a eliminar material extraño (e.g. bacterias y células cancerosas); también produce células inmunitarias (e.g. linfocitos/glóbulos blancos) que ayudan a combatir en contra de las infecciones (MedlinePlus, s.f.).

Linfa: El Linfa es un líquido transparente con tonalidades a blanquecino, este líquido circula por el sistema linfático y transporta células que ayudan a combatir las infecciones y otras enfermedades, y también se llama líquido linfático, y este líquido está compuesto por Glóbulos blancos, especialmente linfocitos que son células que atacan a las bacterias en la sangre, y también está compuesto por líquidos que provienen de los intestinos, llamado quilo, que contiene proteínas y grasas (MedlinePlus, s.f.)

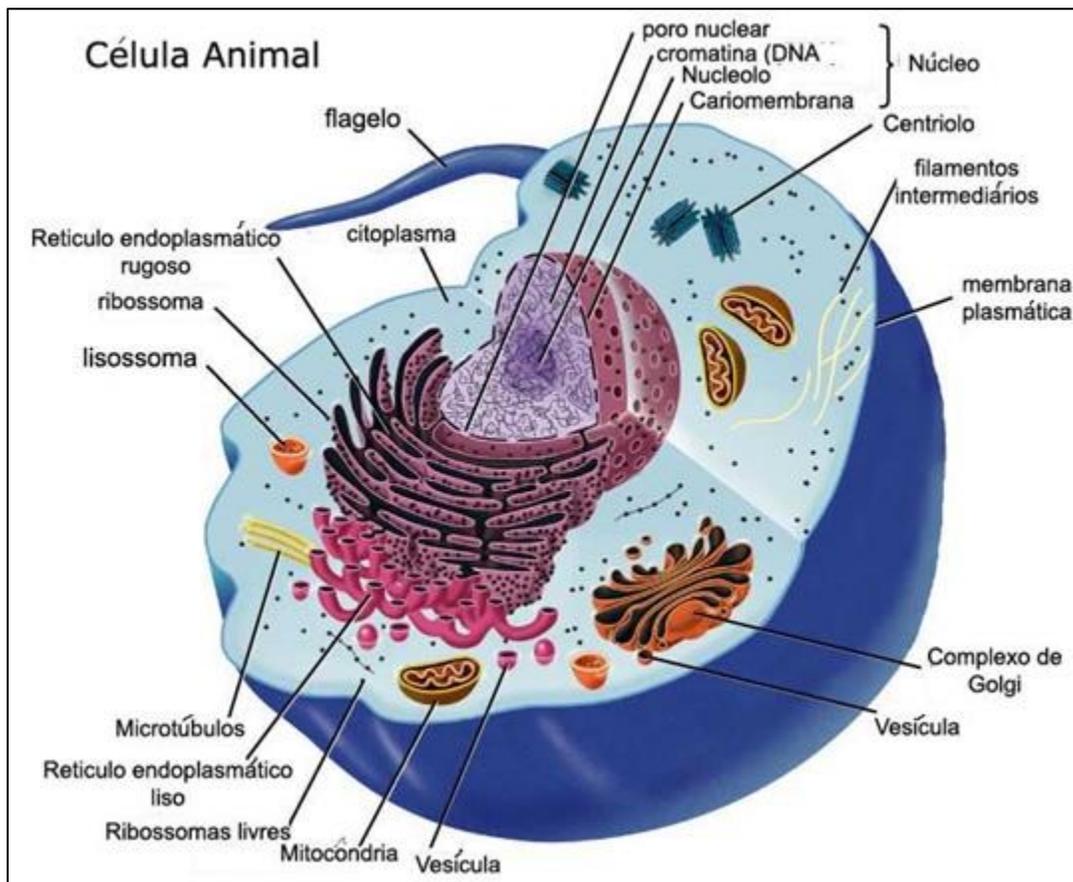
Sistema linfático: Es una parte fundamental del sistema inmunológico del cuerpo, en este sistema se encuentra una red de conexiones entre otros órganos, ganglios linfáticos que ayudan al cuerpo a combatir infecciones y enfermedades. Además, son los vasos linfáticos encargados de producir y transportan linfa, desde los tejidos hasta el torrente sanguíneo (MedlinePlus, s.f.).

Organelos/Orgánulos: un organelo es una estructura que se considera subcelular (i.e. posee una estructura más elemental que la de la célula) que se encarga de uno o más trabajos específicos en la célula, es parecido a un órgano, pero para las células. Entre los organelos celulares que son más importantes, se encuentra el núcleo, que es en donde se encuentra almacenada la información genética. Otros de los organelos importantes son las mitocondrias, que se encargan de producir energía química, y los ribosomas se encargan de ensamblar las proteínas (Instituto Nacional del Genoma Humano, s.f.).

Mitocondria: Las mitocondrias son los organelos celulares que generan la mayor parte de energía química que se necesita para activar las reacciones bioquímicas de las células. Esta energía química producida por las mitocondrias se almacena en una molécula energizada llamada trifosfato de adenosina (ATP). La mitocondria además almacena su propio cromosoma (ADN) (Instituto Nacional del Genoma Humano, s.f.).

Citoplasma: El citoplasma es ligeramente diferente en eucariontes y procariontes (i.e. las células que poseen núcleo y las que no lo poseen, respectivamente). El componente fundamental del citoplasma es el viscoso citosol. Citosol es una solución a base de agua que contiene iones, moléculas pequeñas y macromoléculas (khanacademy, s.f.).

Figura 33. Célula y sus organelos



(labdemicrobiologia, s.f.)

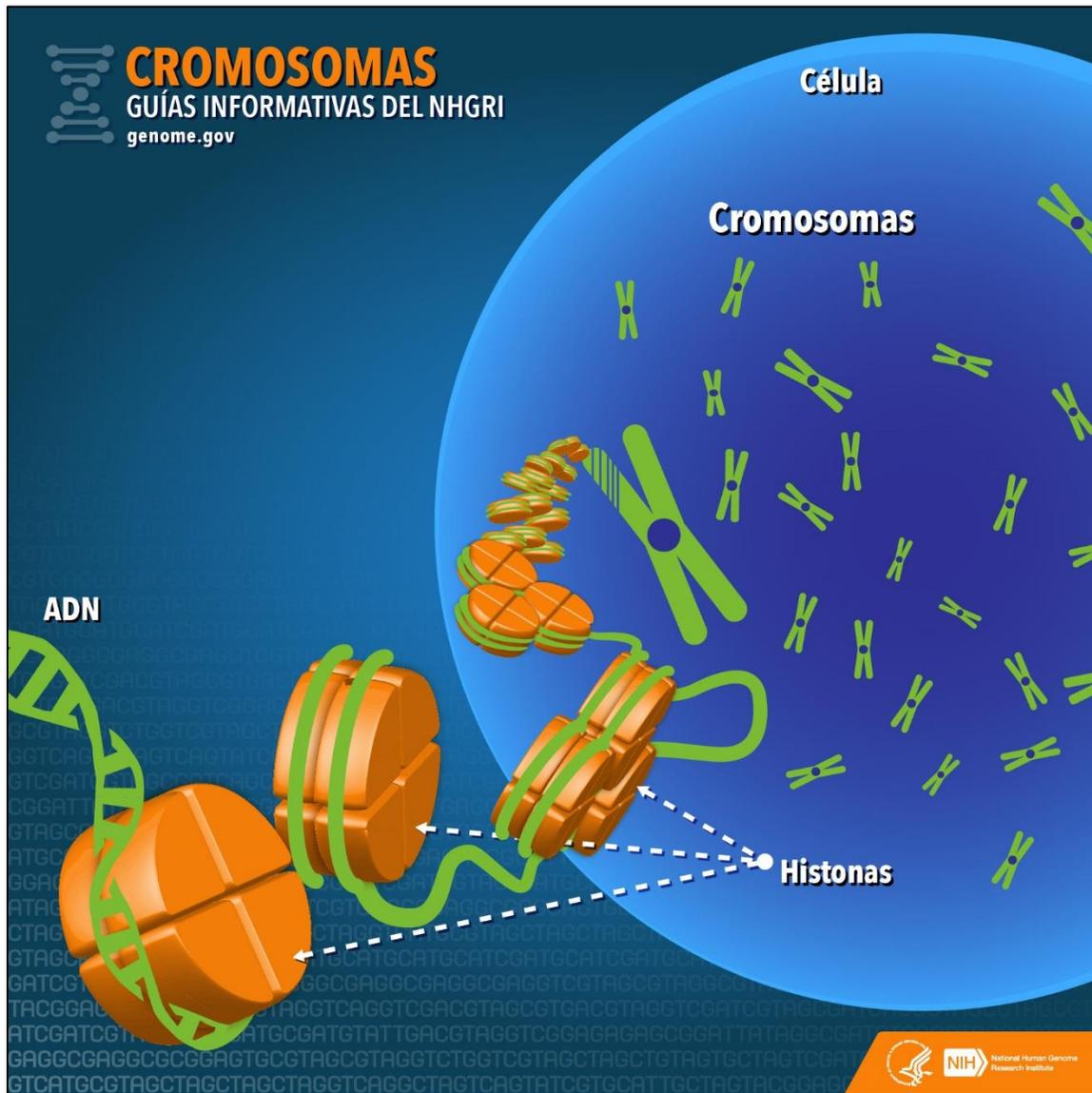
Ácidos nucleicos: Los ácidos nucleicos se clasifican como Ácido Desoxirribonucleico (ADN) que se encuentran en el núcleo celular y algunos organelos, y la otra clasificación son los Ácido Ribonucleico (ARN) que actúan en el citoplasma. Estas biomoléculas portan toda nuestra información genética (Coll).

Genoma: El genoma es un conjunto del material hereditario de los organismos vivos, la secuencia específica de nucleótidos dan instrucciones genéticas para el desarrollo y también para el funcionamiento correcto del organismo vivo. Esta secuencia genética es transmitida de generación en generación, de padres a hijos (Candelas, 2002).

Cromosoma: Es una estructura con una apariencia similar a las de unos hilos dentro del núcleo de las células de plantas y animales. Su composición está basada en proteínas combinadas con una sola molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN), de esta manera puede ser heredable por las siguientes generaciones. La función que posee el

cromosoma es mantener el ADN enrollado alrededor de proteínas con similitud a un carrete de hilo (histonas), sin estos carretes, la molécula del ADN se caracterizaría por ser demasiado larga para poder caber dentro de las células (NIH, s.f.).

Figura 34. Representación de Cromosomas

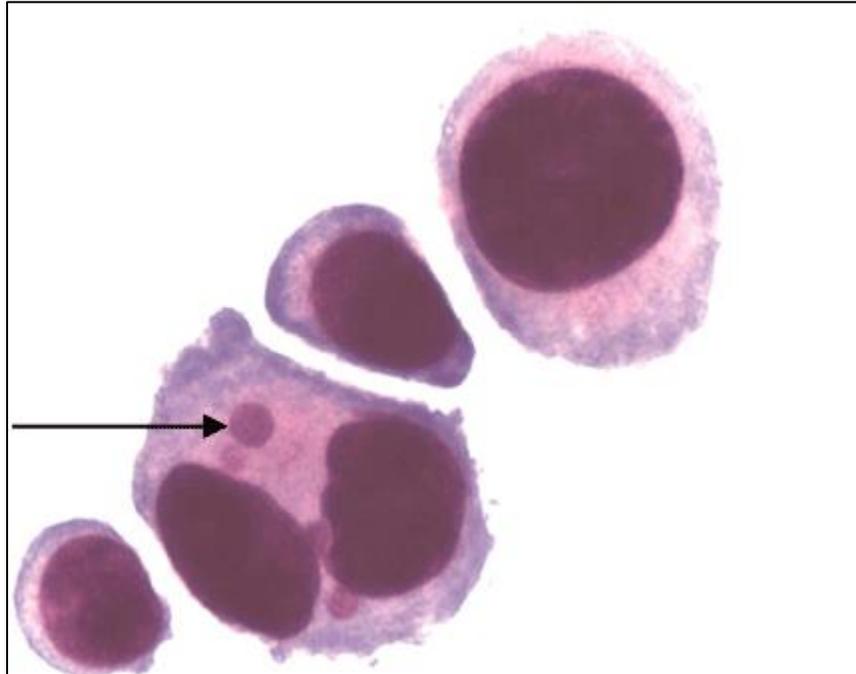


(NIH, s.f.)

Micronúcleos: Los micronúcleos son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos, que se consideran extranucleares. Se mantienen rodeados de su propia membrana. Los micronúcleos pueden persistir durante generaciones, heredándose en

varias generaciones, también se relacionan los micronúcleos como una existencia de procesos cancerígenos (Carol Bernstein, 2011).

Figura 35. Micronúcleo



(Carol Bernstein, 2011)

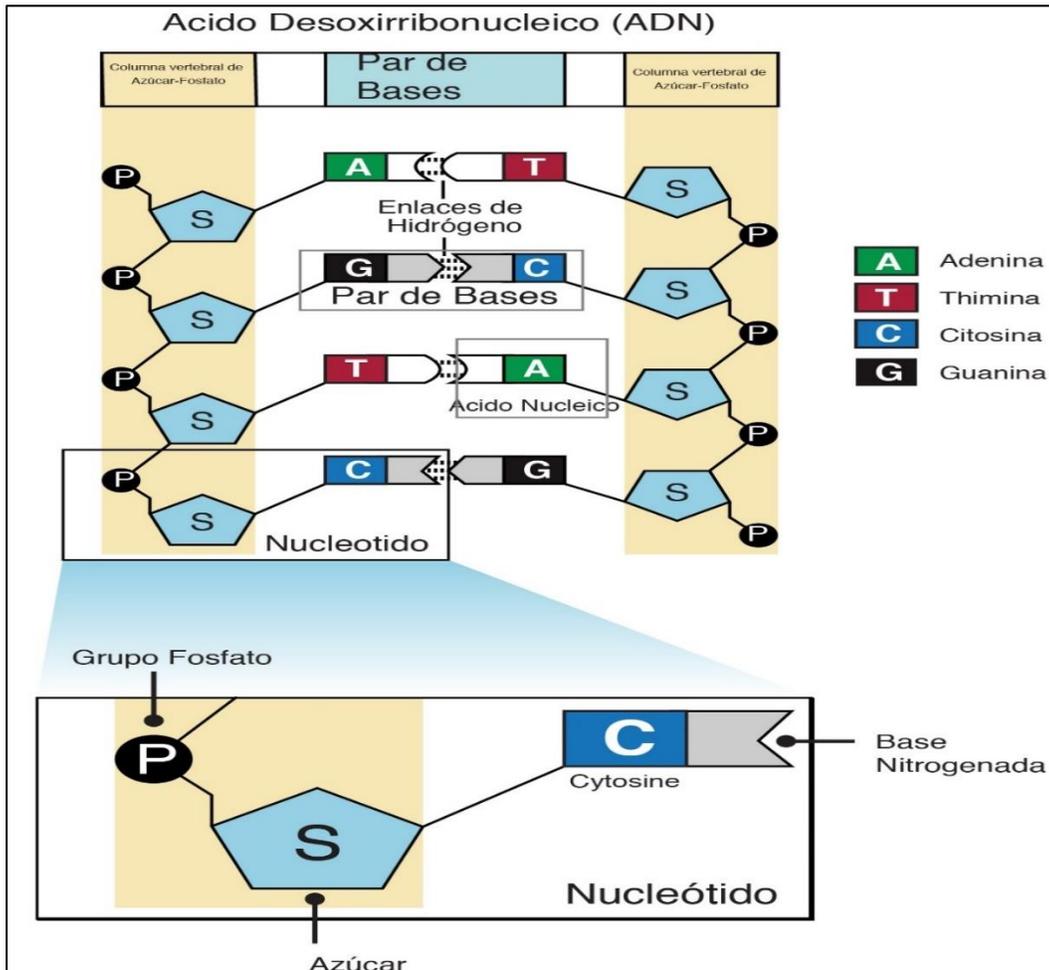
ADN: Ácido Desoxirribonucleico, contiene toda la información que puede pasar de generación en generación, sirve como “manual de instrucciones” para poder desarrollarnos como individuos, vivir y reproducirnos. Dependiendo de su localización, podría llamar ADN Mitocondrial (que se localiza en las mitocondrias) o ADN Nuclear (que reside en el núcleo). Sus funciones son la replicación (i.e. capacidad de poder replicarse a sí mismo y que la información genética se transfiera de una célula a las celular hijas y poder ser así hereditario al resto de células), Codificación (i.e. se codifica las proteínas adecuadas para cada célula), metabolismo celular (i.e. interrupción en el control del metabolismo celular a través de la ayuda del ARN y también por la síntesis de proteínas y hormonas) y mutación (i.e. la evolución de nuestra especie está relacionada por esta función del ADN) (Equipo de Expertos, s.f.).

ARN: Ácido Ribonucleico es el que posibilita la síntesis de las proteínas, el ADN las contiene en formas de información genética, el ARN es el que hace que permite que esta

información sea comprendida por las células. También existe tipos de ARN que son los siguientes. El ARN mensajero (ARNm) “es el que transmite la información codificante del ADN sirviendo de pauta a la síntesis de proteínas”, ARN de transferencia (ARNt) “transporta aminoácidos para la síntesis de proteínas” y ARN ribosómico (ARNr) se encuentra en los ribosomas y ayuda a comprender los ARNm y catalizar la síntesis de las proteínas (Equipo de Expertos, s.f.).

Nucleótido: Un nucleótido es solo una pieza básica de los ácidos nucleicos. En estos ácidos se encuentra el ADN, que son polímeros formados por largas cadenas de nucleótidos (National Human Genome Research Institute, s.f.).

Figura 36. Descripción grafica de Nucleótido



(National Human Genome Research Institute, s.f.)

Citocina: La citocina es un tipo de proteína que se elabora de ciertas células inmunitarias y otras que no son inmunitarias, estas tienen un efecto en el sistema inmunitario que es, estimularlo y otras para no estimularlo (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Apoptosis: La apoptosis es un tipo de muerte celular que tiene una serie de procesos moleculares en la célula, que conducen a su muerte, pero es una muerte programada. Este proceso es debido a que el cuerpo necesita un método para deshacerse de las células innecesarias o anormales. El proceso de apoptosis puede ser incluso bloqueado por las células cancerosas (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Genotoxicidad: son ensayos hechos para detectar compuestos que pueden inducir directa o indirectamente daño genético por diferentes mecanismos. Se considera que es esencial comprender el daño para entender los efectos heredables como también remediar con las diversas etapas de los tumores en formación. Se rige bajo ciertos estándares para el estudio de genotoxicidad para luego proceder a la autorización de los ensayos clínicos. Todo análisis de los resultados ayuda a evaluar el riesgo potencial de genotoxicidad del compuesto estudiado (Vivotecnia, s.f.). Las maneras en las que se llevan a cabo estos estudios son los siguientes:

1. Test de Ames: Es el primer abordaje a la hora de evaluar riesgos genotóxicos sobre la salud humana y el entorno. El test se enfoca en las posibles mutaciones que pueden causar ciertas sustancias químicas (e.g. medicamentos, pesticidas, cosméticos, aditivos alimenticios, químicos industriales, etc) (Vivotecnia, s.f.).
2. Ensayo cometa (Comet Assay): En este ensayo se utiliza un método llamado electroforesis en gel de células individuales, que consiste en utilizar una carga eléctrica en el gel y de esta manera mueve el contenido, pudiéndose separar el ADN, el ARN, las proteínas y las moléculas. Toda esta separación se basa en su carga eléctrica y tamaño molecular de cada uno de estos elementos (NIH, s.f.). Es bastante exacto, dado que cuantifica de forma sensible y rápida el daño (Vivotecnia, s.f.).
3. Mini test de AMES: Es una versión del test AMES, es un test preliminar del cual sirve para comprobar esterilidad, solubilidad y citotoxicidad del compuesto (Vivotecnia, s.f.).

Páncreas: El páncreas tiene la función exocrina, que es importante al momento de los procesos de la digestión. El páncreas se encarga de segregar enzimas que son conocidas como amilasa y lipasa, que tienen la función de descomponer químicamente las grasas y proteínas que ingresan en forma de pequeñas porciones para que puedan ser absorbidas por el intestino. En cuanto a la función endocrina del páncreas (i.e. producción de hormonas), es una de las funciones más importantes dado que segrega insulina, la insulina es fundamental para poder regular los niveles de azúcar en la sangre. La insulina segregada es producida por un grupo de células llamadas islotes de Langerhans (Cabús, s.f.).

9.1.1.1 Metabolismo celular

El metabolismo celular, es el conjunto de reacciones que tiene una célula en su interior. Las células para su supervivencia requieren de un continuo aporte de nutrientes como también de energía. La manera en la que obtienen energía es degradando moléculas orgánicas (catabolismo) y también necesitan energía para renovar estructuras celulares (anabolismo), a través de una ruta metabólica (Delgado). Los metabolitos son moléculas que intervienen en las rutas metabólicas, y las Enzimas son proteínas que regulan las reacciones químicas metabólicas (Instituto de Educación Secundaria Abastos).

9.1.1.1.1 ATP

El ATP o trifosfato de adenosina, se podría considerar una pequeña molécula que se asimila a una “moneda energética de las células, así como el dinero es la principal moneda económica de sociedad humana”. Esta molécula es degradada por un proceso llamado hidrólisis (i.e. reacción química entre una molécula de agua y una macromolécula/ATP+H₂O), convirtiendo a ATP en ADP (ADP + P_i + Energía) de esta manera se libera energía (khanacademy, s.f.).

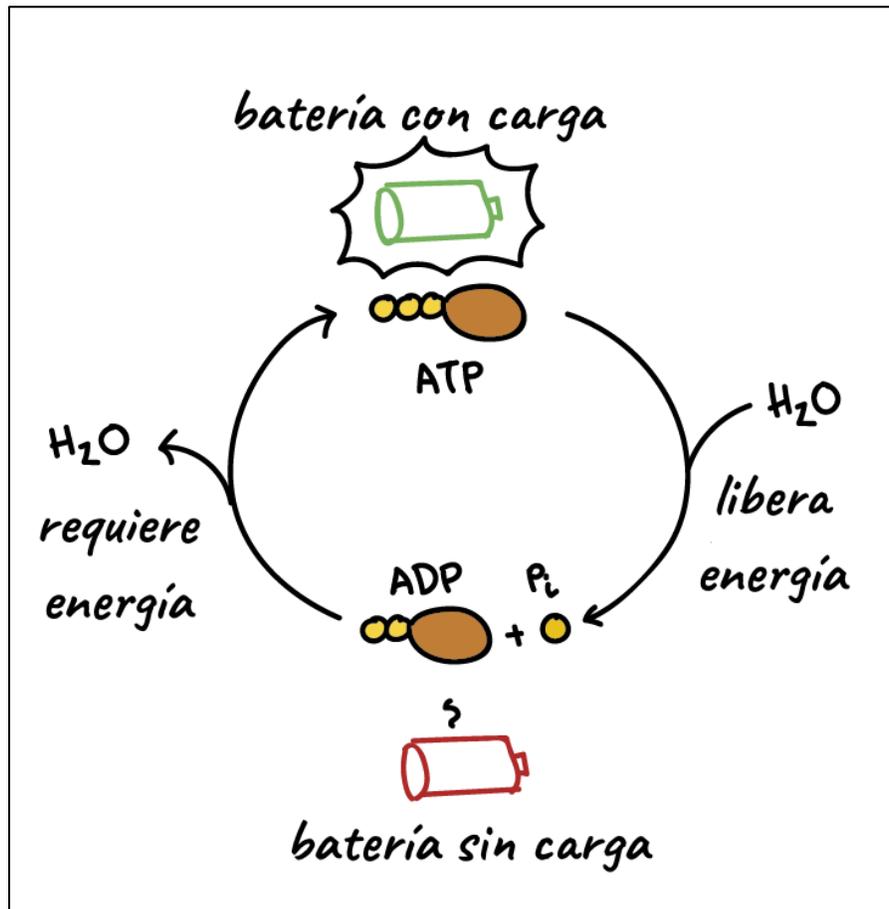
Figura 37. Resultado químico después de la reacción llamada hidrólisis



Nota: P_i representa solamente un grupo de fosfato inorgánico (que son las sales o los ésteres del ácido fosfórico) (khanacademy, s.f.)

La regeneración de ATP se debe de mantener constante, dado que es importante porque el proceso es rápido y se necesita constantemente de energía (khanacademy, s.f.).

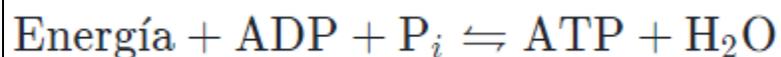
Figura 38. Ciclo de ATP y ADP



(khanacademy, s.f.)

Se puede considerar que el ATP y el ADP es, “como una especie de batería recargable”, que puede estar cargada (ATP) y estar descargada (ADP). Cuando está cargada, la energía puede utilizarse para alimentar reacciones celulares, una vez que esta energía haya sido utilizada, la “batería” se descarga, la batería para que pueda usarse debe de ser cargada de nuevo y así sucesivamente. Para volver a cargarse el ATP debe de pasar por el proceso inverso al hidrólisis (khanacademy, s.f.).

Figura 39. Proceso inverso de hidrólisis



(khanacademy, s.f.)

9.1.1.1.2 La respiración

La respiración (inhalar y exhalar), sé sabe que al dejar de respirar podemos marearnos, desmayarnos, o hasta incluso morir. Esta falta de oxígeno, es perjudicial, dado que tu cuerpo necesita oxígeno (O) para las células, así estas pueden procesar la molécula de oxígeno durante la Fosforilación Oxidativa, que es la etapa final de la respiración celular (Khan Academy, s.f.).

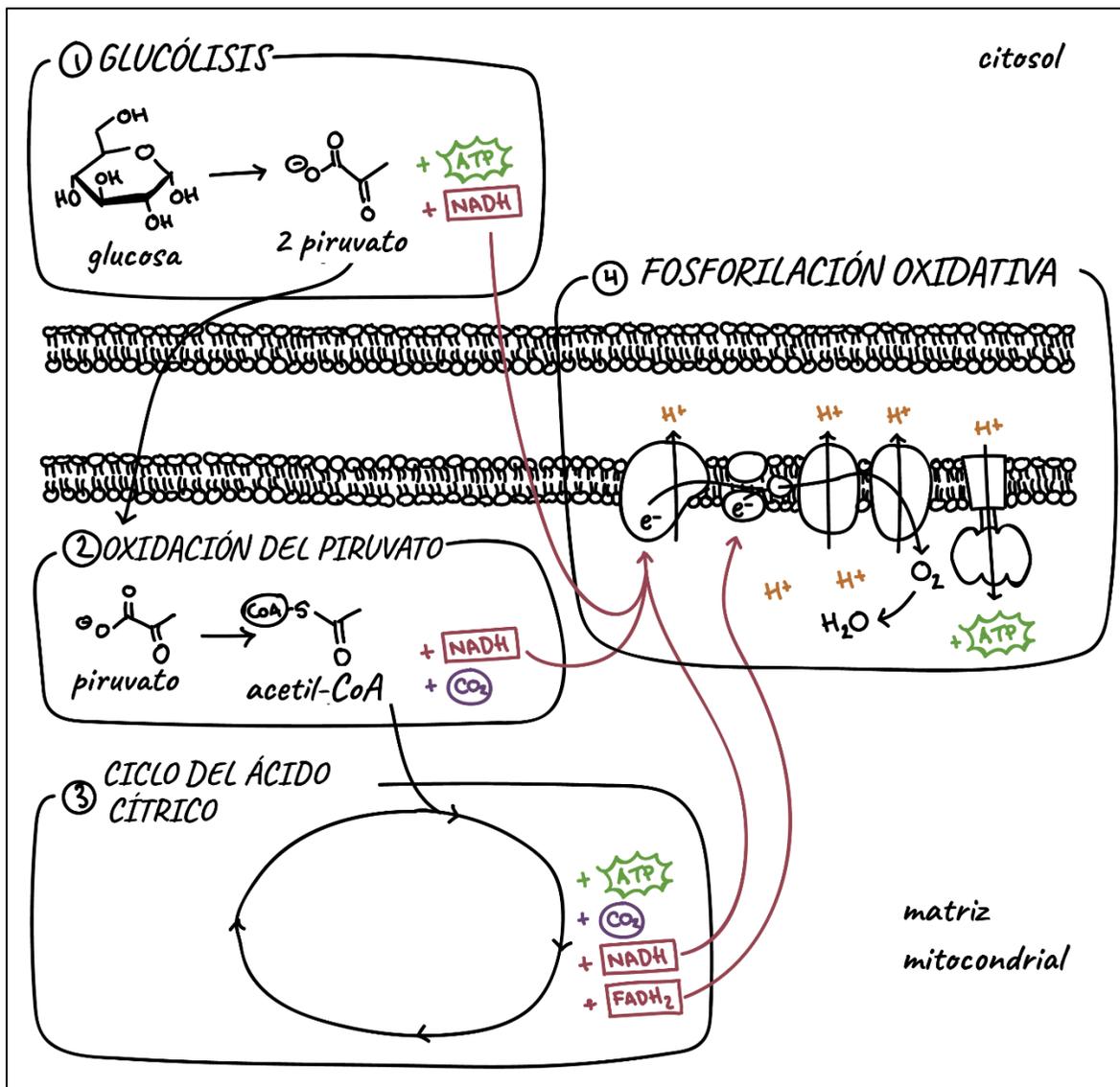
9.1.1.1.2.1 El metabolismo de la respiración

El oxígeno es muy importante, dado que gracias a este elemento que se encuentra al final de la cadena de transporte de electrones, donde puede recibir electrones y recolectar protones para luego transformar en agua. Si el oxígeno no se encuentra cuando se necesita, se deja de recibir electrones, por lo que la cadena de transporte de electrones se detendrá, como también la quimiosmosis (i.e. no sintetiza ATP). Como el ATP es insuficiente, no se podrá llevar a cabo las reacciones de las células para que puedan funcionar correctamente o también producir la apoptosis de las células correctamente (Khan Academy, s.f.).

9.1.1.1.2.2 Respiración celular

La respiración celular tiene varias etapas, de las cuales se conocerán a continuación y la relación que tienen entre ellas, pero no sin antes definir bien lo que es la respiración celular.

Figura 40. Proceso de la respiración celular

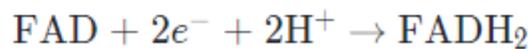


(Khan Academy, s.f.)

En el proceso de la respiración celular, una molécula de glucosa es degradada poco a poco en dióxido de carbono y agua. Este proceso produce directamente un poco de ATP en las reacciones químicas que transforman la glucosa. Aunque más tarde existe otro proceso que genera aún más ATP, un proceso llamado fosforilación oxidativa, este es el último proceso, pero se toma como ejemplo para poder especificar los procesos químicos que ocurren con la glucosa. La fosforilación oxidativa es estimulada por el movimiento de electrones a través de la cadena de transporte de los mismos electrones, en una serie de proteínas que son incrustadas en la membrana interna de la mitocondria. Todos estos

electrones son provenientes originales de la glucosa y se mueven hacia la cadena de transporte de los electrones con el soporte de los acarreadores de los mismos electrones que son NAD^+ y FAD , son los que se convierten en FADH_2 y NADH , de esta manera adquieren electrones, en la Figura 40 el $+\text{FADH}_2$ (Flavín adenín dinucleótido) o $+\text{NADH}$ (Nicotinamida adenina dinucleótido), se puede apreciar en donde aparece la molécula, pero solo se convierte de esta manera para poder transportar electrones (Khan Academy, s.f.).

Figura 41. Recolección de electrones de NAD^+ y FAD



(khanacademy, s.f.)

El proceso de la molécula de glucosa, que se termina convirtiendo en dióxido de carbono y la recolección de esta energía en forma de ATP y $\text{NADH}/\text{FADH}_2$, para cada una de las células del cuerpo (Khan Academy, s.f.). Estos procesos se describirán a continuación.

- 1) Glucólisis: En este proceso la glucosa (i.e. un azúcar de seis carbonos) es tratada con una serie de transformaciones químicas, quedando como resultado dos moléculas de piruvato (i.e. molécula orgánica de tres carbonos) que es la que genera las reacciones de ATP y NAD^+ para que se convierta en NADH (Khan Academy, s.f.).
- 2) Oxidación del piruvato: En el proceso de glucólisis, cada uno de los piruvato que se genera, viaja por la matriz mitocondrial (i.e. en el interior de la célula), que es allí en donde el piruvato se convierte en una molécula con dos carbonos unida a una coenzima A o conocida como acetil-CoA. Este es el proceso que libera dióxido de carbono y también se obtiene NADH (Khan Academy, s.f.).
- 3) Ciclo del ácido cítrico: La coenzima A o acetil-CoA, en este paso esta coenzima se combina con una molécula de cuatro carbonos y atraviesa junto con esto, un

proceso en donde se genera ATP, NADH y FADH₂. Al igual que en el paso anterior, este proceso también libera dióxido de carbono (Khan Academy, s.f.).

- 4) Fosforilación oxidativa: En los pasos anteriores se produjo NADH y FADH₂ de los cuales depositan sus electrones en la cadena de transporte de electrones, que después regresan a sus formas sin electrones o “vacías” (i.e. NAD⁺ y PAD). El movimiento de los electrones en las cadenas, libera energía, esta energía es utilizada para bombear protones hacia afuera de la matriz mitocondrial y formar un gradiente (i.e. componente eléctrico y químico). La enzima llamada ATP sintasa (i.e. enzima que cataliza la síntesis), permite que los protones fluyan de regreso hacia la matriz y de paso genera ATP. En el final de la cadena de transporte de electrones, el oxígeno recibe los electrones, como también de los protones del medio para formar agua (H₂O) (Khan Academy, s.f.).

9.1.1.1.2.3 Elementos de la respiración celular

Estrés oxidativo: El oxígeno como molécula es imprescindible para la vida, pero se debe tener en cuenta que es un elemento tóxico por su alta reactividad, si se produce una perturbación entre las sustancias que son pro-oxidantes y antioxidantes, y llegan a haber más sustancias pro-oxidantes, eso se le llama estrés oxidativo. De esta manera se generan radicales libres que producen daño celular, teniéndose en cuenta que el estrés celular está implicado en varias enfermedades (Esther Viada Pupo, 2017).

El oxígeno es una molécula birradical libre, esto quiere decir que posee dos electrones que no son pareados (Macedo-Márquez, 2012).

EROs/ROS: Especies reactivas de oxígeno o reactive oxygen species, lo primero que se debe de entender es el oxígeno (forma molecular: O₂) es uno de los gases más importantes del planeta Tierra. Los seres vivos utilizan el oxígeno para poder respirar y obtener energía, pero la obtención de esta solo libera otras moléculas más reactivas, que se conoce como, especies reactivas de oxígeno. Este puede producir elementos como el superóxido (O₂⁻), hidroxilo (OH) y el peróxido de hidrógeno, también estarían los oxiradicales (O₂ singulete y doblete) (Macedo-Márquez, 2012). El encargado de procesar EROs, es la mitocondria, que tiene la misión de producir energía química. La producción

de estas especies reactivas de oxígeno dura mientras los procesos normales oxidativos del metabolismo, que ocurren principalmente a través de las reacciones de óxido. Las EROs se encarga también de regular distintos procesos celulares, que en los mamíferos se ocupa de la secreción de la acción de la insulina, como también de la producción de hormonas de crecimiento, citocinas (comunicación entre células), ayuda en la unión de las proteínas G, que en sus receptores son parte de los factores de transcripción, en el control de los transportadores y de los canales de iones, para que puedan mantenerse comunicados. Pero el resultante de este proceso que se denomina EROs, resulta nocivo para los organismos cuando se produce en grandes cantidades, dañando así los componentes celulares e influyendo así a la muerte celular. De esta manera el estrés oxidativo es generado por la sobreproducción de EROs. El estrés oxidativo está asociado al envejecimiento y algunas patologías como la obesidad y la diabetes del tipo 2, entre otras más (Macedo-Márquez, 2012).

Lipoperóxidos: Los lipoperóxidos es el producto del ataque EROs (especies reactivas de oxígeno) a los ácidos grasos poliinsaturados que son parte de los fosfolípidos de la membrana celular, y también los ácidos grasos que se encuentran presentes en los alimentos, que en este último caso provocan una rancidez de grasa y por consiguiente la alteración de los mismos alimentos que las contienen. Se destaca la peroxidación lipídica, dado que se caracteriza por la reacción en cadena, da tal manera que, si un lípido se altera, este puede hacer que los lípidos cercanos reaccionen de la misma manera, así puede ocurrir la peroxidación de los lípidos en cadena. Cabe destacar que los radicales libres pueden conducir al deterioro de la membrana celular, como también la autodestrucción de esta, la peroxidación que ocurre en la membrana mitocondrial, es afectada en sus componentes proteicos presentes que se encuentran en la cadena transportadora de electrones (CTE), lo que oprime algunos procesos que son importantes como la síntesis de ATP, el bombeo de protones, el transporte de metabolitos e iones, por consiguiente produce la destrucción de la célula (Martha Patricia Rojas Hurtado, 2010).

Reacciones de óxido-reducción o Redox: es una transferencia de electrones entre especies químicas y de manera espontánea se libera esa energía, lo que es de utilidad

en el organismo humano, por lo que tiene relación con el equilibrio de los oxidante y lo antioxidantes (Amponsah, 2016).

FADH₂ (Flavín adenín dinucleótido): FAD es su forma oxidada y FADH₂ es la forma reducida. Es una coenzima que actúa como un aceptor (i.e. que puede recibir electrones) de átomos de hidrógeno, en las reacciones de deshidrogenación, además se encuentra fuertemente ligado a una enzima, aunque puede que no siempre (Universidad Clínica Navarra , s.f.).

NADH Oxidasa (Nicotinamida adenina dinucleótido): La NADH oxidasa es un complejo multiproteico encargados de producir EROs, en diferentes células y tejidos. Es de absoluta importancia que para las células fagocíticas (i.e. que son principalmente neutrófilos y macrófagos), dado que el actuar que tienen en la destrucción de los microorganismos patógenos, que ocurre mediante la fagocitosis (i.e. “Proceso por el cual un fagocito (tipo de glóbulo blanco) rodea y destruye sustancias extrañas (como bacterias) y elimina las células muertas” (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.)), junto también con la formación de las trampas extracelulares de los neutrófilos (i.e. mecanismo similar a una trampa que activa los procesos inflamatorios) (NET/Neutrophils Extracellular Traps) (Julián Camilo Arango Rincón, 2010).

Las alteraciones que son producidas durante EROs, son pertenecientes a las células fagocíticas, que es causado por los defectos genéticos en los componentes del sistema que genera la inmunodeficiencia primaria que es considerada como enfermedad granulomatosa crónica (EGC) (Julián Camilo Arango Rincón, 2010).

ATP / Trifosfato de adenosina: Una de las características que posee para llevar a cabo su función, es poseer tres unidades de fosfato que se repelen electrostáticamente entre sí, debido a que los átomos de fósforo están cargados positivamente, aunque los átomos de oxígeno son negativos, la recolección energética que produce es para el correcto funcionamiento de la síntesis del ADN y ARN, proteínas y el transporte de determinadas moléculas (Costas, 2018).

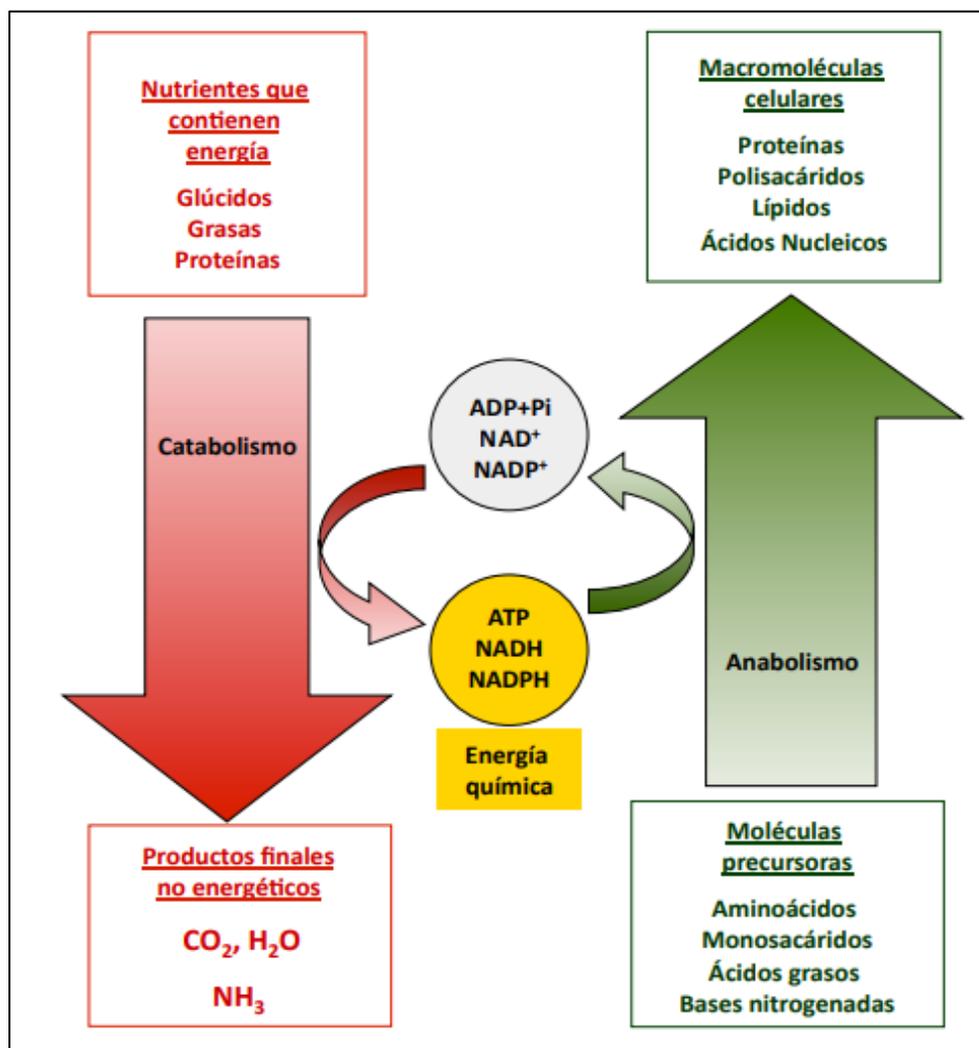
ADP / Adenosín difosfato: El ATP al ceder su grupo fosfato terminal (i.e. azúcares, aminoácidos y nucleótidos) , en ese entonces se convierte en ADP (Costas, 2018).

9.1.1.1.3 Características del catabolismo y anabolismo

El catabolismo es la degradación oxidativa de moléculas de nutrientes complejas (glúcidos, lípidos, proteínas), que se van formando producto de los desechos (CO_2 /Dióxido de carbono, NH_3 /amoníaco) y así obteniendo energía, que aquella energía viene en forma de ATP (Jesús Merino Pérez).

El anabolismo es el conjunto de procesos de la biosíntesis reductora de moléculas complejas que vendrían siendo polisacáridos y proteínas. En este proceso se toma como precursor el gasto de energía en forma de hidrólisis de ATP (Jesús Merino Pérez).

Figura 42. procesos de catabolismo y anabolismo

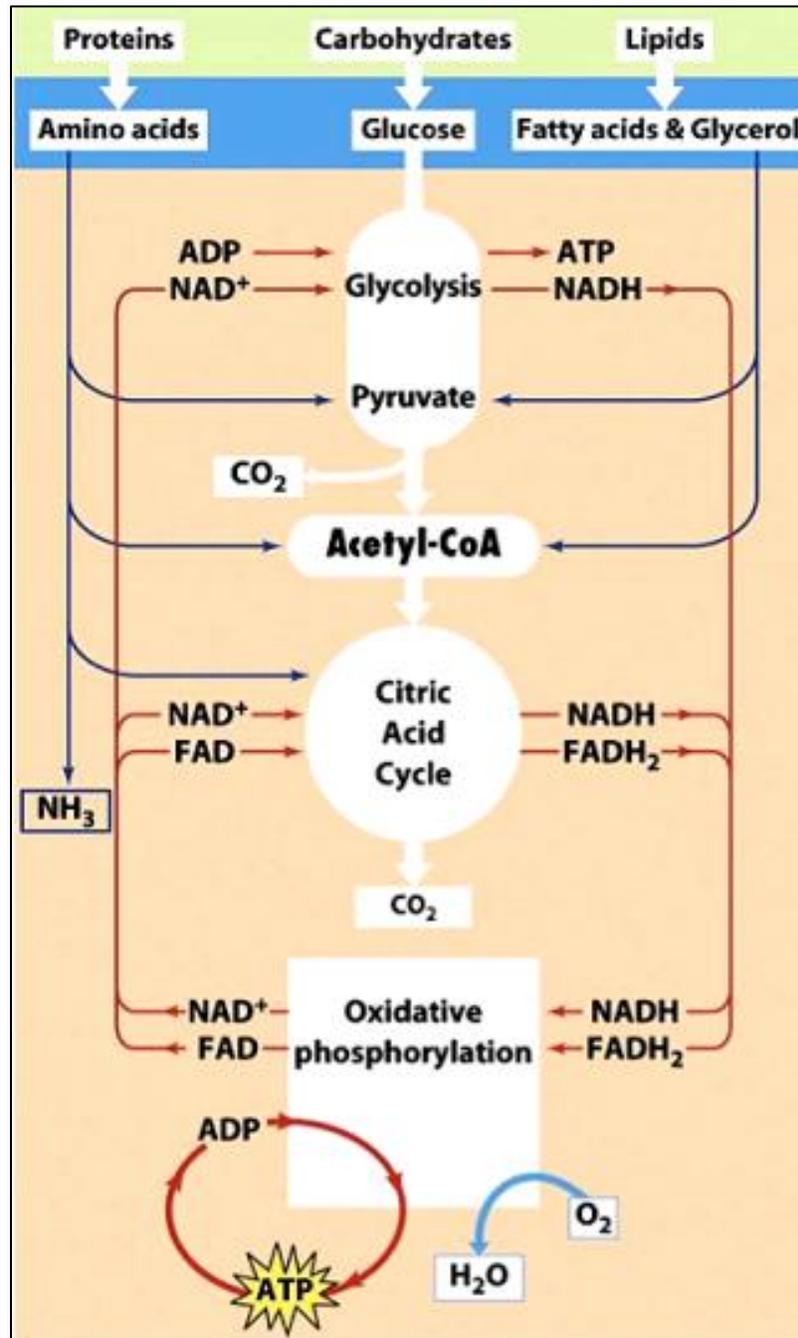


(Delgado)

9.1.1.1.4 Ruta metabólica

La ruta metabólica es una serie de reacciones que son catalizadas (i.e. que acelera o ralentiza una reacción química) por enzimas, estas rutas pueden si bien ser convergentes, divergentes o también cíclicas (Delgado).

Figura 43. Ruta catabólica



(Jesús Merino Pérez)

En la ruta representada en la figura 43, se especifican sus tres etapas.

1. La hidrólisis se realiza en las macromoléculas de los monómeros, en este paso aún no se genera energía útil.
2. La conversión de los distintos monómeros en un número más reducido de moléculas, aquí se genera un poco de energía.
3. La oxidación total que es formada por dos rutas metabólicas que son básicamente los ciclos del ácido cítrico y de fosforilación oxidativa, en esta etapa es en donde hay más desprendimiento de energía (Jesús Merino Pérez).

9.1.1.1.5 Elementos del metabolismo

Fosfatidilserina (FS): La fosfatidilserina es un fosfolípido (i.e. “grasa de alta calidad biológica esencial como nutriente para el organismo”). Esta grasa está distribuida por todo el cuerpo, dado que todas las células del cuerpo la necesitan por igual. Por lo tanto, al localizarse en todo nuestro organismo lo podemos encontrar también en nuestro cerebro, en esta zona es en donde se acumula la mayor cantidad de FS, dentro de éste, se encuentra la corteza cerebral o también conocida como sustancia gris, lo que indica que este nutriente posee una gran importancia en nuestras funciones nerviosas superiores, dado su uso como sustancia neurotransmisora y como nutriente esencial que sirve para mantener la actividad sináptica (Berdonces).

malondialdehído (MDA): El malondialdehído es el producto de la interacción de los radicales libres con ciertos lípidos (séricos y tisulares) que pasa por un proceso llamado peroxidación y de ahí aparece el malondialdehído, que es el único aldehído que es usado como biomarcador de estrés oxidativo (Ingrid Gaby Melgarejo Pomar, 2017).

8-Hidroxideoxiguanosina (8-OHdG): Este elemento puede hacer que una célula tenga efectos mutagénico y carcinógeno, siendo así el mayor inductor de daño oxidativo al ADN, dado que causa mutaciones de transversión (i.e. es la sustitución de una purina (base nitrogenada) por una pirimidina (compuesto orgánico) o viceversa, en el ácido desoxirribonucleico) (Wilfredo Mañon Rossi, 2016).

Radicales libres: Los radicales libres son grupos de átomos o un solo átomo que le falta un electrón, dando como resultado un reactivo, ya que tienden a captar un electrón estable para así poder tener estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre consigue el electrón que necesitaba, la molécula que se lo cede, se considera un radical libre, dado que se ha quedado sin un electrón o que posee un electrón desapareado. De esta manera se desencadena una reacción en cadena que destruye las células. La vida media de una célula en este estado, son de microsegundos y reacciona con todo lo que este a su alrededor provocando un grave daño (Marcia Avello, 2006).

9.1.1.1.6 Organismo autótrofos y heterótrofos

Los seres vivos pueden obtener su energía de dos maneras, y son los autótrofos y heterótrofos.

Organismos autótrofos, en este grupo se incluyen las bacterias que poseen fotosíntesis y las plantas superiores, este grupo utilizan como fuente de energía, la energía solar y también el CO₂ (dióxido de carbono, que se encuentra en la atmosfera) de esta manera forman sus moléculas (Jesús Merino Pérez).

Organismos heterótrofos, en este grupo se encuentra todos los animales y hongos, este grupo utilizan la materia y la energía de las moléculas orgánicas sintetizadas. Las biomoléculas que se consumen en los alimentos representan el suministro tanto de materia como de energía. En cuanto a la materia, con sus elementos químicos y la energía de los enlaces químicos, de esta manera el organismo heterótrofo podría generar la energía metabólica, para todo su organismo o funciones biológicas (Jesús Merino Pérez).

9.1.1.2 Canales de calcio dependientes del voltaje

El canal de calcio, es un conjunto de poros de naturaleza proteica, está presente en las membranas celulares, del cual permite el paso del calcio al interior de las células para ejercer diferentes procesos intracelulares (e.g. contracciones musculares, cambios de potencial de la membrana, liberación de neurotransmisores, etc.). Estos canales reciben estímulos de los cuales depende de la especificidad de los iones. Estos estímulos pueden

permitir la entrada de calcio que si bien, puede ser de voltaje-dependiente o receptor-dependiente (Clínica Universidad de Navarra, s.f.)

En las células y en particular el sistema nervioso, se comunican entre sí, esta comunicación es por medio de un lenguaje químico o eléctrico. La información es recibida y procesada por un sistema complejo de mensajería intracelulares que traducen las señales y que finalmente es recibida en un lenguaje entendible para la maquinaria metabólica. El mensaje encargado de transportar esta información se llama catión o ion de calcio (Ca^{2+}), es el mensajero más presente o que tiene mayor participación en los procesos de regulación celular. La caracterización que ha tenido las vías de entrada de Ca^{2+} hacia el interior de las células es de vital importancia por varias razones, es capaz de disparar diversas funciones, no sólo en diferentes células, sino también en la misma célula (L. Gandía).

9.1.1.2.1 TRPV1 (receptor de potencia transitorio V1)

El TRPV1 se asimila bastante con otros canales iónicos dependientes de voltaje, pero este posee la capacidad de detectar e integrar varios estímulos del medio ambiente (i.e. temperaturas elevadas, agentes nocivos o irritante), de este canal se asocian diversas cadenas de señalización que tienen relación con los procesos de inflamación (H. Salazar, 2009).

9.1.1.2.2 Papel del calcio en la mitocondria

La acumulación de calcio (Ca^{+2}) en la mitocondria regula funciones intrínsecas que se hayan en el orgánulo, esto incluye la producción de ATP, que se realiza en la fosforilación oxidativa. En la matriz mitocondrial, el calcio regula la actividad de ATP sintasa, también se tiene en cuenta que el incremento del calcio mitocondrial junto con la acumulación de especies reactivas de oxígeno (EROs/ROS) favorecen a la liberación de factores mitocondriales como citocromo C, que se encarga de regular la apoptosis de las células, que se forman con las caspasas, de la cual lleva a las células a la muerte apoptótica. La fragmentación e hinchazón del orgánulo produce una apertura de la cadena de transporte de electrones (canal mitocondrial), con lo que deriva a un colapso del potencial de membrana mitocondrial y a la muerte celular (VAL, 2013).

9.1.1.3 Cerebro

En este apartado es para definir algunos elementos y hormonas que segrega el cerebro, aunque se debe de tomar en cuenta algunos conceptos anteriormente explicados.

Melatonina: La melatonina es una hormona, que tiene relación con el sueño, la producción y liberación de esta hormona está relacionado con nuestro entorno con nuestro medio ambiente, si está oscuro, aumenta la segregación y si esta soleado o hay luz disminuye. La producción de esta hormona va disminuyendo a medida que se envejece (Clinica Mayo, s.f.).

Hipocampo: El hipocampo es una estructura del cerebro ubicada profundamente en el lóbulo temporal en la corteza cerebral. Es fundamental para el sistema límbico, y al ser parte de este sistema, el hipocampo tiene la función de la regulación del aprendizaje, la codificación de la memoria, de la orientación o ubicación espacial y la consolidación de la memoria (Dutta, 2019).

Sinapsis: Las neuronas se comunican entre ellas a través de una unión llamada sinapsis. La mayoría de las sinapsis son químicas de las cuales sus mensajeros son químicos, aunque hay algunas que son eléctricas, en ellas los iones fluyen a través de las neuronas (Khan Academy, s.f.)

9.1.1.4 Enfermedades

Es importante saber cuáles o con que enfermedades estamos tratando en este estudio, para poder comprender sus relaciones.

9.1.1.4.1 Granulomatosa crónica (EGC)

Enfermedad granulomatosa crónica (EGC): Esta enfermedad es de índole inmunodeficiencia primaria, lo que la caracteriza por un defecto de fagocitosis. Esta produce infecciones y lesiones granulomatosas que son características de esta enfermedad. La EGC es ocasionada por una alteración funcional en una de las subunidades de la NADH oxidasa, debidamente por una mutación (i.e. cambio o

modificación) en cualquiera de los genes que las codifican (Nadia Gisela Ramírez-Vargas, 2011).

9.1.1.4.2 Cáncer en general

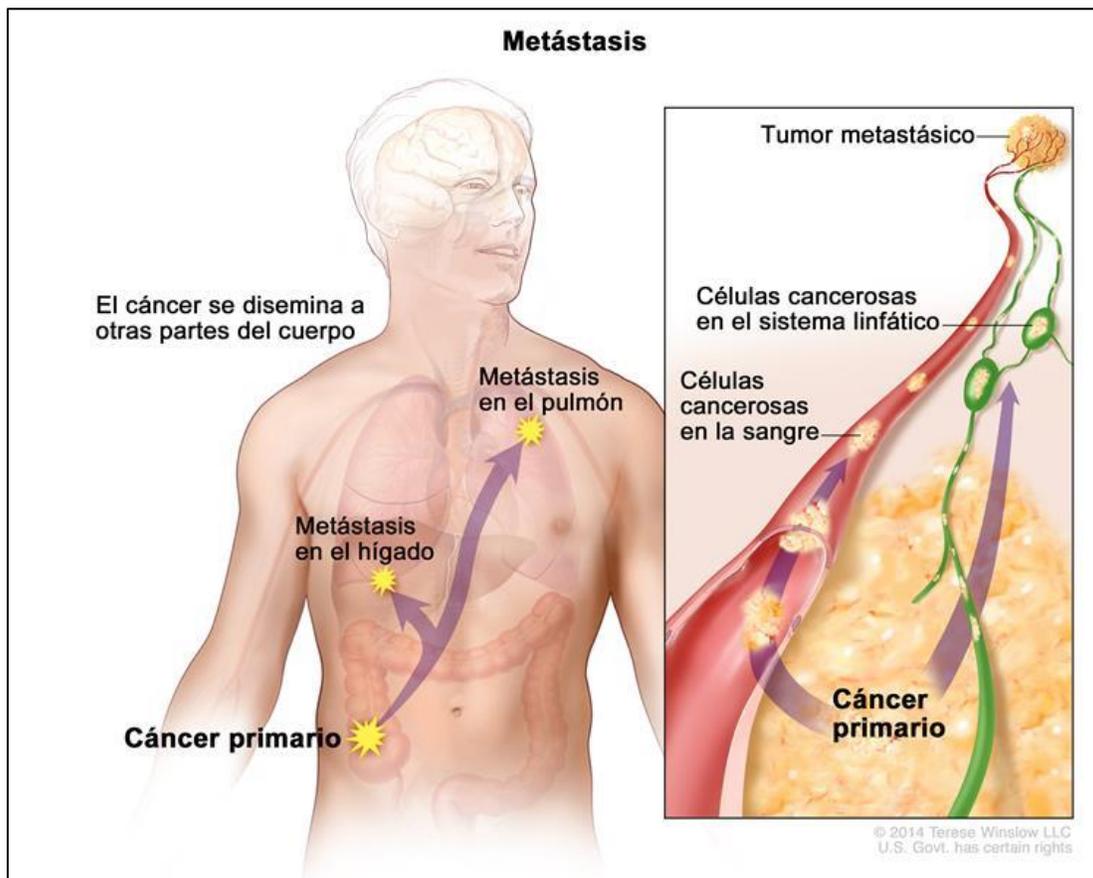
Cáncer: El cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolados de las células. Esto puede aparecer en cualquier lugar del cuerpo. Por lo general el cancer suele invadir el tejido circundante y puede provocar metástasis en varios puntos del organismo (Organizacion mundial de la salud, s.f.).

Leucemia: La leucemia es un cáncer que afecta los tejidos que producen sangre, afectando así a la médula ósea y el sistema linfático. La leucemia se divide en varios tipos, en algunos casos afecta frecuentemente a niños, y otros casos solamente afecta a adultos. La característica principal que posee la leucemia es que involucra a los glóbulos blancos, haciendo que la producción de estos sea defectuosa y de esta manera no permite el funcionamiento correcto de estos (Mayo Clinic, s.f.).

Cáncer de mama (cáncer de seno): Es un cáncer que se origina cuando las células en el seno comienzan de crecer de manera desenfrenada, de esta manera se forma un tumor. Este tumor puede ser maligno (i.e. cáncer) si es que las moléculas llegan a crecer invadiendo los tejidos circundantes o produciendo metástasis (American Cancer Society , 2017).

Metástasis: La metástasis es un producto de la diseminación del cáncer, que es en donde se forma el tumor, y cuando ocurre esto, se produce la metástasis, que el cuerpo cancerígeno principal, desprende células cancerígenas que viajan a través del torrente sanguíneo o por el sistema linfático, formando otros tumores nuevos en órganos y tejidos. Creando otros cuerpos capaces de producir metástasis (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.)

Figura 44. Descripción de Metástasis

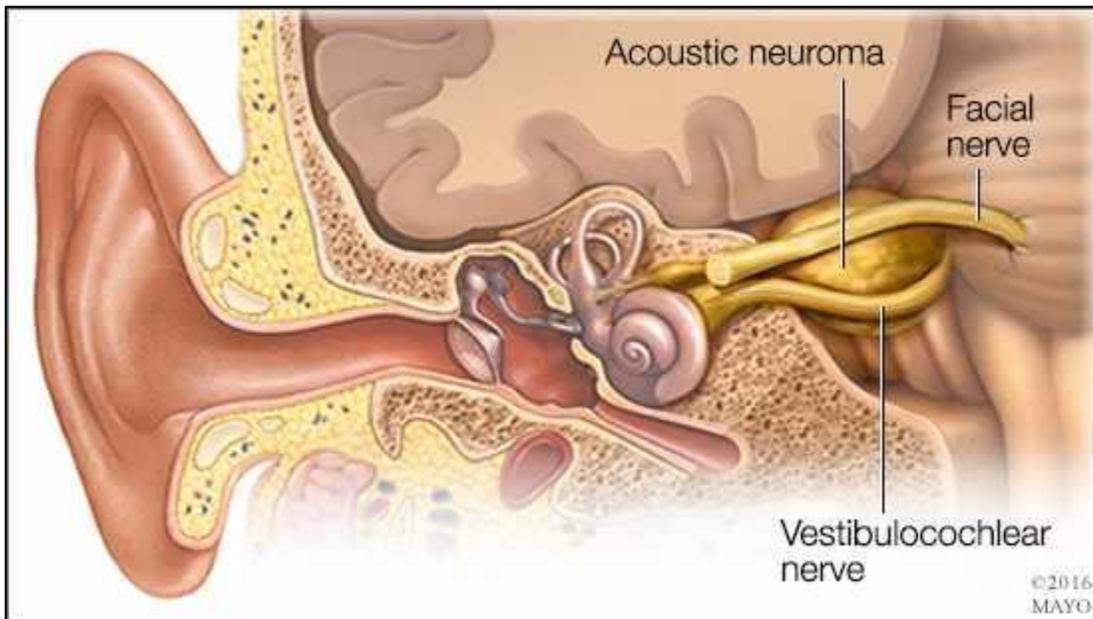


(Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.)

9.1.1.4.3 Tipos de tumores

Neuroma acústico: Es un tumor que se desarrolla en el nervio que conecta el oído al cerebro, este nervio se llama vestibulococlear, que se encuentra detrás del oído. Este tipo de tumor crece lentamente. Es un tumor tipo benigno, lo que significa que no se extiende a otras partes del cuerpo, pero si afecta a algunos nervios importantes a medida que va creciendo (NIH , 2018).

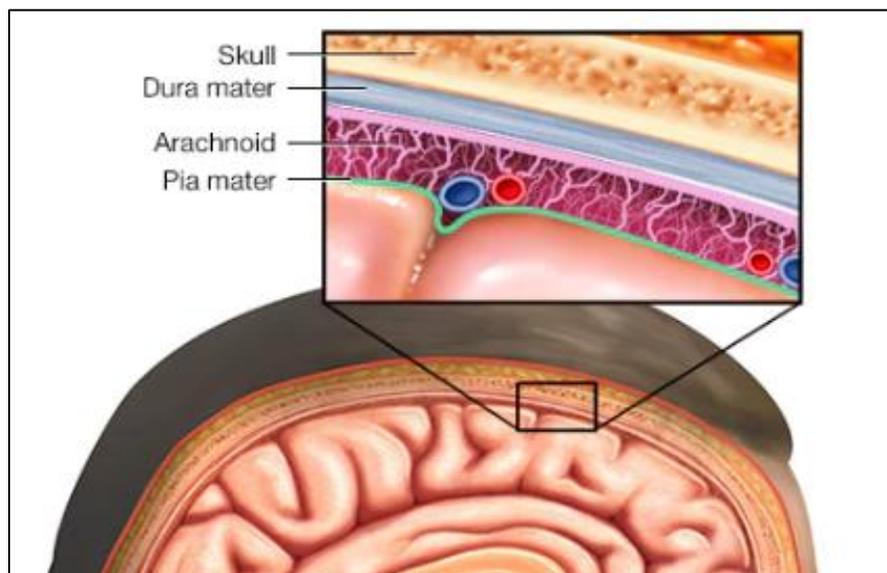
Figura 45. Neuroma Acústico (Acoustic Neuroma)



(Theimer, 2017)

Meningioma: Es un tipo de tumor que surge de las meninges (la membrana que rodea el cerebro y la medula espinal), no es un tumor cerebral técnicamente, pero aun así se le incluye en la categoría porque hace presión en el cerebro, afectando así los nervios y los vasos adyacentes de este tumor (Mayo Clinic, 2019).

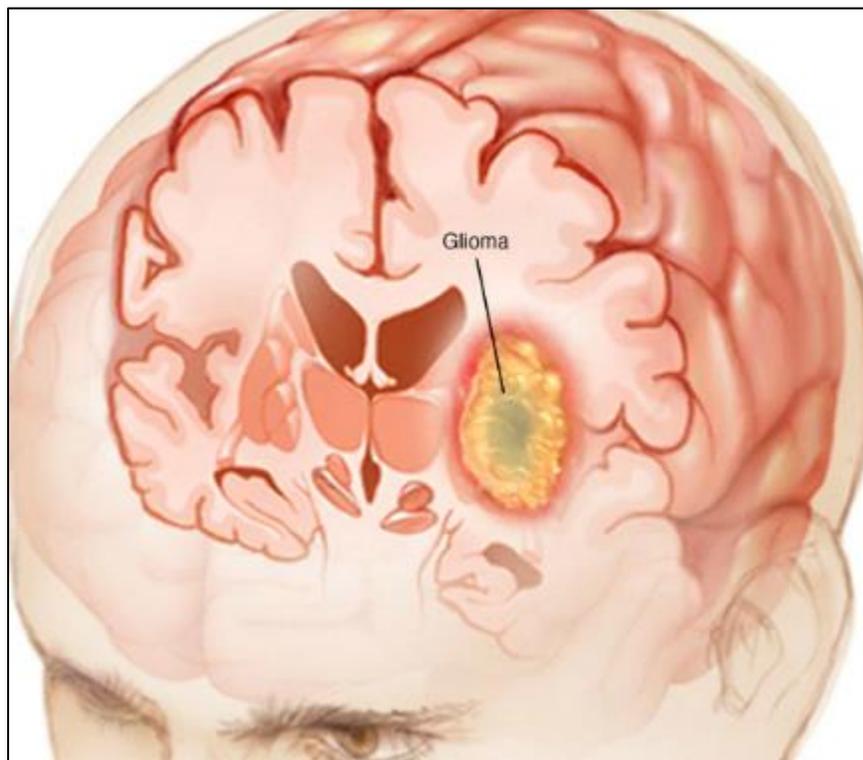
Figura 46. Ubicación del Tumor Meningioma



(Mayo Clinic, 2019)

Glioma: El glioma es un tipo de tumor en el que se desarrolla entre el cerebro y la médula espinal, dado que los gliomas son el comienzo del soporte viscoso que son las células gliales que rodean las células nerviosas y ayuda en sus funciones. Hay tres tipos de células gliales de las cuales se puede producir un tumor, por ende, cada tumor tiene sus características de las cuales va a depender del tipo de las células gliales. De esta manera, también se distingue el tipo del tratamiento, porque para cada tipo de célula que desarrolle un tumor su tratamiento será distinto. Existen tres tipos de células capaces de desarrollar tumores que son las astrocitomas, ependimomas y oligodendrogliomas (Clinic Mayo, 2019).

Figura 47. Ubicación de Glioma



(Clinic Mayo, 2019)

schwannoma benigno: Es un tipo de tumor que crece en la vaina de los nervios, se considera uno de los tumores benignos más frecuentes, dado que se puede presentar en cualquier parte del cuerpo. Por lo general, el schwannoma crece muy lentamente, pero una vez que crece lo suficiente, es difícil de extirpar y como también puede ocasionar lesiones en los nervios y pérdida del control muscular (Clinic Mayo, 2019).

9.1.1.4.4 Electrosensibilidad

En el año 1997, los expertos de la unión europea, denominaron a una enfermedad con el nombre de electrosensibilidad (SE) la enfermedad silenciosa. Esta enfermedad afecta a la población mundial, dado que actualmente nos encontramos sumergidos en campos electromagnéticos que son provenientes tanto por las implementaciones tecnológicas, como también de los mismos dispositivos que usan tecnología inalámbrica, y al igual que los cambios de tecnologías a nivel global (Arcos, 2016).

Entonces, la electrosensibilidad, es una enfermedad que no es muy reconocida en todo el ámbito de la medicina, esta enfermedad es provocada por la exposición a los campos electromagnéticos. Por lo que ser sensible a las radiaciones puede poseer un conjunto de síntomas que causa o podría intensificar, solo por el hecho de exponerse a las radiaciones electromagnéticas. Estos síntomas podrían ser los siguientes:

- Dolor de cabeza
- Cansancio crónico
- Dificultad para dormir o insomnio
- Modificación o cambios hormonales (provocando cambios en el reloj biológico del sueño)
- Niveles inmunitarios bajos (enfermarse varias veces al año, sin importar la estación)
- Disminución de fertilidad
- Agrava la diabetes
- Trastorno cognitivo y 4 neurológico
- Alteración en la piel (ronchas, quemazón, picor)
- Déficit de atención
- Estados de depresión
- Déficit olfativo
- Desorientación
- Casos más extremos provoca tiroides

Las personas que están siendo afectadas por esta enfermedad, no aparenta ningún problema mientras es expuesto a las radiaciones. Las relaciones que tiene esta enfermedad con otras, son las siguientes, el síndrome de túnel carpiano (i.e. presión excesiva del nervio mediano, que es, el que permite la sensibilidad y el movimiento de partes de esta (NIH, s.f.)), problemas de audición (hipoacusia), problemas mentales (depresión, ansiedad y aislamiento social), problemas o daños en el sistema nervioso (pérdida de memoria, trastorno del sueño, casos más extremos se desarrolla tumores cerebrales), obesidad, problemas con adicciones y enfermedades oculares (Arcos, 2016).

9.1.1.4.5 Diabetes

La diabetes es una enfermedad que se hace presente cuando los niveles de glucosa o también conocida como azúcar, son demasiados elevados en la sangre. Se debe de entender que la glucosa es la principal fuente de energía y proviene de los alimentos. Por otro lado, poseemos la insulina, la cual es una hormona que se produce en el páncreas y que ayuda a regular los niveles de glucosa, ingresando la glucosa a las células para usarse como energía. Cuando no se segrega la suficiente insulina, la glucosa se queda en la sangre y no alcanza a ser procesada por las células, a medida que pase el tiempo, la acumulación de glucosa en la sangre puede llegar a ser perjudicial para la salud (The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2017).

Los diferentes tipos de diabetes son los siguientes:

- Diabetes de tipo 1: En este tipo de diabetes el cuerpo no produce insulina lo que produce un incremento de glucosa en la sangre, lo que afecta al sistema inmunitario y destruyendo así a las células del páncreas que son las que producen la insulina, se necesita administración de insulina todos los días para poder vivir normalmente (The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2017).
- Diabetes de tipo 2: En este tipo de diabetes no se usa adecuadamente la insulina o si bien no la produce el cuerpo como es debido, este es el tipo con mayor frecuencia en la población de mediana edad y ancianos. Este caso no es tan grave

como el tipo 1 pero aun así se debe de tomar precauciones (The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2017).

9.1.1.5 Relaciones del sistema reproductivo

Testículos: Los testículos son dos glándulas de las cuales tienen forma de huevo, y están cubiertas por un tejido llamado escroto, y son estas dos glándulas las que están encargadas de producir espermatozoides y también hormonas masculinas (NIH, s.f.).

Semen: El semen o esperma es un líquido que es producido por las glándulas genitales del hombre. En cuanto a su líquido seminal se encarga de cubrir y proteger los espermatozoides, así se evita que se dañen los espermatozoides y puedan llegar sin problema a fecundar al óvulo (Heredia, s.f.).

Útero: “El útero es un órgano muscular hueco que se ubica en la pelvis femenina, entre la vejiga y el recto. Los ovarios producen los óvulos, que se desplazan a través de las trompas de Falopio. Una vez que el óvulo abandona el ovario puede ser fertilizado y se implanta en las paredes del útero. La principal función del útero es alimentar al feto en desarrollo antes del nacimiento.” (NIH, 2019)

Esterilidad/Infertilidad: Si bien la esterilidad puede ser de ambas partes, tanto del hombre como mujer. En el caso del hombre estéril es cuando es incapaz de dejar embarazada a la mujer, en el caso de la mujer es cuando ella no puede quedarse embarazada. En el caso de la infertilidad es cuando la mujer puede quedar embarazada, pero es incapaz de poder seguir con el embarazo (Instituto Marqués, s.f.).

Proceso de embriogénesis: La embriogénesis es un proceso complejo que se lleva durante las primeras 8 semanas de desarrollo embrionario, de las cuales tiene varios escenarios, dando por finalizado el desarrollo del embrión (Sally Robertson, 2018).

10.1 Efectos en humanos, animales y ambiente

En esta parte se presenta todos los estudios de varias categorías, de los cuales todos están enfocados en los efectos nocivos de las radiaciones electromagnéticas.

10.1.1 Problemas psicológicos

A continuación, se dará detalles en cuanto a la psicología, pero solo para entregar unos puntos de los cuales se deben de tratar, dado que algunos efectos de estas radiaciones causan algunos problemas psicológicos como los que se detallarán.

Autismo: Es un trastorno neurobiológico del desarrollo, dado que se manifiesta durante los primeros años de vida y dura a lo largo del ciclo vital, los síntomas son dos; manifestación constante de deficiencias en la comunicación y en la interacción social, y signos restrictivo y comportamientos reiterados, cuanto a sus intereses y actividades (Autismo, s.f.).

Estrés psicológico: Se define el estrés psicológico como un estado bajo presión mental, física o emocional, se toma en cuenta también los traumas o experiencias fuertes vividas, como también la angustia de algún familiar con una enfermedad grave. En este estado las personas no saben qué hacer con la presión acumulada. Normalmente el exceso de estrés baja la calidad de vida, como también puede afectar físicamente. Cuando tu cuerpo está bajo presión física, mental o emocional, tu cuerpo libera hormonas de estrés (e.g. adrenalina (epinefrina) y norepinefrina) que producen un aumento en la presión arterial, acelerando el ritmo cardíaco y así también eleva las concentraciones de glucosa (azúcar) en la sangre, de esta manera la persona está condicionada para situaciones complicadas. Si este estrés se vuelve crónico, comienzan los problemas, como los siguientes: problemas digestivos, de fecundidad, urinario y del sistema inmunitario dando a lugar a las infecciones virales, dolores de cabeza, problemas para conciliar el sueño, depresión y ansiedad (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, 2012).

Síntomas neuroconductual: Este efecto se puede producir por el tratamiento de algunos cánceres, la característica de este efecto, es en la manera en la que el cerebro puede

llegar a afectar tanto comportamiento, como también sentimentalmente, incluso afecta en algunas conductas y también en el aprendizaje (NIH, s.f.).

Alzheimer: El Alzheimer es una enfermedad de categoría progresiva que hace que las células del cerebro se degeneren y perezcan. Se considera la causa más común de demencia. Todo comienza con la disminución de algunas capacidades para pensar o habilidades sociales y comportamientos (Clínica Mayo, s.f.).

10.1.2 Conjunto de los estudios

En el conjunto de estudios está basado netamente en aspectos biológicos, dentro de los cuales se tratan varias patologías y enfermedades, se destaca que los términos que más importancia resaltan fueron detallados anteriormente, para la comprensión de cada uno de los estudios.

10.1.2.1 Tablas de estudios

En las siguientes tablas, el orden de los estudios será desde el más antiguo hasta el más reciente, junto con un resumen de la citación.

En estas tablas se encontrarán estudios tanto de las radiaciones emitida por los teléfonos celulares RF-EMF/RF-CEM o también las estaciones de telefonía celular REM/EMF y/o Wi-Fi, también de revistas científicas.

La ubicación izquierda de las tablas, se ubicarán los nombres de los autores y también se incluye el análisis el título del estudio, junto con su respectiva fuente y el año.

10.1.2.1.1 Estudios generales (varios ámbitos)

En la siguiente tabla se muestra algunos estudios de los cuales abarcan a varias categorías o si bien son estudios aislados, de los cuales son diversos e importantes a la hora de poder apreciar algunos posibles efectos adversos de estas radiaciones no ionizantes.

Citación	Resumen del estudio
Hässig M, Jud F, Naegeli H, Kupper J, Spiess BM. Se estudia la prevalencia de cataratas nucleares (i.e. se ubica en la zona central del cristalino) en terneros suizos que son expuesto a una estación base de telefonía celular (Hässig M, 2009)	En este estudio se aborda el posible efecto de cataratas nucleares en terneros, en las que se presume que se debe a las estaciones bases cercanas. En este estudio se abordó al tema con un experimento de cohorte (i.e. tipo de investigación observacional y analítica) durante el cual se hizo un seguimiento geográfico de cada vaca embarazada, hasta su concepción y el posterior sacrificio. En el periodo del primer trimestre, en el que se denomina organogénesis, se pudo observar varios grados de catarata nuclear, de 256 terneros el 79 (32% tenían aquel grado de cataratas, en los casos de cataratas severas fueron de 9 (3,6%). Los resultados obtenidos arrojaron que la relación de la ubicación geográfica de los terneros y las cataratas coincidieron que, al estar cerca de una antena entre 100 a 199 metros se asocia al estrés oxidativo y la asociación entre el estrés oxidativo y la distancia de las antenas bases, por lo que se daría la siguiente conclusión. El estrés oxidativo aumento considerablemente, el efecto de cataratas nuclear, pero aun así se necesitan de más estudios de los cuales se pueda probar con toda certeza, que además de las cataratas podría incluso afectar en el

	desarrollo embrionario de todas las especies de animales y humanos. Con estos estudios se puede evitar estos riesgos a futuro.
<p>Volumen 16 de la revista llamada Fisiopatología del año 2009 del profesor J. Steven Alexander del Departamento de Fisiología Molecular y Celular, Medicina y Neurología, Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal de Louisiana (LSU). Autores de los artículos: Martin Blank, Reba Goodman, JL Phillips, NP Singh, H. Lai, Hugo W. Ruediger, Henrietta Nittby, Arne Brun, Jacob Eberhardt, Lars Malmgren, Leif G. Salford, Lennart Hardell, Michael Carlberg, Kjell Hansson Mild, Michael Kundi, Hans-Peter Hutter, L. Lloyd Morgan, Zoreh Davanipour, Eugene Sobel, Olle Johansson,</p>	<p>En esta revista de Fisiopatología del año 2009, desde la página 71-78 con el título “Los campos electromagnéticos estresan las células vivas”. Se mencionan los efectos de los campos electromagnéticos (CEM), tanto las frecuencias extremadamente bajas (ELF) y de las radiofrecuencias (RF), que activan la respuesta al estrés celular, que es un mecanismo de defensa y que produce en los genes una respuesta de estrés. También se brindan detalles biológicos, en el que se detallan proteínas que son propensas a este estrés celular, al igual que detallan lo que ocurre con las proteínas dañada y como es transportada por las membranas celulares. También lo fundamental en este artículo es que tanto las ELF y las RF producen una respuesta biológica, especialmente en las secuencias del ADN y también se especifica más sobre esto. Las EMF podrían interactuar directamente con los electrones del ADN, mientras las EMF que son de baja frecuencia puede interactuar con el ADN induciendo una respuesta al estrés. Niveles más altos de RF pueden romper las cadenas del ADN, cito textualmente las últimas palabras del artículo “Está claro que, para proteger las células vivas, los límites de seguridad EMF deben cambiarse del estándar térmico actual, basado en la energía, a uno basado en las respuestas biológicas que ocurren mucho antes del umbral para los cambios térmicos.”</p>

<p>Aris F. Pourlis, Alfonso Balmori, Paavo Huttunen, Osmo Hänninen, Risto Myllylä, Carl Blackman, David Gee, Cindy Sage, David O. Carpenter (Blank, 2009).</p>	<p>Desde las páginas 79-88 con el título “Campos electromagnéticos y daños en el ADN”. Habla sobre la preocupación que se tiene basándose en los efectos adversos sobre estas radiaciones no ionizantes y los posibles efectos como el cáncer, dado que el cáncer en la mayoría de los casos aparecen por consecuencia del daño en el genoma de una célula, además se poseen estudios sobre los efectos de los campos electromagnéticos en el ADN y la estructuras cromosómicas, el daño ocasionado en el ADN puede cambiar aspectos de la célula, como sus funciones celulares e incluso la muerte de la célula (i.e. adelantando o atrasando la apoptosis). Hace mención sobre los ensayos cometa, en el que se explica que se ha utilizado para saber sobre el daño en el ADN como los posibles efectos que podría ocasionar, como roturas de cadenas sencillas, rotura de cadenas dobles y enlaces cruzados, al igual que se estudia con este método, las posibles formaciones de los micronúcleos en las células después de la exposición a EMF, en este artículo hace una descripción sobre el ensayo cometa y su cualidad para analizar el daño del ADN.</p> <p>De la página 89-102 con el título “Efectos genotóxicos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia”, este artículo ya tiene referencias en el presente estudio, por lo que solo se darán las especificaciones para que sea reconocido más adelante. En este estudio se recogió 101 estudios de los cuales hay 49 que reportan efectos negativos y otros 42 que no reportan efectos, además se encuentran 8 estudios que no se</p>
--	---

	<p>pudo hallar ninguna influencia y son descartados por sesgo o con inconsistencias.</p> <p>De la página 103-112 con el título “Aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica en el cerebro de los mamíferos después de 7 días de exposición a las radiaciones de un teléfono móvil GSM de 900 MHz”, en este artículo hace alusión a que se ha demostrado que las radiaciones electromagnéticas emitidas por los teléfonos móviles pueden alterar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (BBB). En cuanto a los antecedentes que se presenta es una revisión sobre los efectos demostrados en la exposición por los estudios de microondas en la BBB. Los estudios propios que se efectuaron para comprobar datos con el resto de estudios, se sometieron 48 ratas a exposiciones de 2 horas, con unas tasas de absorción (SAR) de 0 mW/Kg; 0,12 mW/Kg; 1,2 mW/Kg; 12 mW/Kg y 120 mW/Kg. Con este estudio se confirma que hay absorción albúmina (i.e. proteína), neuronal y daño neuronal. Los análisis concordaron con el aumento en la permeabilidad BBB.</p> <p>De la página 113-122 con el título “Evidencia epidemiológica de una asociación entre el uso de teléfonos inalámbricos y las enfermedades tumorales”, este artículo se hace referencia en las tablas que tienen relación con los tumores, por lo tanto, solo se hace mención del artículo.</p> <p>De la página 123-135 con el título “Estaciones base de telefonía móvil: efectos sobre el bienestar y la salud”, en este artículo se hace referencia a la Organización Internacional de la Salud (OMS) que se recomendó en</p>
--	--

	<p>el 2013 a hacer estudios alrededor de las estaciones bases y en el año 2006 declaro que los estudios sobre las exposiciones que tienen relación con el cáncer son de baja prioridad, el resultado de dichas declaraciones influencio a que no se hicieran investigaciones científicas sobre el escenario en cuestión, por lo que actualmente no se sabe muy bien el bienestar de las personas que son expuestas a estas radiaciones. Los estudios subjetivos pueden tener diferencias en sus metodologías y la solidez, pero se han encontrado indicios de efectos a la exposición, por lo que es fundamental los estudios experimentales aplicados. Los estudios que se han hecho de esta manera han comprobado que las señales UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles) y no en menor grado GSM (sistema global para las comunicaciones móviles), pueden llegar a perjudicar la vida de las personas que son sensibles a estas radiaciones, los estudios que demostraron esto, solo fueron estudios de corto plazo. Inclusive existen dos estudios ecológicos del cáncer en las proximidades de las estaciones bases, dando como resultado un fuerte aumento en la incidencia dentro del radio entre 350 y 400 metros respectivamente, aunque tampoco se puede sacar conclusiones firmes con los estudios de aquella época, por lo que aún se otorga la duda. Mientras tanto se muestran estudios que han participado algunos animales in vitro y que concluyen con un aumento en la incidencia de tumores mamarios con una SAR de 1,4 W/Kg en un experimento que no fue replicado y que solo se hace referencia. Sin embargo, aún se cuenta</p>
--	---

	<p>con las evidencias contundentes de que, si existen efectos, pero no se puede saber con certeza cuales vendrían siendo el umbral seguro para que no haya resultados negativos en estas exposiciones, pero es dado por la escasa investigación que existe respecto a este tema. Además de que las investigaciones que se han hecho han sido a corto plazo y aun se esperan investigaciones que se hagan a largo plazo, en ambos casos se debería de estudiar e investigar de manera seria, dado que no se debe de posponer estudios que puedan acreditar evidencia firme para evitar males futuros.</p> <p>De la página 137-147 con el título “Estimación del riesgo de tumores cerebrales por el uso de teléfonos celulares: estudios de casos y controles publicados”, En este artículo se estudia las primeras investigaciones sobre la exposición a corto plazo que puede provocar tumorigénesis, así como también estudios de aquella época en la que se estudiaron los efectos a largo plazo, pero con las potencias de los celulares de aquella época, se citan estudios hecho por suecos dirigido por el Dr. Lennart Hardell, junto con los estudios de Interphone. De los estudios que se ha mencionado han llegado a conclusiones totalmente diferentes. Se debe de diferenciar algo importante y cito textualmente “los estudios de Interphone financiados por la industria no encontraron un mayor riesgo de tumores cerebrales por el uso del teléfono celular, mientras que los estudios suecos, independientemente de la financiación de la industria, informaron numerosos hallazgos de un aumento significativo del riesgo de tumor cerebral por</p>
--	--

	<p>el uso de teléfonos celulares y teléfonos inalámbricos. Un análisis de los datos de los estudios de Interphone sugiere que el uso de un teléfono celular protege al usuario de un tumor cerebral, o los estudios tuvieron serios defectos de diseño. Se identifican once fallas: (1) sesgo de selección, (2) tiempo de latencia insuficiente, (3) definición de usuario de teléfono celular 'regular', (4) exclusión de adultos jóvenes y niños, (5) riesgo de tumor cerebral a causa de los teléfonos celulares que irradian mayor potencia, no se investigaron los niveles en las zonas rurales, (6) se excluye la exposición a otras fuentes de transmisión, (7) la exclusión de tipos de tumores cerebrales, (8) los tumores fuera de la columna de radiación del teléfono celular se tratan como expuestos, (9) la exclusión de los casos de tumores cerebrales debido a muerte o enfermedad, (10) recordar la precisión del uso del teléfono celular y (11) sesgo de financiación.” Mientras que el estudio de los suecos solo tiene 3 posibles defectos que son el 8, 9 y 10. Sin embargo, los estudios realizados por el Dr. Lennart son consistentes con lo que se espera con el uso del teléfono celular y se toma en constancia de que el actuar de Interphone es sesgado e incrédulo. Por lo que se toma en cuenta de que existe efectivamente un riesgo de tumores cerebrales, del cual puede resultar un costo enorme a la salud pública y es el principio de una preocupación por la salud de las personas.</p> <p>A continuación, solo se nombrarán las páginas y los títulos de los artículos restantes.</p> <p>“Exposición a largo plazo a campos magnéticos y los riesgos de la enfermedad de Alzheimer y el cáncer de</p>
--	--

	<p>mama: investigación biológica adicional” desde la página 149-156.</p> <p>“Perturbación del sistema inmune por campos electromagnéticos: una causa potencialmente subyacente para el daño celular y la reducción de la reparación de tejidos que podría conducir a enfermedades y deterioro” página 157-177.</p> <p>“Efectos reproductivos y de desarrollo de los CEM en modelos animales vertebrados” desde la página 179-189.</p> <p>“Contaminación electromagnética por mástiles telefónicos. Efectos sobre la vida silvestre” página 191-199.</p> <p>“Las señales de la torre de radio y TV FM pueden causar movimientos espontáneos de la mano cerca del reflector de RF en movimiento” página 201-204.</p> <p>“Radiación de teléfonos celulares: evidencia de estudios ELF y RF que respaldan una identificación y evaluación de riesgos más inclusiva” página 205-216.</p> <p>“Lecciones tardías de advertencias tempranas: ¿hacia el realismo y la precaución de las EMF?” página 217-231.</p> <p>“Implicaciones para la salud pública de las tecnologías inalámbricas” página 233-246.</p>
<p>Makker KVarghese A, Desai NR, Mouradi R, Agarwal A. Teléfonos celulares: ¿némesis del hombre moderno? (Makker K, 2009)</p>	<p>Se relaciona la exposición del teléfono celular con el sistema cardiovascular, el sueño y la función cognitiva, entre otros efectos adversos generales que son potenciales genotóxicos en cuanto a la secreción neurohormonal e inducción tumoral. Se propone que los efectos adversos del teléfono celular, son diversos en la vida humana y uno de esos problemas es la</p>

	<p>fertilidad, que será enfocada hacia el hombre, dado que es el más perjudicado. Para poder aclarar los efectos de la radiación de los teléfonos celulares, se debe entender que se utilizó sobre fisiología celular utilizando técnicas de detección de alto rendimiento. Se describe los análisis de los cambios en los parámetros del semen, marcadores indican estrés oxidativo y daños en el ADN espermático en muestras que fueron expuestas in vitro a la radiación del teléfono celular.</p>
<p>Giuliani L, Soffritti M. Efectos no térmicos y mecanismo de interacción entre los campos electromagnéticos y la materia viva. Volumen 5, Instituto Nacional para el estudio y control del cáncer y ambiental Enfermedades Italia 2010, 400 páginas monografía. Oncol Library (Livio Giuliani, 2010).</p>	<p>Este estudio, es una monografía distribuida por la Revista Europea de Oncología, que en ella destacan 7 estudios, que son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) tiene un artículo, sobre la influencia de las radiaciones de los teléfonos celulares en las funciones cognitivas. 2) El impacto de las telecomunicaciones inalámbricas digitales, que causa alteraciones en el ritmo cardíaco y el sistema nervioso autónomo 3) Hay dos estudios que demuestran que el impacto de la radiación de RF en la barrera hematoencefálica. 4) Otros dos estudios sobre la radiación de radiofrecuencia/microondas, que son causantes de cáncer. 5) Estudios epidemiológicos del impacto de EMF en la fertilidad humana.
<p>Levitt, BB, Lai, H. Efectos biológicos de la exposición a radiación</p>	<p>Informes anecdóticos y estudios epidemiológicos, fueron los que se han revisado en este estudio, de los cuales se ha asociado los dolores de cabeza,</p>

<p>electromagnética emitido por las estaciones base celulares y otros conjuntos de antenas (B. Blake Levitt, 2010).</p>	<p>trastornos del sueño, depresión, disminución de la libido, aumento de tasas de suicidio, déficit de atención, mareos, déficit de memoria, mayor riesgo de cáncer, temblores y entre otros efectos de índole neurofisiológicos, que se presumen que son causas de las exposiciones a las RF cercanas a estaciones base. Se considera la radiación no-ionizante como un rápido contaminante ambiental, dado que de esta manera se puede hacer extrapolaciones respecto a la epidemiología tomando en cuenta los efectos biológico que podría tener, al exponer a la mayoría de la población a estas radiaciones.</p>
<p>B. Blake Levitt, Henry Lai. Efectos biológicos debido a las exposiciones de las radiaciones electromagnéticas de las estaciones bases de telefonía celular y a sus otros conjuntos de telefonía celular (B. Blake Levitt, Research Gate, 2010).</p>	<p>Las estaciones bases siempre han creado polémicas, especialmente cuando es instalada en lugares muy poblados o residenciales, dado que las personas presentan sus preocupaciones ante los posibles efectos que estas radiaciones pueden generar, al igual que hay algunos que se confían de las garantías que proporcionan los proveedores como también de los que regulan estas radiaciones, de que se respeten las normas en las que estas radiaciones para no afectar a la salud de los residentes. Los estudios epidemiológicos indican que en los sectores en donde se han instalado estas torres, se presentan a menudo entre los residentes dolores de cabeza, mareos, erupciones cutáneas, trastornos del sueño, depresión, mayores tasas de suicidios, trastornos del sueño, disminución de la libido, déficit de atención, problemas en la memoria, mayor riesgo de padecer cáncer, temblores y otros efectos neurofisiológicos que afectan a las personas residentes que viven cerca de una</p>

	<p>estación base. En este estudio se recopila información de los cuales se estudia este problema entre las personas que viven o trabajan cerca de una de estas infraestructuras de telefonía celular. Estas radiaciones se estudian en el largo plazo dado que las personas reciben de manera constantes estas radiaciones de las cuales, en la investigación epidemiológica que también hay estudios que son contradictorio ante la posición inicial del estudio.</p> <p>La conclusión del estudio es dada por las características de los síntomas exhibidos por los residentes de los cuales se habla de otro estudio que se basa en los posibles síntomas o enfermedades que puede tener una persona al ser sometida a radiaciones de categoría de microondas, aquel estudio fue hecho por primera vez en 1978, de los cuales toma los campos electromagnéticos como radiación no ionizante en la que se encuentra como un contaminante del medio ambiente en el que seguirá creciendo a medida que pasen los años.</p>
<p>Khurana, VG, Hardell, L, Everaert, J, Bortkiewicz, A, Carlberg, M, Ahonen, M. Evidencia epidemiológica de riesgo para la salud causada por las estaciones base de los teléfonos celulares (Vini G. Khurana L. H., 2010).</p>	<p>En este trabajo investigativo se identifican 10 estudios que evalúan los supuestos efectos que podría tener para la salud una antena base de telefonía móvil. De los cuales siete de estos estudios exploran la posibilidad que las estaciones base sean las responsables de los efectos adversos en los neuroconductuales, y en tres de ellos investigaron la posibilidad de cáncer. Dando por resultado, que los 8 estudios demuestran prevalencia de síntomas neuroconductuales adversos o cáncer en poblaciones que viven a no más de 500 metros de distancia de la</p>

	estación base. Este estudio se hizo con las pautas que son dictadas por las organizaciones reguladores.
Carpenter DO. Campos electromagnéticos y cáncer, la posible consecuencia de no hacer nada (Carpenter, 2010).	El estudio presenta preocupación por los efectos a la salud, que podría ocasionar la exposición a los campos electromagnéticos, también el aumento de uso de dispositivos teléfonos celulares y otros aparatos inalámbricos. En este estudio se realiza un conjunto de estudios en relación a la preocupación planteada. Esta preocupación es enfocada especialmente en los niños, dado que ellos son los más perjudicados. Pero los estándares que se establecen en estas radiaciones están basados netamente en los efectos térmicos, solo así evitando el calentamiento de la piel. Habiendo estudios que afirman que no es necesario un efecto térmico para que haya efectos significantes. Comprobando de esta manera unas elevadas tasas de cáncer cerebral y neuroma acústico. Las personas que se exponen a estas radiaciones a temprana edad, son más vulnerables a los efectos nocivos de estas radiaciones. El autor llega a la conclusión que si no hacemos algo, el número de personas con enfermedades aumentara, incluyendo cáncer en personas jóvenes y en desarrollo.
Koca O, GökçeAM, Öztürk MI, ErcanF, Yurdakul N, Karaman MI. Los efectos de la radiación electromagnética en los tejidos renales (Orhan Koca, 2011).	Se investiga los efectos de las radiaciones de los campos electromagnéticos en los tejidos renales en ratas, se divide 21 ratas en 3 grupos de 7 ratas, de las cuales el primer grupo es sometido a la radiación durante 8 horas, durante 20 días, el segundo grupo estuvo expuesto a las radiaciones permanentemente durante 20 días y el tercer grupo es solamente de control, una vez cumplido el plazo se procede a

	<p>diseccionar los riñones de las ratas. El dispositivo que se utilizó para radiar a las ratas fue el dispositivo con una tasa de absorción más alta en ese entonces del mercado que es Philips Genie 900, de un SAR 2.67W/Kg. Los resultados arrojaron que el tejido renal tenía daño glomerular (i.e. daño dentro de los riñones), dilatación de la cápsula de bowman (i.e. en donde se realiza el filtrado de sustancias que se van a excretar), daño tubular (riñones) y espacios entre ellos, daños en el edema (i.e. acumulación de líquido) perivascular e infiltración celular inflamatoria, el grupo 1 que solo fue sometido a las radiaciones por solo 8 horas, no sufrió tanto daño como lo sufrió el grupo de radiación permanente. La conclusión se basa considerando el daño que tuvo el tejido del riñón que fue causado por la radiación, lo que da preocupación ante las medidas que se deben de tomar para que esto no nos cause daño, se llama a hacer medidas más estrictas.</p>
<p>Miembro del grupo de trabajo: J Samet—Chair (USA); B Armstrong, M Sim (Australia); E Degrave, L Verschaeve (Belgium); J Siemiatycki, J McNamee (Canada); D Leszczynski, J Juutilainen (Finland); R de Seze, J-F Doré (France); M Blettner, C Dasenbrock (Germany); J Miyakoshi, T Shirai</p>	<p>En mayo del 2011 hubo 30 científicos de 14 países que se juntaron en la agencia internacional de investigación sobre el cáncer (IARC) en Francia, esta junta solo tuvo un propósito, que era para evaluar las radiaciones de los campos electromagnéticos de radio frecuencia (RF-CEM/RF-EMF). En este grupo se evaluó que las personas expuestas a radiaciones de 30KHz hasta los 300GHz que, si bien pueden ser expuestos desde sus dispositivos inalámbrico personales y también en trabajos que tengan que ver con la instalación o uso frecuente de estas fuentes, como también de las estaciones bases (torres) de telefonía celular, antenas transmisoras y aplicaciones médicas. La exposición a</p>

<p>(Japan); S Szmigielski ([unable to attend] Poland); N Kim (Republic of Korea); I Belyaev (Slovak Republic); E Cardis (Spain); L Hardell (Sweden); M Mevissen, M Rööfli (Switzerland); S Mann (United Kingdom); C Blackman, P Inskip, D McCormick, R Melnick, C Portier, D Richardson, Vijayalaxmi (USA) Invited specialists A Ahlbom ([withdrew] Sweden); N Kuster (Switzerland) Representatives L Bontoux, K Bromen (European Commission DG SANCO, Belgium); H Dekhil (Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnementale des Produits, Tunisia); C Galland, O Merckel (ANSES, France) (the International agency for</p>	<p>fuentes que tengan una radiación en una muy alta frecuencia o de potencia, estas implican una mayor acumulación de energía. Los factores más importantes que se destaca para determinar los campos inducidos es la distancia de la fuente hasta donde está el cuerpo que recibe estas radiaciones y el grado de la potencia o la intensidad de frecuencia en las que se irradia, entre otras cosas también se destaca la polaridad y la dirección de incidencia entre las ondas y el cuerpo, en cuanto a la persona que recibe las radiaciones, se toma sus características anatómicas de la persona que se puede estudiar, como la altura, índice de masa corporal, la postura, el dieléctrico (aislante) de los tejidos. La tasa de absorción denominada SAR, puede variar mucho a los parámetros antes mencionados, inclusive también influye el aparato que se utilice, dado que no todos los dispositivos utilizan la misma antena y tampoco la misma banda de frecuencias, dependerá también de la posición en la que se utilice el dispositivo y el lugar en donde esté más cerca de la piel (oreja, algún bolsillo, pecho, etc.).</p> <p>El uso de estos dispositivos inalámbricos en niños es aún más intenso que en adultos, llegando hasta incluso ser 10 veces más intenso que en un adulto. También se estudia la relación que hay entre tumores cerebrales y el uso de teléfonos celulares, dando como resultado tanto a favor como en contra, aunque no se descarta los efectos.</p>
--	--

reasearch on cancer (IARC), 2011).	
<p>BioInitiative. justificación biológica de los estándares de las exposiciones electromagnéticas (BioInitiative, 2012)</p>	<p>En este es un documento hecho por la organización BioInitiative del cual se basa en un compendio de estudios, y los estudios empiezan desde la sección 4 hasta la 20, esta información es referida a la radiación de las ondas no ionizantes. Se describirán los títulos de las secciones para comprender que puntos tiene este estudio.</p> <p>Sección 4: Se evidencia sobre lo inadecuado que son los estándares o normas de las radiaciones (de ese año).</p> <p>Sección 5: Muestra los efectos que se tienen sobre el gen y las expresiones proteicas.</p> <p>Sección 6: Evidencia de los efectos genotóxicos de estas radiaciones.</p> <p>Sección 7: Pruebas de la evidencia del estrés y la reacción de las proteínas ante estos estímulos.</p> <p>Sección 8: Efectos perjudiciales en nuestro sistema inmune.</p> <p>Sección 9: Los efectos sobre neurología y comportamiento causado por radiaciones.</p> <p>Sección 10: Los efectos de la comunicación inalámbrica y sus efectos sobre la barrera hematoencefálica.</p> <p>Sección 11: Relaciones entre tumores cerebrales y neuromas acústicos.</p> <p>Sección 12: Evidencias del vínculo con el cáncer infantil (leucemia).</p> <p>Sección 13: El efecto que causa sobre la melatonina, causando así Alzheimer y cáncer de mamas.</p>

	<p>Sección 14: Más evidencia sobre el cáncer de mamas.</p> <p>Sección 15: La disrupción de la señal modulada en lo biológico.</p> <p>Sección 16: Los bio-efectos del Mecanismo metabólico por las ondas de frecuencia extremadamente lentas (ELF) de un campo magnético en el tejido vivo.</p> <p>Sección 17: Evidencia basada en los campos electromagnéticos como medicina terapéutica (tratamiento de enfermedades).</p> <p>Sección 18: Efectos perjudiciales en la fertilidad humana.</p> <p>Sección 19: Efectos en fetos y neonatales, sometidos a los EMF.</p> <p>Sección 20: Consiste en hallazgos sobre el autismo y los EMF y RFR.</p>
<p>Centro internacional de investigación sobre el cáncer. Se discute sobre los efectos de las radiaciones de radiofrecuencias y su relación con el cáncer (International Agency for Research on Cancer, 2013).</p>	<p>En esta monografía hecha por el centro internacional de investigación sobre el cáncer en el año 2013, se aborda sobre los posibles daños que podría ocasionar las radiaciones no ionizantes, de las cuales aborda la temática sobre el cáncer y otros aspectos que incluyen detalles físicos y biológicos.</p> <p>En esta monografía solo se evalúan los posibles efectos carcinógenos de las radiaciones no ionizantes del año 2013. Además en esta monografía explica en detalle tanto los procedimientos de los experimentos, como también, que frecuencia o que potencia se utilizó para cada uno de los experimentos, en estas monografías se encuentran estudios desde 1965 en adelante.</p>
<p>Hardell L, Carlberg .M, Hansson Mild K. El uso</p>	<p>La agencia de investigación del cáncer (IARC) en conjunto a la OMS, evalúan los efectos cancerígenos</p>

<p>de teléfonos móviles inalámbricos está asociado a un mayor riesgo de glioma y neuroma acústico (Hardell L, 2013).</p>	<p>de RF-EMF en los humanos. Esta reunión que se llevó a cabo el 24 al 31 de mayo del 2011 en Lyon, Francia. El grupo de trabajo que contaba con 30 científicos de los cuales categorizaron los campos electromagnéticos de los teléfonos celulares y los dispositivos inalámbricos como un posible cancerígeno (2B). Esta decisión fue tomada principalmente por el grupo de estudios de Hardell de Suecia y también participo la IARC Interphone Study. Los estudios expuestos en esa reunión consistían en pruebas epidemiológica sobre los efectos de las radiaciones produciendo tumores como el Ipsilateral, el riesgo de glioma y neuroma acústico, o resumido, se corre el riesgo de tumores cerebrales. Se toma como conclusión final que el hecho de clasificar estas radiaciones como un posible cancerígeno, no tiene mayor significancia, dado que la percepción del impacto son las mismas de siempre.</p>
<p>Rodríguez Flores, Roberto Carlos; Rodríguez Jiménez, Adrián David. Efectos de las radiaciones RF de teléfono celular en células hepáticas de ratas (Rodríguez Flores & Rodríguez Jiménez, 2015).</p>	<p>El objetivo del estudio es verificar los efectos de estas radiaciones en estructuras de células hepáticas. Se realizó estudio tomando a 12 ratas hembras, de las cuales tenían 3 meses de edad, a todas las ratas se le suministro valerato de estradiol (i.e. es una hormona sexual femenina), esto implica en el desarrollo de la rata hembra. Se formaron dos grupos que se dividió en 6 ratas, un grupo fue de control y el otro fue de experimentación. El grupo de las ratas expuestas, fueron 30 minutos por día, durante una semana, luego se procedió a sacrificarlas para posteriormente analizar las células. Se llegó a la conclusión de que las radiaciones producen necrosis en la arquitectura de las</p>

	células hepáticas y en el hepatocito (i.e. célula propia del hígado).
<p>M. Taheri, S. M. J. Mortazavi, M. Moradi, S. Mansouri, G. R. Hatam, F. Nouri. Evaluación sobre los efectos de la radiación electromagnética desde Wi-Fi de un router y de un simulador de teléfono celular sobre la susceptibilidad de las bacterias patógenas <i>Listeria monocytogenes</i> y la <i>Escherichia coli</i> (M. Taheri, 2017).</p>	<p>En el siguiente estudio se analiza la reacción que tienen ciertas bacterias con los campos electromagnéticos, tanto en nuestras casas, como en las calles. Por lo tanto, este estudio aborda la preocupación sobre la cual no existe mucha evidencia sobre dicho tema, pero si se ha demostrado con este estudio, que la exposición de los microorganismos a las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia puede estar asociado a un gran espectro de cambios, tanto así que puede influenciar el crecimiento bacteriano modificándolo, incluso puede provocar alteraciones de todos sus patrones de resistencia a los antibióticos. En el laboratorio en donde se llevó a cabo esta investigación, se llama “departamento de ionización del centro de investigación de protección radiológica ionizante y no ionizante”, en este laboratorio se han hecho diferentes tipos de experimentos en los cuales se hace en base a modelos de animales y humanos a diferentes tipos de fuente de campos electromagnéticos (teléfono celulares, estaciones base móviles, bloqueadores de teléfonos celulares, estaciones base móviles, bloqueadores de teléfonos móviles, computadoras portátiles, radares, cavitrones de los que se usan en los sistemas de limpieza dental, bobinas de Helmholtz y resonancia magnéticas. En este estudio se evaluó la susceptibilidad de las radiaciones sobre los microorganismos, con radiaciones de radiofrecuencia de una frecuencia de 900MHz (GSM) y la radiación de enrutadores o</p>

	<p>comúnmente conocidos como “Wi-Fi” de 2,4GHz de frecuencia y también aplicando diferentes tipos de antibióticos. Los microorganismos estudiados son, <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Escherichia coli</i>, de las que fueron expuestas a estas radiaciones, comprobando lo siguiente. Los microorganismos que sean sometidos a un nivel estrecho de radiación o una ventana de exposición, hace que los microorganismos posean mayor resistencia a los antibióticos. Por lo que se ha mostrado antes las exposiciones a estos dos microorganismos llamada <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Escherichia coli</i> Se llega a las siguientes conclusiones. Cabe destacar que la conclusión preocupante debido a que se debería de estudiar con profundidad este tema, dado que es una amenaza para todas las personas en general sin discriminación alguna, de esta manera se podría tener un mejor manejo y control de algunas enfermedades infecciosas graves.</p>
<p>Misek J, Belyaev I, Jakusova V, Tonhajzerova I, Barabas J, Jakus J. Variación en las frecuencias cardiacas por la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia en estudiantes adolescentes (Misek J, 2018).</p>	<p>Se da la posible casualidad de que posiblemente existan variaciones en las frecuencias cardiacas a causa de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia, afectando así al sistema nervioso autónomo, en este estudio se examina aquella posibilidad. En el estudio se analiza la actividad del sistema nervioso autónomo en relación con las RF-EMF, midiendo la variabilidad de las frecuencias cardiacas, que se efectuó durante pruebas ortoclinostáticas (i.e. transición de estar acostado de espalda y luego estar de pie), se efectuó en 46 estudiantes sanos, la frecuencia de la onda pulsada con la que se experimento fue de 1788MHz con una</p>

	<p>intensidad aproximada $54 \pm 1,6$ V/m de manera intermitente por unos 18 minutos en cada una de las pruebas, la tasa de absorción específica (SAR) se determinó de 0,405 W/Kg. Los resultados que se obtuvo fue de que los sujetos expuestos a estas radiaciones, se pudo observar que su frecuencia cardíaca disminuyó en cuanto a los que se mantenía acostados, mientras que los estudiantes que se encontraban de pie se pudo notar ningún cambio, aunque, durante la exposición de los que se mantenían acostado se pudo notar que hubo un aumento en la variabilidad de la frecuencia cardíaca, también indicando un aumento en el índice de actividad nerviosa parasimpática, en cuanto a los efectos térmicos sobre la piel no se observó ningún cambio de temperatura, también se detalla que los participantes fueron sometidos a pruebas de radiaciones simuladas y no distinguieron entre estar sometidos a radiofrecuencias o no estarlo, por lo que se deduce que los participantes no notarían nunca si están o no sienten irradiados por estas radiaciones. La conclusión del estudio es enfocada al corto periodo de exposición en los estudiante que es comparada con los que fueron solamente sometido a la simulación de las exposiciones, tomando las diferencias en los análisis se puede decir que los estudiante que fueron radiados mientras estaban acostados, tuvieron un aumento de actividad en el sistema nervioso autónomo, específicamente en la actividad del nervio parasimpático.</p>
--	---

<p>Di Ciaula A. Camino hacia el 5G, ¿hay implicaciones en la salud por esta tecnología? (A, 2018).</p>	<p>En las comunicaciones que se requiere de la propagación de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF/RF-CEM), la tecnología de este campo cada vez aumenta más, al igual que las emisiones de estas radiaciones. Existen varios estudios que están investigando la implicancia que puede tener estas radiaciones. Se investiga que las RF-EMF promueven el estrés oxidativo y esta consecuencia es una de las principales causas que provocan la aparición de cáncer, tanto en esta como en varias enfermedades que son graves, que además son crónicas. Existen también algunas evidencias que podrían considerarse controvertidas dado que el Centro Internacional de Investigación Sobre el Cáncer (IARC) que pertenece a la Organización Internacional de la Salud (OMS), ha clasificado las RF-EMF como un posible carcinógeno para los humanos. En este estudio se abarca desde efectos reproductivos, metabólicos y neurológicos, también puede alterar algunos microorganismos haciéndolos más resistentes a los antibióticos, dado a este escenario se puede tener la conclusión que no se está investigando las posibles consecuencias que podría traer el 5G, y sin el consentimiento de organismos internacionales, a nivel internacional se ha comenzado a desarrollar investigaciones que se pueden contrastar con las que son exhibidas por las organizaciones reguladoras, dado que la preocupación por el incremento de las densidades de radiación de la próxima tecnología de ondas milimétricas. Los estudios que evalúan el 5G se ha podido destacar las siguientes observaciones. En la</p>
--	--

	<p>temperatura en la piel, promueve la proliferación celular, altera la expresión genética y altera los procesos inflamatorios y metabólicos, puede generar daños oculares y afectar o alterar la dinámica neuromuscular. Estos son algunos de los estudios de los cuales corroboran los posibles efectos, aun así, se necesitan de más estudios que comprueben estos efectos. Se puede concluir que el conocimiento de esta tecnología se debería de ampliar, para poder obtener aún más conocimientos sobre sus mecanismos fisiopatológicos que se vinculan a la exposición de RF-EMF. Que puede ser un inminente riesgo para la población en general.</p>
--	--

10.1.2.1.2 En relación al metabolismo, cáncer y daño en el ADN

En este apartado de recopilación de estudio, es el principal enfoque del presente estudio.

Citación	Resumen del estudio
<p>Desai NR, Kesari. KK, Agarwal A. Fisiopatología de la célula expuesta a radiación del teléfono: estrés oxidativo y carcinogénesis, como también problemas con el sistema reproductivo del hombre. (Nisarg R Desai, 2009)</p>	<p>En este estudio se analiza la membrana plasmática siendo impactadas por Ondas Electromagnéticas de Radiofrecuencia (RF-EMW) con el análisis de la misma estructura de la membrana plasmática (i.e. NADH oxidasa, fosfatidilserina, ornitina descarboxilasa (ODC, proteína con fosfato de piridoxal)) y canales de calcio dependientes de voltaje cerrados. Se analiza la alteración del cambio en el metabolismo de las especies de oxígeno reactivo EROs (reactive oxygen species/ROS), y esto se relaciona a las radiaciones RF-EMW y con NADH oxidasa mediada. La generación de ROS/EROs cumple con una correlación con el estrés oxidativo (i.e. OS/oxidase stress) que es debido a la radiación emitida por el teléfono celular (enfocado hacia el sistema reproductivo del hombre), también se hizo un análisis de los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Los polémicos efectos de las RF-EMW en las células de los mamíferos y en el ADN de esperma, como también los efectos sobre la apoptosis. 2) Estudios epidemiológicos, que se experimentó con animales (in vivo) y experimentaron en un laboratorio a través de tubos de ensayo (in vitro) sobre el impacto que podría tener las RF-EMW en el sistema reproductor masculino. <p>Dando como conclusión de que hay efectos nocivos en los ámbitos analizados.</p>

<p>Phillips JL, Singh. NP, Lai H. 2009 Campos electromagnéticos y daño en el ADN (Phillips JL, 2009).</p>	<p>La preocupación de este estudio es el enfoque hacia los efectos adversos de la exposición a los campos electromagnéticos (CEM/EMF) no-ionizantes. La directa relación que tienen los CEM con la mayoría de los cánceres, porque todo comienza con el daño en el genoma de la célula, también produce daño en el ADN (puede conducir a cambios de las funciones celulares y el ciclo de la apoptosis celular) y en la estructura cromosómica. El daño en el ADN se representa como roturas de un solo filamento y de dos filamentos, y enlaces cruzados. También se estudia el efecto que tienen las formaciones de micronúcleos y las conformaciones cromosómica, que son sometidas bajo EMF.</p>
<p>Roza K. Sypniewska, Nancy J. Millenbaugh, Johnathan L. Kiel, Robert V. Blystone, Heather N. Ringham, Patrick A. Mason, Frank A. Witzmann. Los cambios de las proteínas de necrófagos inducidos en plasmas de ratas, por la exposición de ondas milimétricas de 35GHz. (Roza K. Sypniewska, 2010)</p>	<p>En este estudio se lleva a cabo un ensayo de macrófagos bajo un análisis proteico, de esta manera se podrá saber la actividad biológica de estos factores a través del plasma de las ratas expuestas a estas ondas. El método fue encubar a las ratas tanto a las de control como el grupo de experimentación, se sometieron a temperaturas controladas de 42°C y a las ondas milimétricas de 35GHz a una potencia de 75mW/cm². Se analizaron los resultados con análisis de imagen. Los resultados tanto en el grupo de control y los expuestos a las ondas, aumento la expresión de 11 proteínas. Estas proteínas que estaban alteradas, se asoció con la inflamación, metabolismo energético y estrés oxidativo. Se da la conclusión que tanto las ondas milimétricas y el calor ambiental pueden provocar la liberación de mediadores que activan los macrófagos en el plasma de las ratas.</p>

<p>Yakymenko, I. Sidorik, E., Kyrylenko, S., Chekhun, V.</p> <p>La exposición a largo plazo de las radiaciones de microondas que provocan un incremento a la incidencia de cáncer, según evidencias registrada por influencia de radares y sistemas de comunicaciones móviles (Kyrylenko S., 2011).</p>	<p>El efecto carcinógeno producido por las ondas de microondas (MW/microwaves), son normalmente estudiados en periodos largos de tiempo en los cuales no se saben sus efectos inmediatos, y tampoco de los efectos que podrían causar en el periodo de un año. El incremento en las comunicaciones móviles podría tener una relación directa con el aumento dramático de incidencia de cáncer entre la población que vive cerca de una estación base. El estudio hecho en roedores reveló que significativamente aumenta la carcinogénesis después de 17-24 meses expuesto a radiaciones de MW. Esto también impacta al metabolismo, como la sobreproducciones de reactivos EROs o ROS (especies reactivas de oxígeno) y desarrollo de estrés celular.</p>
<p>Çam ST, Seyhan N. Cabello expuesto a radiación del teléfono móvil (Semra Tepe Çam, 2011).</p>	<p>Se analiza los efectos a corto plazo de radiación RF de 900 MHz (GSM), sobre ácido desoxirribonucleico genómico (ADN) del cabello humano, estas muestras fueron de 8 sujetos sanos. El resultado que se mostró una vez expuesto a las radiaciones fue a los 15 y 30 minutos, que fueron los instantes en donde las personas hablaron por teléfono celular, en los cuales se pudo comprobar que la cadena sencilla de las células se rompe desde la raíz del cabello de muestra, este ensayo fue realizado en la modalidad “ensayo cometa”. Los resultados una vez analizados se llegó a la siguiente conclusión, los cabellos fueron dañados en un instante de 15 y 30 minutos, los daños se agravan a medida que hay más tiempo de exposición, dejando daños en las cadenas sencillas del ADN de las células</p>

	de las raíces del cabello y también alrededor del oído del sujeto de pruebas.
Ledoigt G, Belpomme D. La inducción del cáncer por vías moleculares e irradiación de HF-EMF (Ledoigt, 2013).	Se analizó la respuesta de las células expuestas a diferentes tipos de campos electromagnéticos. Se llegó a las siguientes conclusiones. Los EMF podrían desencadenar la activación de proteínas ligadas a Ca ²⁺ (calcio oxidado) que altera la unión de las proteínas, especialmente la NADPH de la membrana plasmática oxidada, Generando un aumento en la producción de EROS/ROS, pudiendo así afectar a las funciones proteómicas. Produciendo así procesos que contribuyen al progreso del cáncer. Según los datos del estudio, apoya a que la sobre exposición a HF-EMF está ligada potencialmente al cáncer.

La organización BioInitiative, ha hecho el siguiente computo por años. En el año 2017 en diciembre, se realizó una recopilación de 76 estudios de tipo cometa (i.e. técnica para medir la genotoxicidad en el ADN) en los que se estudiaron los efectos de la radiación de radio-frecuencias (RFR) de los cuales 49 (64%) reportaron efectos y 27 (36%) reportaron que los efectos no eran significantes (BioInitiative, 2019). En ese mismo año se recopiló 46 estudios sobre los efectos de los campos electromagnéticos de baja frecuencia con la misma técnica de tipo cometa, de las cuales dio como resultado 34 (74%) reporto efectos significantes, el 12 (26%) de esos estudios no revelaron efectos significativos (BioInitiative, 2019).

En el ámbito metabólico, se dará un enfoque especial dado que es en donde más estudios se ha encontrado sobre efectos de las radiaciones no ionizantes, sin embargo, solo se seleccionaron los casos de alta frecuencia, dado que también existen casi la misma cantidad de estudios sobre las ondas de frecuencias extremadamente bajas. De las cuales se dará a continuación.

Otro periodo del año 2009, se llevó a cabo un compendio de estudios condensándolos en un solo estudio y dando conclusiones. En ese estudio se revisaron 101 publicaciones que se estudiaron en base a genotoxicidad de los campos electromagnéticos de radio frecuencia (EMF-RF) tanto in vivo e in vitro (Ruediger, 2009). Diciendo que la mayoría de los estudios, que resultaron ser 49 estudios indican que hay un efecto genotóxico en las muestras, 42 restante demostraban que no. Pero hubieron estudios que no fueron precisos de los cuales son 8 y no se detectó ninguna influencia en el material genético, no obstante, las muestras al ser sometidas a EMF-RF se veía un progreso genotóxico por otros agentes químicos/físicos (Ruediger, 2009).

Después de 10 años, en el 2019 existe un compendio parecido al que se hizo en el año 2009, solo que se ha evaluado en distintas situaciones, algunos de los estudios que se expondrán será de las radiaciones de las radio-frecuencias (RFR). Estos estudios que fueron agrupados por la organización BioInitiative (BioInitiative, 2019).

Última actualización fue hecha el 19 de abril del 2019, dando como resultado 225 estudios, de los cuales 203 (90%) de los estudios muestran efectos significativos y solo 22 (10%) de los estudios no indican efectos significativos (BioInitiative, 2019).

A continuación, se mostrarán algunos de los estudios más recientes sobre el metabolismo:

<p>Alkis ME, Bilgin HM, Akpolat V, Dasdag S, Yegin K, Yavas MC, Akdag MZ.</p> <p>Los efectos de la radiación de radiofrecuencias entre 900, 1800 y 2100 MHz sobre el ADN y el estrés oxidativo en el cerebro (Alkis ME, 2018).</p>	<p>En este estudio se abarca la preocupación por el creciente aumento del uso del teléfono celular y por consiguiente el aumento de las radiaciones de radiofrecuencias. El objetivo de este estudio es explorar los efectos que pueden tener las RFR a largo plazo en diferentes frecuencias, así saber si causa daño al ADN y los parámetros oxidantes-antioxidantes en la sangre y en el tejido cerebral de las ratas de laboratorio (Sprague Dawley) que fueron 28 ratas, de estas ratas se dividen 4 grupos, de los cuales constan de 7 ratas cada grupo. En el experimento las ratas serían sometidas a RFR en un periodo de 2 horas al día durante 6 meses. El primer grupo solo fue sometido a control (i.e. grupo aislado de los que serían sometidos a las RFR), el segundo grupo fue sometido a ondas de 900MHz, el tercero a 1800MHz y el cuarto 2100MHz. En este estudio también se calculó la tasa de absorción específica (SAR) de cada grupo de las ratas. Para el segundo grupo de ratas se calculó una tasa de absorción específica de 0.0845 W / kg, el tercer grupo con 0.04563 W / kg y el cuarto grupo con 0.03957 W / kg.</p> <p>Luego de los análisis como malondialdehído (MDA), 8-hidroxi-2-deoxiguanosina (8-OHdG), estado antioxidante total (TAS) y estado oxidante total (TOS)</p>
--	--

	<p>en las muestras de tejido cerebral. Se llegó a la conclusión con las muestras que los indicadores de daño en el ADN y el estrés oxidativo se encontraron elevados comparados con el grupo de control, dando por conclusión que las RFR de 900, 1800 y 2100 MHz que son emitidos por los teléfonos celulares, causan daño oxidativo, inducen al aumento de peroxidación lipídica y también aumenta la formación de daño oxidativo del ADN, específicamente en el lóbulo frontal de los tejidos del cerebro de las ratas. Además las RFR de 2100 MHz pueden causar roturas en las cadenas sencillas del ADN.</p>
--	---

Se debe de tomar en cuenta que actualmente Chile no modifica sus parámetros hace más de 13 años, dando un SAR de 1,6W/Kg por tejidos que superen el gramo, y 2W/Kg sobre 10 gramos contiguos de tejidos (SUBTEL, 2006).

<p>Houston BJ, Nixon B, King BV, Aitken RJ, De Iuliis GN. Se estudia el daño inducido por las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia de 1800MHz (1.8GHz) en células germinales inmortalizadas de ratón y espermatozoides in vitro (Brendan J. Houston, 2018).</p>	<p>Se explora los efectos de RF EMR, que es capaz de inducir estrés celular.</p> <p>En el experimento del sistema reproductivo masculino, se expuso espermatozoides a una radiación de 1.8GHz y un SAR de 1.5W/Kg. Se demostró que la exposición de 4 horas es capaz de generar ROS mitocondrial, afectando a la cadena de transporte de electrones. Se evalúa la generación de ROS en la presencia de un antioxidante, la penicilamina, y según la medición de la peroxidación lipídica que se hizo, indica que la incidencia de ROS, no da una respuesta efectiva ante el estrés oxidativo celular. Sin embargo, cuando se expuso a RF EMR a una densidad de 0,15 W/Kg durante 3 horas, se</p>
---	--

	<p>produjo una fragmentación en el ADN en los espermatozoides, esto se evaluó mediante ensayo de cometa, en cambio esta fragmentación, si vino acompañada de daño oxidativo en el ADN.</p>
<p>Marjanovic Cermak AM, Pavicic I, Trosic I. Se estudia la respuesta al estrés oxidativo en células expuestas a la radiación de radiofrecuencia (RFR) a corto plazo en una frecuencia de 1800 MHz (Ana Marija Marjanovic Cermak, 2017).</p>	<p>Aún no se explica los efectos de la exposición a la RFR a nivel no térmico. Estudios anteriores han comprobado la participación en la generación de ROS y por consecuencia el estrés oxidativo.</p> <p>Por lo que en el siguiente estudio se expusieron células de neuroblastoma humano (i.e. células cancerosas), estas fueron expuestas a la radiación de RF de 1800MHz, durante 10, 30 y 60 minutos. La densidad de potencia (SAR) fue de 1,6W/Kg. Se evaluó el ROS y también el daño oxidativo en lípidos y proteínas, se midió la actividad antioxidante. Dando como resultado después de ser expuesto a la radiación lo siguiente. Se mantuvo los valores fisiológicos normales, se observó un nivel de ROS bastante alto y fue proporcional al tiempo expuesto. Después de los 60 min de exposición se detectó daño significativo en los lípidos y proteínas. El resultado del estudio demuestra que incluso después del corto periodo de tiempo de exposición se produce estrés oxidativo.</p>
<p>Pandey N, Giri S. La radiación de radiofrecuencia (900MHz) induce al estrés oxidativo, con lo que la melatonina lo atenúa. Los efectos, como el daño al ADN y la</p>	<p>La infertilidad masculina se puede asociar a factores medio ambientales. Nunca en la historia del humano se ha estado tan expuesto a los niveles de radiación de radiofrecuencia, como lo es hoy. Dicha radiación, afectar negativamente la salud reproductiva masculina. En este estudio se investiga el efecto de esta radiación (900MHz), por lo que se tuvo 4 grupos</p>

<p>detención del ciclo celular en las celular germinales de ratones machos (Neelam Pandey, 2018).</p>	<p>de ratones en los que el primer grupo fue expuesto durante 3 horas dos veces al día, durante 35 días, y el segundo grupo recibió la misma exposición, pero con melatonina, el tercer grupo no recibió exposición y se le administro melatonina y el cuarto solo fue de control (sin exposición) y sin melatonina. Al evaluar se pudo notar lo siguiente, se notó anormalidades en la cabeza de los espermatozoides y en el recuento total de estos mismo. También se analizó los peróxidos lipídicos, y la actividad de superóxido dismutasa (enzima antioxidante potente), histología de los testículos (microestructuras del testículo) y la reducción de grutación (elemento de especie reactivas de oxígeno EROS/ROS). Se realizó ensayos cometa en las células germinales y en los testículos. Los ensayos bioquímicos demostraron un exceso de producción de radicales libres, lo que provoco un cambio histológico y morfológico, tanto en los testículos como también en las células germinales, sin embargo, los animales que estuvieron expuesto a RFR suministrando melatonina, los cambios disminuyeron o fueron nulos.</p>
<p>Ertlav K, Uslusoy F, Ataizi S, Nazıroğlu M. Estudio sobre la exposición a largo plazo en frecuencias de 900 y 1800 MHz (1.8GHz), esto induce apoptosis, estrés oxidativo en el mitocondrial y la</p>	<p>Se usó radiación electromagnética (REM/EMR) con una frecuencia de 900 y 1800, de las cuales se utilizó en 3 grupos de ratones adultos, de los cuales 2 grupos son expuestos a estas radiaciones por 1 hora durante 5 días de la semana durante un año, de manera en que el primer grupo es de control, el segundo es sometido a 900 MHz y el tercer grupo a 1800 MHz. Los efectos a la exposición fueron los siguientes:</p>

<p>activación de TRPV1 (receptor de potencia transitorio V1) en el hipocampo y en el ganglio de la raíz dorsal de las ratas (Kemal Ertlav, 2018).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indujo aumentos en corrientes de TRPV1 - Entrada de calcio libre intracelular (Ca²⁺) - Producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) - Despolarización de la membrana mitocondrial - Apoptosis - Actividades de caspasa 3 y 9 (i.e. inductora de apoptosis) en el HIPPOCAMPON (i.e. neuronas relacionadas con el hipocampo) y DRGN (i.e. neurona del ganglio de la raíz dorsal). <p>Esto solo son los efectos del grupo de los 900 MHz, en el grupo de 1800 MHz, los efectos nocivos incrementan aún más.</p> <p>“En conclusión, el estrés oxidativo mitocondrial, la muerte celular programada y la vía de entrada de Ca²⁺ a través de la activación de TRPV1 en el HIPPOCAMPON y DRGN de las ratas, aumentaron en el modelo de rata después de la exposición a frecuencias celulares de 900 y 1800 MHz. Nuestros resultados sugieren que la exposición a EMR de 900 y 1800 MHz puede inducir una respuesta al estrés mediada por TRPV1 asociada a la dosis.”</p>
<p>Bahreyni Toossi MH, Sadeghnia HR, Mohammad Mahdizadeh Feyzabadi M, Hosseini M, Hedayati M, Mosallanejad R, Beheshti F, Alizadeh Rahvar Z. Exposición al teléfono móvil (900-1800 MHz) durante el</p>	<p>En este estudio se investigó con ratones que estaban esperando crías, de los cuales fueron sometidos a la radiación electromagnética inducida por un teléfono móvil (900 – 1800MHz) en estado de redox en el corazón, hígado, riñones, cerebelo y el hipocampo de las madres y las crías. El método de estudio fue crear dos grupos, uno de control y el experimental. En el experimento se sometieron los ratones y sus crías a las radiaciones durante 2 horas durante 20 días.</p>

embarazo: estrés oxidativo tisular (tejido u organismo relacionado) después del parto (Bahreyni Toossi MH, 2016).	Luego de ese periodo se sacrificó a ambos grupos y procedieron con el análisis de las muestras, tanto de la madre como de sus crías. Se da como conclusión que la exposición al teléfono móvil (900 – 1800MHz) durante el embarazo indujo estrés oxidativo en los tejidos de las madres y sus crías.
---	--

10.1.2.1.3 En relación con tumores

Citación	Resumen del estudio
<p>Khurana VG, Teo. C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Teléfonos celular y tumores cerebrales: una revisión que incluye el epidemiológica a largo plazo (Vini G. Khurana, 2009).</p>	<p>Se presenta un meta-análisis que representa un estudio relacionado con el uso del celular a largo plazo, de los cuales indican que el uso entre 10 o más años aumentan las posibilidades de tener un tumor cerebral en el mismo lado ("ipsilateral") de la cabeza preferida para el uso del teléfono celular. Los datos alcanzan significancia estadística para glioma y neuroma acústico, pero no para el meningioma. La conclusión de los 4 profesionales es, hay suficientes pruebas de evidencias epidemiológicas como para sugerir una relación del tumor Ipsilateral.</p>
<p>Lennart Hardell, Michael Carlberg, Fredrik Söderqvist, Kjell Hansson mild. Estudios de casos y controles asociados a tumores cerebrales malignos diagnosticados entre 2007 y 2009, y su relación con el uso del teléfono celular. (LENNART HARDELL, US National Library of Medicine, 2013)</p>	<p>Los estudios anteriores a este, demostraban una asociación constante con el uso prolongado de los teléfonos móviles y aparatos inalámbricos, la relación constante era con el glioma y el neuroma acústico, a excepción con el meningioma. La explicación que se da en el estudio es, que el uso de los teléfonos celulares emite radiaciones de radiofrecuencia a través de un campo electromagnético, este uso normalmente es tenerlo pegado a un costado de nuestras cabezas para hablar por estos dispositivos, siendo así el cerebro el mayor afectado. El objetivo del estudio fue explorar a fondo la relación que se tiene en el uso prolongado o la exposición prolongada de estas radiaciones, para eso se tomaron los datos de ambos sexos entre 18 y 75 años entre 2007 y 2009. De los cuales se utilizó un sistema de control basado en la población que</p>

	<p>coincidía con el género y la edad, se tomaron datos de los participantes del estudio, en el que se respondía un cuestionario, el cuestionario era para saber con precisión sobre las posibles exposiciones que han estado sometidos y su uso del teléfono analógico y celular (especificaciones sobre marca y modelos, para saber en qué banda de frecuencia operaban 2G o 3G y tasas de absorción). Se llegó a la conclusión de que el uso de teléfono celular o dispositivos inalámbricos resulta un mayor riesgo de padecer ipsolaterales, en algunos casos generando tumores en los lóbulos temporales y superpuestos. En este mismo estudio se analizó los casos de meningioma, arrojando un resultado de altos índices de que era poco probable, pero también se acusa de sesgo de observación (i.e. acciones del investigador que influyen en el experimento). Se da como conclusión del estudio que la asociación entre el uso de teléfonos celulares y dispositivos inalámbricos, que tienen una estrecha relación con los tumores cerebrales malignos, dando a entender que estos hallazgos respaldan la hipótesis de que las RF-EMF tienen un interacción con las etapas de iniciación de carcinogénesis.</p>
<p>Anthony B. Miller. Monografía hecha a partir de la recopilación de estudios sobre las relaciones que existe sobre los tumores mamarios y la posición del celular cerca del</p>	<p>El proceso que tiene esta monografía se realiza a partir de estudios realizados por personas expertas en el tema, la literatura seleccionada debe de ser revisada antes de exponerla, antes de exponer los estudios se realiza una discusión con expertos, de la cual esta discusión tiene duración de ocho días. Se estudian los mecanismos por los cuales se producen los efectos no deseados. El número de voluntarias es de 677, de las</p>

<p>pecho de las mujeres (Miller, 2013).</p>	<p>cuales 231 tiene tumores y el resto que son 446 son de control, dando como unas amplias probabilidades para obtener un estudio certero, con lo que se obtuvo que la exposición y sus efectos aumentan proporcionalmente a los años en los que el cuerpo es expuesto, dado que aumenta las posibilidades de desarrollar un tumor a causa del contacto permanente con el dispositivo. La problemática comienza por el crecimiento de mujeres que usan su brasier o sostenes para depositar sus dispositivos celulares, dando como posibles consecuencias como tumores mamarios. En el 2009 se realiza el primer estudio de lo que confirma las sospechas sobre los efectos que tienen el dispositivo pegado en cierta área, este estudio se llevó a cabo con mujeres de todas las edades, dando como resultado que las mujeres que tiene depositado su celular en promedio más de 4 horas puede sufrir consecuencias como un tumor desarrollado con metástasis, por lo que se da la conclusión de que se debe de evitar el contacto directo con el cuerpo y el dispositivo.</p>
<p>Michael Carlberg, Lennart Hardell. Meta-Análisis sobre estudios que toman la relación entre los tumores cerebrales y el uso de los teléfonos celulares (Michael Carlberg L. H., 2017).</p>	<p>Se evaluó la relación del riesgo de padecer glioma, con el uso del teléfono móvil, el estudio se utiliza el método del meta-análisis, de los cuales son 9 puntos de vistas que se toman en cuenta en este meta-análisis, todos son evaluaciones epidemiológicas y hechos en laboratorios. En este estudio se analizó los estudios y dio que en todas las tasas de exposición eran acumulativas y empeoraba la situación mientras más alta era la acumulación de estas radiaciones. Se notó que hay efectivamente un alto riesgo de glioma en una zona en específico, que es en el lóbulo temporal, al</p>

igual que los casos de meningioma dependiendo de su uso. Los peores casos son los usuarios que llevan aún más años de uso, el grupo que ha usado por más de 20 años aparatos inalámbricos, se toma como riesgo potencial, dado que el uso ha generado una acumulación de estas radiaciones como un aumento en el riesgo de estos tumores. En el caso de los estudios hechos en animales se demuestra, que hay mayor incidencia de glioma y de schwannoma maligno en ratas que fueron expuestas a estas radiaciones de radiofrecuencia, también se incluye problemas en la EROs o ROS como producto de la exposición. Actualmente se puede ver que hay mayores casos de gliomas que en toda la historia. La conclusión es considerar las radiaciones de radiofrecuencia como un carcinógeno que causa gliomas.

10.1.2.1.4 En relación al desarrollo embrionario

Citación	Resumen del estudio
<p>Gul A, Celebi H, U ra S. Estudio basado en ratas embarazadas que fueron expuestas a ondas de microondas, el enfoque es dado en el folículo ovárico de las ratas (Abdulaziz Gul, 2009).</p>	<p>El estudio es enfocado en los folículos ovárico (i.e. bolsa que contiene óvulos inmaduros, cuando estos maduran, comienza el periodo menstrual). El objetivo es investigar si hay efectos tóxicos en las radiaciones de microondas de los teléfonos celulares en los ovarios de las ratas. El método que se uso fue el siguiente, se tomaron en total 82 crías de ratas con una edad de 21 días de vida. Se dividieron en dos grupos, el grupo de control tenía 39 ratas y el grupo experimental tenía 43 ratas. En el grupo experimental fueron sometido en todo el embarazo de las ratas a un teléfono móvil durante 11 horas y 45 min. El día 21 las ratas tuvieron sus crías de las cuales fueron sacrificadas para el posterior análisis. Los resultados del análisis fue el siguiente, el número de folículos fue inferior al grupo de control, la exposición intrauterina tiene efectos tóxicos en los ovarios. Las conclusiones finales es la sugerencia de que las ondas de microondas de los teléfonos móviles, pueden disminuir la cantidad de folículos en ratas por varios mecanismos conocidos y otros tanto aún desconocidos.</p>
<p>Liu C, Gao P, Xu SC, Wang Y, Chen CH, He MD, Yu ZP, Zhang L, Zhou Z. 2012. Se estudia la relación de las radiaciones de 800 y 1900 MHz de ondas de</p>	<p>Cada vez hay más niños con trastornos neuroconductuales, lo que hace entender que no sabemos nada de su etiología. La asociación de estos trastornos puede tener relación con el uso de teléfonos celulares en el periodo prenatal. Esta postulación es la que se investiga en este estudio. En este estudio se utilizarán ratones para demostrar que la exposición a la</p>

<p>teléfonos celulares, con el neurodesarrollo y comportamiento en ratas (Tamir S. Aldad, 2012).</p>	<p>radiofrecuencia del útero puede afectar al comportamiento de los adultos y también afectar al ratón que se encuentra en el útero atribuyéndole estos trastornos. Lo primero que se noto fue la hiperactividad de que tenían los ratones que estaban en el útero y poseía problemas de memoria según el experimento realizado. A través de un proceso se llegó a la conclusión que los ratones sufrían alteraciones en la programación del desarrollo neuronal por la exposición, estas fueron las primera evidencias experimentales sobre el efecto de las RF-EMF dentro del útero.</p>
<p>Luo Q, Jiang Y, JinM, Xu J, Huang HF. Análisis proteómico en la alteración de expresión de proteínas en los tejidos velloso placentario durante un embarazo temprano, por medio de la exposición de radiaciones de campos electromagnéticos de teléfonos celulares (Qiong Luo, 2013)</p>	<p>En este estudio se explora la posibilidad de efectos adversos causados por las radiaciones emitidas por los celulares, dando un enfoque proteómico (i.e. Estudios de proteínas a gran escala que investiga sus estructuras y funciones) para saber los cambios en el perfil de la expresión de proteínas, estos cambios son inducidos por las radiaciones de los teléfonos celulares. El método de este estudio, se tomó a voluntarias que tenían 50 días de embarazo, estas mujeres fueron expuestas a radiaciones de campos electromagnéticos, con unas tasas de absorción de 1.6 a 8.8W/Kg, estas exposiciones duraban una sola hora y el dispositivo de irradiación era instalado a 10 centímetros de distancia del ombligo, enfocado en el abdomen. La conclusión a la que se llega el estudio, es que las radiaciones CEM/EMF pueden alterar el perfil de proteínas del tejido coriónico (i.e. envoltura externa que recubre al embrión) en el periodo de embarazo temprano, que es el periodo en el que el embrión es más sensible a este tipo de radiaciones. Estos efectos</p>

	<p>contribuyen a la proliferación celular y el desarrollo del sistema nervioso del embrión, dando como propuesta la búsqueda de nuevos biomarcadores de los que se puede dilucidar estos efectos tóxicos en el ambiente.</p>
<p>Tsybulin O, Sidorik E, Brieieva O, Buchynska L, Kyrylenko S, Henshel D, Yakymenko I. Estudio de las radiaciones de 900 MHz (GSM) en procesos de embriogénesis de codornices japonesas. (Tsybulin O, 2013)</p>	<p>El este estudio se evalúan los posibles efectos de las radiaciones de radiofrecuencia GSM que consisten de una frecuencia de 900MHz y de la cual se considera de frecuencia baja. La radiación de estas frecuencias es emitida y enfocadas durante el proceso temprano de embriogénesis de codornices japonesas. El proceso que se tomo fue que las crías de las codornices fueron expuestas in ovo (i.e. dentro del huevo), se dividió en tres grupos, el grupo de control de embriones, los embriones que fueron irradiados durante 38 horas y otros de 158 horas, de formas discontinua. La densidad de potencia promedio que se calculo fue de $0,25\mu\text{W}/\text{cm}$ y la tasa de absorción (SAR) fue de $3\mu\text{W}/\text{Kg}$, una vez hecho todo esto, se procedió a evaluar somitas (i.e. estructura segmentada) que se pudo ver sus diferencias microscópicamente los resultados, y los posibles daños al ADN se evaluó mediante un ensayo de cometa alcalino. Los resultados de los estudios arrojan que la exposición a las radiaciones produjo un numero significativos de alteraciones en somitas diferenciadas. Los embriones que fueron irradiados durante las primeras 38 horas aumento el número de somitas diferenciadas, los que fueron irradiados durante 158 horas, el número de somitas disminuyo, se concluye que a menor duración de exposición disminuye significativamente la rotura de las cadenas del ADN en las células embrionarias, dado que los que</p>

	<p>fueron irradiados durante 158 horas, se confirma el daño que sufrieron en el ADN. Se concluye que los efectos de la radiación de telefonía celular de 900MHz (GSM) en la embriogénesis temprana puede estimular a producir efectos perjudiciales. Todo efecto va a depender de la duración de estas exposiciones.</p>
--	--

10.1.2.1.5 En relación a esterilidad

Citación	Resumen del estudio
<p>Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. Estudio sobre los efectos de la radiación (RF-EMR) de GSM (0,9/1,8GHz), el efecto observado posible estrés oxidativo y reduce la motilidad (i.e. facultas de moverse) del esperma en ratas (Maneesh Mailankot, 2009).</p>	<p>Se estudia los efectos de RF-EMF de los teléfonos celulares sobre el metabolismo enfocado en los radicales libres y el esperma. El método del estudio fue tener 2 grupos de ratas, uno es de control, mientras que el otro fue sometidos a radiación durante una hora por 28 días, luego, se procedió a recolectar los tejidos de interés. Durante el análisis, en la hora que fueron expuestos los ratones, en ningún momento tuvo un cambio de temperatura, en cuanto al recuento de espermatozoides entre el grupo de control y el expuesto a las radiaciones, se pudo observar un porcentaje significativamente reducido de esperma de las ratas expuestas en comparación con el de control. Además, en el grupo de ratas expuestas, se obtuvo un aumento en la peroxidación lipídica. Dado por el resultado del estudio, se puede concluir que las RF-EMR de los dispositivos móviles, son capaces de afectar negativamente la calidad del semen y pueden afectar a la fertilidad masculina.</p>
<p>Ashok Agarwal, Ph.D. Nisarg R. Desai, M.D. Kartikeya Makker, M.D. Alex Varghese, Ph.D. Rand Mouradi, M.S. Edmund Sabanegh, M.D. y Rakesh Sharma, Ph.D. Efectos de las ondas</p>	<p>Se evalúa los efectos celulares con RF-EMF/RF-CEM con una frecuencia de 870 MHz, el semen estudiado es sin procesar. Se toma en cuenta que las muestras de semen son en total de 32 personas, de las cuales 23 son personas fértiles y el resto que son 9 son infértiles. En cada una de las muestras se dividió en dos partes denominadas alícuotas, una sola parte de cada muestra fue la que se expuso y la otra parte se dejó como muestra de control. Las muestras expuestas a</p>

<p>electromagnéticas de radiofrecuencia en los espermatozoides de humano in vitro (Ashok Agarwal, 2009).</p>	<p>RF-EMW mostraron un gran cambio en la motilidad y en la viabilidad de los espermatozoides, también se pudo observar un aumento en los niveles de EROS/ROS, la exposición además generó daño en el ADN, en cuanto al grupo de control no hubo cambios significantes. La conclusión que especula el estudio, es que la exposición a estas ondas electromagnéticas de radiofrecuencia puede provocar estrés oxidativo en el semen humano, dando como advertencia que mantener el teléfono celular alejado del pantalón del bolsillo para evitar efectos nocivos.</p>
<p>Adel Zalata, M.D, Ayman Z El-Samanoudy, M.D, Dalia Shaalan, M.D, Youssef El-Baiomy, M.D, Taymour Mostafa. Efectos de las radiaciones de teléfono celular in vitro, enfocándose en la motilidad, fragmentación del ADN y la expresión genética de Clusterina (i.e. relacionado a la fertilidad) en el esperma humano (Adel Zalata, 2015).</p>	<p>Se ha masificado el uso de los teléfonos celulares en todo el mundo, al igual que las radiaciones en las que uno se ve expuesto, en parte las personas lo ven como algo cotidiano. En este estudio se toma como objetivo investigar los posibles efectos de esta exposición RF-EMF in vitro, dando un enfoque a los espermatozoides, viendo los efectos que podría tener en la motilidad (i.e. facultad para moverse), la fragmentación del ADN y su expresión del gen clusterina. En este estudio se utilizaron 124 muestras de semen, de las cuales se agruparon y se dividieron en dos por muestra, una muestra no fue expuesta y la otra si fue expuesta a las radiaciones del teléfono celular durante 1 hora, después de la exposición ambos grupos fueron sometidos a evaluación de motilidad espermática, expresión del gen clusterina y de la fragmentación del ADN. Los resultados arrojados denotaron que hubo una disminución bastante significativa en cuanto a la movilidad y velocidad del esperma, se pudo notar el aumento de la fragmentación del ADN, y en</p>

	<p>comparación al gen de clusterina al grupo que no se expuso a las radiaciones junto a los que, si estuvieron expuestos a estas radiaciones, se pudo notar una variación en este gen. La conclusión que se pueden dar respecto a los resultados obtenidos son de que efectivamente existe un impacto negativo en el índice de motilidad dando también un problema en la actividad del espermatozoide, se evidencia la fragmentación del ADN de los espermatozoides y daño en la expresión del gen de clusterina.</p>
<p>Jaffar FHF, Osman K, Ismail NH, Chin KY, Ibrahim SF. La revisión sistemática de los efectos adversos producido por la radiación del Wi-Fi en el Sistema reproductor masculino (Jaffar FHF, 2019)</p>	<p>Se puede decir que el uso de los dispositivos inalámbricos se ha extendido, y por consecuencia que ha aumentado la radiación electromagnética en el medio ambiente. En la siguiente revisión sistemática que recopila una cantidad importante de estudios referente al tema del daño en el sistema reproductivo masculino a causa de estas radiaciones electromagnéticas que, en este caso, será las radiadas por el Wi-Fi (2,45GHz). Primero se deja en claro que hay varios hallazgos contradictorios con los estudios, pero esta revisión tiene la intención de esclarecer los resultados visibles ante los estudios. Los estudios recompilados son en bases computarizadas a través de MEDLINE con ayuda de Ovid y PUBMED dando como palabras de búsqueda “Wi-Fi” junto de “radiación electromagnética” y también de “espermatozoides, esperma, plasma seminal y entre otros” el resultado de la búsqueda arrojó 526 artículos, de los cuales solo 17 cumplían con los requisitos de la revisión sistemática, adicionalmente se agregaron otros 6 artículos, dando en total 23 estudios para extraer información, se</p>

	<p>incluyen 15 estudios en ratas, y cinco estudios sobre la salud humana. Dejando como evidencias como el recuento de espermatozoides, la motilidad y la integridad del ADN, estos fueron los parámetros en los que se pudo apreciar más daños al momento de las radiaciones. Los resultados para ser más específicos, se demostró que la viabilidad y la morfología de los espermatozoides no fueron las más indiscutibles en los estudios, pero el análisis de estructuras y/o fisiología de los testículos se mostró concluyente que el efecto es degenerativo, además de los niveles reducidos de testosterona, daño en el ADN, modificación apoteótica de las células, estrés oxidativo y elevación en la temperatura de los testículos. La conclusión que se da en base al estudio, es innegable, por ende, se toma la exposición a estas radiaciones como peligrosas para el sistema reproductivo masculino.</p>
--	---

10.1.2.1.6 En relación a la diabetes

Citación	Resumen del estudio
<p>Meo SA, AlRubeaan K. Los efectos de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia y su relación con la generación de glucemia en la sangre (Sultan Ayoub Meo, 2013)</p>	<p>El objetivo del estudio era determinar el efecto que tienen las radiaciones del campo electromagnético con ratas que tenían glucosa en la sangre en ayunas. De esta manera se ve la reacción que tiene la glucosa en la sangre junto con estas radiaciones. En este estudio participaron 40 ratas de las cuales fueron divididas en 5 grupos, habiendo así 8 ratas para cada grupo, el primer grupo (A) fue de control, el segundo grupo (B) fueron expuestos a 15 minutos por día por las radiaciones, el tercer grupo (C) fue expuesto de 15-30 minutos por día, el cuarto (D) fue sometido a 31-45 minutos y el quinto grupo fue sometido a 46-60 minutos al día. Todo este experimento se llevó a cabo durante 3 meses. Se determinó en este estudio la glucemia (i.e. azúcar en la sangre) en la sangre, arrojando la siguiente conclusión, se encontró que los niveles de azúcar eran los siguientes, en el grupo de control la glucosa en la sangre ($P < 0.015$) e insulina sérica ($P < 0.01$), mientras que en los que sí fueron expuesto aumento la resistencia a la insulina, dando un aumento significativamente ($P < 0.003$) en los grupos que fueron expuestas a estas radiaciones de 15-30 y 46-50 minutos al día. Dando por conclusión que la exposición a largo plazo de los teléfonos celulares, tienen una relación directa con el aumento de la glucosa en la sangre.</p>
<p>Myriam Ben Salah, Hafedh Abdelmelek,</p>	<p>En este estudio se experimenta con el extracto de las hojas de olivo, para saber sobre el metabolismo de la</p>

<p>Manef Abderraba. Efectos del extracto de hojas de olivo sobre los trastornos metabólicos y el estrés oxidativo inducido por señales WIFI de 2,45 GHz en hígados y riñones de ratas (Myriam Ben Salah, 2013).</p>	<p>glucosa y la respuesta oxidativa en el hígado y los riñones de las ratas, que son expuestas a radiaciones. Las ratas son expuestas a radiaciones de 2,45 GHz por 1 hora, durante 21 días consecutivos de los cuales se notó que se indujo un estado similar a la diabetes. Las radiaciones hicieron que disminuyera la actividad de algunas enzimas, al disminuir su actividad, las ratas tenían problemas en su metabolismo, esto le afectaba en el hígado y riñones. La exposición a RF aumento en la concentración de compuestos altamente reactivos. Se le administro extracto de hojas de olivo en ratas expuestas a RF, esta administración les ayudo a restableces las actividades del metabolismo tanto en la glucosa, como en el hígado y los riñones. La investigación indica que la exposición a RF induce a estados similares a la diabetes, a través de las alteraciones del metabolismo en los que se induce una respuesta oxidativa. También se pudo notar que el extracto de la hoja de olivo pudo tener un efecto positivo en el trastorno del metabolismo de la rata, así minimizando el estrés oxidativo que fue inducido por RF.</p>
<p>Sultan Ayoub Meo, Yazeed Alsubaie, Zaid Almubarak, Hisham Almutawa, Yazeed AlQasem, Rana Muhammed Hasanato. La asociación de la exposición a las radiaciones</p>	<p>Los lugares que son considerados residenciales se ha comenzado a debatir sobre la instalación de estaciones bases, dado que las personas sospechan que pueda de haber algunos efectos adversos al ser sometidos a estas radiaciones electromagnéticas. El debate sobre dichos efectos adversos ha sido la motivación de este estudio, dado que este estudio tiene el objetivo de determinar la asociación de la exposición de estas radiaciones con los posibles efectos adversos a la</p>

<p>electromagnéticas de radiofrecuencia generadas por las estaciones bases de telefonía celular con la hemoglobina glucosilada y el riesgo de diabetes de tipo 2 (Sultan Ayoub Meo Y. A., 2015)</p>	<p>salud humana. Los posibles efectos que se estudian son respecto con la hemoglobina glucosilada (HbA1c) y con la aparición de diabetes de tipo 2. En este estudio se seleccionó a dos escuelas primarias diferentes, en ellas se recluto a 159 estudiantes entre las dos escuelas, de los cuales en total eran 96 varones de 12 a 16 años de edad en la primera escuela, y 63 estudiantes varones de 12 a 17 años de la segunda escuela. La exposición a estas radiaciones fue desde 200 metros de distancia de una estación base que se encuentra próxima al edificio escolar, de las cuales se midió dentro de ambas escuelas, en una se pudo calcular que poseía una densidad de potencia de 9,601 nW/cm² a una frecuencia de 925 MHz y los estudiantes fueron expuestos durante 6 horas diarias durante una semana, mientras que en la escuela 2 tenía una densidad de potencia de 1,909nW/cm² a una frecuencia de 925MHz y los estudiantes estuvieron sometidos a la misma cantidad de horas durante una semana. En el análisis se recolecto entre 5 y 6 ml de sangre de todos los estudiantes en el cual se midió la hemoglobina glicosilada, dando los siguientes resultados de las exposiciones. Los estudiantes que estuvieron expuestos a RF-EMF tuvieron cambios significativos dependiendo de la intensidad a las que fueron sometidos, al igual que su exposición, esto tendría un índice significativamente mayor a tener diabetes de tipo dos en comparación a los estudiantes que fueron sometidos a exposiciones aún más bajas. La conclusión del estudio es sobre la existencia de la relación entre las radiaciones electromagnéticas de</p>
---	---

	radiofrecuencias junto con la asociación de niveles elevados a HbA1c y el riesgo de diabetes de tipo 2.
Masoumi A, Karbalaei N, Mortazavi SMJ, Shabani M. La radiación de radiofrecuencia de 2,45GHz del Wi-fi, con consecuencias en la segregación de insulina alterada junto con estrés oxidativo en islotes pancreáticos en ratas (Masoumi A, 2018).	El estudio tiene la consideración de la actual preocupación sobre los posibles efectos adversos de las radiaciones electromagnéticas (EMR/REM), por lo que se estudia estas radiaciones emitidas por el Wi-Fi con una frecuencia de 2,45 GHz, los análisis posteriores fueron enfocados en la secreción de insulina y de los sistemas antioxidantes redox en el páncreas de las ratas que fueron radiadas. El estudio consistió en tres grupos de los que se conformaron por ratas de un rango de peso entre 230- 260g, los grupos fueron los de control, los de simulación y los que fueron radiados directamente la exposición fue de 4 horas diarias durante 45 días, luego se procedió a medir los niveles de glucosa y de insulina durante las pruebas de tolerancias a la glucosa. Los resultados arrojados por el análisis y los datos mostrados, denotó un drástico aumento de peso en el grupo que fue expuesto este campo electromagnético, además de que el grupo expuesto mostraba hiperglucemia, los niveles de insulina y la secreción de esta se vio reducida significativamente comparada con el grupo de control, también hubo un aumento en la peroxidación lipídica y una disminución significativa en las actividades del páncreas, modificando algunos niveles de actividad de este órgano. La conclusión a la que se llega en este estudio son las siguientes, dado que los datos en los que se pudo demostrar los cambios que puede producir las radiaciones electromagnéticas en los ratones expuestos y luego ser comparados a los que no fueron

	<p>expuesto, se puede concluir que estas radiaciones conducen a la hiperglucemia, al aumento del estrés oxidativo y alteraciones en la segregación de insulina en los islotes pancreáticos de las ratas.</p>
--	--

10.2 Estudios Ambientales

No solamente existe un compendio de estudios de radiación de elevada frecuencia, también existen estudios sobre las ondas de frecuencia extremadamente baja que son 229 estudios de los cuales, hay 203 (89%) estudios que reportan efectos y 26 (11%) que demuestran que no hay efecto alguno (BioInitiative, 2019). De los cuales se estudian los posibles efectos ambientales. Pero en el presente trabajo solo se hace mención al 5G, se mostrarán estudios de altas frecuencias que demuestren que son dañinos para el medio ambiente.

Los siguientes estudios serán relacionados al medio ambiente, de los cuales son los efectos de las radiaciones no ionizantes sobre los factores biótico y abiótico.

Se debe de comprender que los estudios que son realizados en abejas es debido a que son relativamente fáciles de estudiar y se saben varios protocolos para poder orientar el estudio hacia donde se desea investigar, por lo que son bastante utilizadas para los estudios ambientales (Davis, 2015).

Metilación: Es una reacción química por la que una pequeña agrupación de moléculas que se denominan metilo, son agregadas a otras moléculas. La metilación de las proteínas o de los ácidos nucleicos son muy importante, dado que se necesitan para la formación que tendrá el cuerpo del organismo que va en desarrollo, una pequeña variación podría afectar en la formación de este organismo (Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, s.f.).

Citación	Resumen del estudio
<p>Ved Parkash Sharma y Neelima R. Kumar. Cambios en el comportamiento de las abejas y de su biología (Ved Parkash Sharma, 2010).</p>	<p>A medida que ha aumentado el uso de los aparatos electrónicos, estos han generado más contaminación electromagnética en el medio ambiente, estos se ven reflejado en algunas especies de insectos. En este estudio se enfoca en el comportamiento de las abejas melíferas iour y de los efectos biológicos que podría ocasionar las radiaciones de telefonía celular. En el contenido del estudio se especifica algunas características que poseen las abejas en sus cuerpos. Las abejas poseen magnetita, que esto les ayuda para la navegación y junto a esto se relaciona con las exposiciones, dado que se reportan casos de desapariciones repentinas en colonias de abejas que son productoras de miel. La razón aún se desconoce en este estudio. Este efecto está siendo motivado por un fenómeno que estaba ocurriendo en torno a las abejas, de las cuales estaban desapareciendo y sin signos de enfermedades o infecciones, simplemente abandonan sus colonias. se han tomado varios focos como posibles causantes de estos efectos, pero ha emergido la duda sobre los campos electromagnéticos de radiofrecuencia y su influencia en las abejas, estas precauciones son debida a la importancia que tienen las abejas con el medio ambiente, si llegasen a ser sometidas a un exterminio masivo, repercutirá en la humanidad y a otras especies. Este estudio toma a 4 colonias de abejas Apis melliferas, de las que provenían del departamento de zoología Panjab de la Universidad de Chandigarh de la India. Las primeras dos colonias fueron sometidas a radiaciones de radio</p>

	<p>frecuencia de 900 MHz del sistema GSM, con una densidad de potencia promedio de radiofrecuencia (RF) de $8,549 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($56,8\text{V}/\text{M}$ el campo eléctrico), los celulares fueron puestos en las paredes laterales de las colmenas de las abejas en modo de llamada, la exposición duro 15 minutos y dos veces al día, el experimento duro 2 semanas. Mientras que las otras dos colmenas una de ellas fue sometida a un celular ficticio, mientras que la otra fue la de control. Los resultados del experimento son los siguientes. En cuanto al rendimiento de las abejas, se compara el rendimiento que poseían estas abejas al ser sometidas a radiaciones no ionizantes. El resultado de las exposiciones demostró un efecto negativo en las abejas obreras, e incluso las colonias expuesta no tenían ni miel ni polen al final del experimento y se ha informado que abejas reinas expuestas a muy altas frecuencias abandonan la colonia.</p>
<p>Neelima R. Kumar, Sonika Sangwan, Pooja Badotra. La exposición de abejas a las radiaciones de radiofrecuencias pueden ocasionar cambios bioquímicos (Neelima R. Kumar, 2011).</p>	<p>La expansión de las radiaciones a preocupado a una parte de los científicos dado que no se han comprobado realmente los riesgos potenciales que podría tener estas radiaciones ni tampoco lo que podría ocasionar una exposición crónica o prolongada. Producto de esta preocupación han surgido varios estudios de los cuales se investiga y se ha experimentado tanto en humanos y en animales las radiaciones no ionizantes. En este estudio se analiza los posibles efectos a las abejas melíferas, dado que cuando existen niveles de contaminación preocupantes, lo mejor es analizar las abejas, dado que son indicadores confiables del estado ambiental en el</p>

que nos encontramos, como también posee varias características ecológicas, etológicas y morfológicas importantes. Por lo que el análisis de estos insectos podría resultar la mejor prueba ambiental en cuanto a las radiaciones electromagnéticas porque además poseen en su abdomen gránulos de magnetita, que ayudan para la orientación y también este integumento (i.e. Capa exterior que envuelve o cubre una cosa) posee funciones semiconductoras. En cuanto al análisis se procede a analizar los cambios metabólicos con respecto a proteínas, carbohidratos y lípidos en la hemolinfa de la abeja trabajadora que será expuesta por estas radiaciones. El experimento consistió en muestras de abejas adultas que fueron tomadas de colonias mantenidas en el departamento de zoología de la Universidad de Punjab, en este experimento hay dos grupos que es el de control y el que será sometido a las radiaciones, se recogieron 10 abejas en cada uno de los siguientes intervalos, que fueron de 10, 20 y 40 minutos, en los de control no se llevó a cabo realmente la exposición, una vez que transcurriera los intervalos, se procedía a recoger las abejas. Desde hace algún tiempo se sospechaba sobre los posibles efectos que podrían tener las radiaciones electromagnéticas sobre las abejas, por lo que se puede confirmar con las siguientes observaciones. Se pudo observar que hubo un aumento en las concentraciones de los carbohidratos totales en las abejas que fueron expuestas a estas radiaciones solo por 10 minutos en comparación con las abejas de control, a los 20 minutos de exposición se pudo notar un aumento de

	<p>concentración de carbohidratos y a los 40 minutos tuvo el efecto contrario, disminuyó la concentración. También se mostró cambios en el contenido de glucógeno y glucosa en hemolinfa, que hubo un aumento en los 20 minutos de exposición. En cuanto a los lípidos, que en los insectos son sus principales reservas de energía, estos lípidos pueden ser partes de estructuras de las membranas, mientras que otras son materias primas para algunas hormonas y feromonas, por lo que es importante sus variaciones, en las que en este estudio muestra variaciones parecidas a la de los carbohidratos, de las cuales a los 10 y 20 minutos se observa un aumento en las concentraciones de lípidos y colesterol, mientras que la exposición a los 40 minutos muestra una disminución de los lípidos y del colesterol. Por lo que se puede concluir lo siguiente, a medida que aumenta el tiempo de exposición, las abejas podían notar que en cierta pared de la caja en la que se encontraban, decidían no acercarse mucho a la fuente de radiación, al igual que se pudo observar que se volvían más agresivas al agitarse mucho, dicha reacción puede ser causada por el aumento de estas fuentes de radiaciones.</p>
<p>Favre D. Tuberías de colmenas sometidas a radiaciones de radiofrecuencias (D., 2011)</p>	<p>En este estudio se presenta el comportamiento de las abejas bajo las radiaciones de radiofrecuencias que son generadas por los teléfonos móviles, de esta manera también su conducta a través de los sonidos que emiten estas abejas, dado que los sonidos que emiten las abejas pueden ser analizados y poder sacar conclusiones respecto a esos sonidos que emiten en conjunto. En este estudio, se instalan diversos</p>

	<p>micrófonos en donde fueron ubicadas las abejas, la radiación a la que fueron expuestas fue de 900 MHz (GSM), con una tasa de absorción de (SAR) 0.271, 0.62, 0.81 o 0.98 W / kg (tejido), en este aspecto se mantuvo siempre los valores límites establecidos por las recomendaciones. Antes de hacer las pruebas se observó el actuar normal de estas abejas al ser radiadas y luego se comparó cuando fueron sometidas a estas radiaciones. El resultado de las pruebas son las siguientes. Al momento de ser expuestas a estas radiaciones, las abejas reaccionaban emitiendo sonidos que se podrían traducir en que se sentían perturbadas. El análisis del estudio se da entender que claramente existe efectos dramáticos, observándose así que entre los 25 y 40 minutos después de ser sometidas a radiaciones, las abejas son efectivamente sensibles a los campos electromagnéticos pulsados que son generados por el teléfono móvil, los cambios que se pueden apreciar en el estudio son totalmente causador por estas radiaciones. La conclusión del estudio es una confirmación adicional de lo que se sospechaban de la posible relación que tienen las radiaciones electromagnéticas y el comportamiento errático de las abejas, esto podría estar vinculado a la desaparición de las colonias de las abejas en todo el mundo, dado que el fenómeno de desaparición tiene un 43% de todas las pérdidas de abejas, un 39% por hibernación, un 15% por enfermedad de ácaros y un 3% de los pesticidas. En este estudio para hacerlo en condiciones normales, se debe tener la proximidad real que se tienen de las radiaciones electromagnéticas y</p>
--	---

	las abejas, en las que se ubicarían aún más lejanas de las colonias.
<p>Ahmad Fauzi, Duran Corebima Aloysius. El efecto producido de la radiaciones EMF emitida por el teléfono celular en las poblaciones de insectos usando <i>Drosophila Melanogaster</i> (Mosca de la fruta) como organismo modelo (Ahmad Fauzi, 2015).</p>	<p>Se ha informado que las exposiciones a los campos electromagnéticos pueden producir efectos biológicos sobre las biomoléculas, células e incluso hasta en todo el cuerpo de un organismo. La preocupación surge por el constante crecimiento de estas radiaciones que son utilizadas por toda la sociedad. Se debe de tomar en cuenta que los insectos son una parte fundamental en el equilibrio del ecosistema, dado que tiene varios roles estos organismos, por ellos se toma como modelo para este estudio la mosca de la fruta, para analizar los efectos que podría provocar las radiaciones electromagnéticas en los insectos. En el desarrollo del experimento, se dividió en dos grupos de moscas, de las cuales uno eran los de control y el otro grupo que fue expuesto a las radiaciones. Los grupos de moscas son criados en laboratorio por lo que son totalmente aptos para el experimento. Las frecuencias en las que se trabajó en este estudio fueron las siguientes, que son de 900, 1800 y 2100 MHz, estas exposiciones eran por todo el día y se iba aumentando las frecuencias cada día transcurrido, el grupo expuesto a estas radiaciones se tomó la fuente de radiación en el centro en donde el grupo de moscas iban a alimentarse, como también reproducirse para observar también los efectos en las larvas de las moscas. En este estudio hubo 3 generaciones que nacieron y de las que se pudieron analizar. Los resultados de las exposiciones se comparan con el grupo de control y solo se detallarán los cambios del grupo que fue expuesto a</p>

	<p>estas radiaciones. El primer efecto que se pudo notar en el tiempo de generación que tuvo la mosca, que por cada generación iba empeorando, sin embargo, la exposición no redujo el número de moscas por generación e incluso desde la segunda generación aumento y se concluye los siguiente en los análisis. Se concluye que la exposición disminuye la tasa de los procesos celulares que tienen las larvas de la mosca, afectando así al desarrollo de las gónadas, también cambia la generación de hormonas en su desarrollo, afectando así al desarrollo de las nuevas generaciones. Además, los adultos no llegaban a sobrevivir para fecundar a las moscas y esto provoca una baja en la supervivencia, este cambio se notó desde los 900 MHz, esto puede ser debido a la inducción de estrés proteico que induce las radiaciones a las moscas, la función celular de las proteínas de las moscas es fundamental para todos los procesos biológicos al igual que todos los seres vivos. Estos efectos se mantuvieron tanto en machos y en hembras. La conclusión es evidente, se necesitan más estudios sobre las exposiciones, dado que la adaptación que tienen algunas especies podría ocasionar problemas a futuro.</p>
<p>Victoria Valentina Montero López. Los efectos no térmicos (atérmicos) de las radiaciones Wi-Fi sobre la germinación, desarrollo vegetativo y los patrones de</p>	<p>Se expone a radiaciones electromagnéticas el desarrollo completo de una planta (i.e. tanto en la germinación como en su posterior desarrollo). Los niveles de exposición electromagnética que se le fue administrando diariamente a la planta (Arabidopsis Thaliana), estas radiaciones han aumentado significativamente a nivel mundial y como consecuencia aumentando a nivel ambiental, dando</p>

<p>metilación de Arabidopsis Thaliana en cultivo hidropónico (López, 2016).</p>	<p>como incógnita los posibles efectos sobre los seres vivos que la habitan, especialmente las plantas, pero solamente se enfoca en los efectos no térmicos, que son los efectos que se ignoran en los estudios para los parámetros de seguridad. Se estudia los efectos atérmicos, dado que estos pueden cambiar la permeabilidad de la membrana celular y la tasa de crecimiento celular, al igual que la interferencia con iones y moléculas orgánicas. Por lo tanto, la preocupación en este estudio es la probabilidad de tener radiaciones capaces de ser potencialmente nocivos para el medio ambiente en general y así afectando a todo ser vivo, por ello se analiza los efectos atérmicos o no térmicos, provenientes del Wi-Fi. Los resultados en cuanto al proceso de germinación de la planta, no hubo influencia alguna en el proceso, mientras que si se exponen plantas de 7 días de edad estas a los 14 día muestran un crecimiento en las hojas detrimento de la raíz, este efecto es indiferente a la distancia en la que se encuentre la planta de las radiaciones. Las plántulas (i.e. primeros procesos del desarrollo de la planta) cambian el patrón de metilación, cambiando significativamente. La disminución de metilación en la exposición. Los cambios en los patrones de metilación, al igual que la respuesta diferencial observada en la formación de biomasa en la plántula que son expuestas a la radiación indican que los campos electromagnéticos pueden ocasionar efectos en las plantas.</p>
<p>Areti K. Manta, Deppie Papadopoulou,</p>	<p>El uso de las tecnologías inalámbricas está aumentando exponencialmente a medida que</p>

<p>Alexander P. Polyzos, Adamantia F. Fragopoulou, Aikaterini S. Skouroliakou, Dimitris Thanos, Dimitrios J. Stravopodis, Lukas H. Margaritis. Perturbación inducida por la radiación del teléfono móvil en la expresión génica, equilibrio redox y control de apoptosis esporádica en el ovario de <i>Drosophila Melanogaster</i> (mosca de la fruta) (Areti K. Manta, 2016).</p>	<p>transcurren los años, la preocupación existente en cuanto a los posibles efectos que podría tener las radiaciones electromagnéticas en todos los ámbitos. En este estudio se analiza la mosca de la fruta, con una edad de cuatro días. Estas moscas fueron sometidas a exposiciones de 30 minutos a la radiación emitida por un teléfono móvil, con una tasa de absorción (SAR) de 0,15 W/Kg y de energía de absorción específica (SAE) de 270 J/Kg. En los experimentos se pudo notar que los niveles de contenidos celulares de ROS/EROS habían aumentado de 1,6 veces (x), inmediatamente después de ser expuestas, al igual que se sometió a análisis de microarrays en todo el genoma, el resultado de dicho análisis reveló que 168 genes se expresaban diferencialmente, después de 2 horas de exposición se pudo notar una respuesta a la radiación de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia, esta reacción está asociada a procesos biológicos múltiples y críticos (e.g. metabolismo básico y las subrutinas celulares que están relacionadas a la respuesta al estrés y a la muerte de la célula o también conocida como apoptosis. La exposición a moscas adultas hembras durante unos 30 minutos, tuvo un impacto inmediato en la producción de EROS/ROS en el ovario, causando una reprogramación transcripcional global, sistemática y no es dirigida a la expresión genética al ser expuestas por 2 horas, se sigue notando una inducción a la apoptosis a las 4 horas después de ser expuesto. La conclusión en este estudio dado por la evaluación de las radiaciones pulsadas en las que fueron sometidas estas moscas. El efecto que se produjo fue</p>
--	---

	<p>debidamente a los teléfonos móviles que son usados a diario, dando a entender que pueden afectar mecanismos citopáticos (i.e. cambios bioquímicos y moleculares) críticos, alterar programas y redes genéticas que son fundamentales en un ser vivo como lo es para la mosca de la fruta.</p>
<p>Ritu Ranjan Taye, Mukul Kumar Deka, Aatur Rahman y Manha Bathari. Efectos de las radiaciones electromagnéticas causada por torres de telefonía celular sobre el comportamiento alimenticio de las abejas melíferas asiáticas (Ritu Ranjan Taye, 2017).</p>	<p>El comportamiento de las abejas está variando respecto a algunas circunstancias ambientales de las cuales se sospecha sobre el posible efecto de las radiaciones electromagnética sobre las abejas, por lo tanto, este estudio busca las posibles influencias que tienen las radiaciones electromagnéticas, por lo que se elaboró este estudio en la Universidad Agrícola de Assam. En este estudio tiene un intervalo de 15 días de los cuales se cuantifica algunos de los efectos de las radiaciones y sus niveles en cuanto a sus variaciones, dichas variaciones son respecto a la distancia en las que se encontraba la torre celular, y al variar la distancia respecto a la torre celular, iba variando los niveles de radiación, los resultados fueron tomados respecto a la distancia de la torre. Los resultados del estudio reveló que el comportamiento alimenticio de las abejas era alterado, tanto las abejas que fueron ubicadas a 500 metros y a 1000 metros, pero en donde hubo mayores alteraciones fue en distancias más cortas de 300, 200 y 100 metros de distancia respecto a la torre, las colonias de abejas cercanas a las torres sufrieron dificultades al volar, tanto en su partida como en el retorno, también les dificultó la búsqueda de polen y al serles difícil la recolección de polen es difícil producir la miel, esto afecta netamente a las abejas y a</p>

	<p>los apicultores en su recolección de miel. Al no poder polinizar bien las abejas, esto repercute a todos en general, dado que las abejas cumplen un papel importante en el medio ambiente. Se tiene en cuenta que las radiaciones prolongada en el tiempo causan problemas en la salud de las abejas y esto podría llevar a un problema aún mayor.</p>
<p>Arno Thielens, Duncan Bell, David B. Mortimore, Mark K. Greco, Luc Martens, Wout Joseph. La exposición de los insectos en las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia desde los 2 hasta 120GHz (Arno Thielens, 2018).</p>	<p>Los insectos son sometidos continuamente a radiaciones de campos electromagnéticos de radiofrecuencia en diversas frecuencias. Se pretende incrementar la potencia de estas radiaciones, por lo que en este estudio se abordan las frecuencias elevadas que son similares a las frecuencias en las que se planea implementar, frecuencias desde los 2 hasta los 120 GHz. Este estudio fue publicado como reporte científico en la revista prestigiosa de Nature. Este estudio es el primero en su clase, dado que analiza los efectos de estas radiaciones en diversas especies de insectos. En este estudio fue sometido a modelos computacional del que se obtuvo a través de la experimentación de simulaciones electromagnéticas. se ingresaron las propiedades dieléctricas de cada especie de insecto como también sus longitudes físicas, también se hizo muestreo térmico en cada una de las especies para identificar las variaciones en cuanto a temperatura, pero lo que no se pudo notar fueron los efectos o posibles daños hacia las especies que son sometidas. Los resultados del modelo dan como evidencia que en general los insectos absorben con mayor facilidad las radiaciones que son de 6 GHz</p>

	o más, en comparación con las frecuencias inferiores a los 6 GHz.
--	---

10.3 La física de las Telecomunicaciones y sus implicancias en el estudio

En esta sección del estudio, se dedica únicamente para los aspectos de las telecomunicaciones y además de la física detrás de las telecomunicaciones, pero primero se pretende explicar sobre el manejo de información sobre este tema en la sociedad y también la importancia que se le ha dado por partes de las autoridades. Posteriormente se explica el funcionar de las antenas celulares y de las estaciones bases en cuanto a la emisión de radiación, seguidamente se hace el análisis de las incongruencias en cuanto a la tasa de absorción (SAR) y del porqué se debería de crear nuevos parámetros de regulación para las radiaciones emitidas por los aparatos inalámbricos, y se evidenciara las implicancias de las telecomunicaciones en la salud.

10.3.1 La ciencia del Electromagnetismo y sus correlaciones

Desde el comienzo del universo, hace más de diez mil millones de años, el electromagnetismo ya se encontraba presente, pero el humano hace relativamente poco supo de su existencia, el método experimental llevo a un conjunto de investigadores como Coulomb, Gauss, Poisson, Oersted, maxwell, Faraday y ampere, fueron los que primero comenzaron a comprender sobre las leyes y el funcionamiento de las interacciones electromagnéticas, esto ocurrió entre el fin del siglo XVIII y en la segunda mitad del siglo XIX. Con la llegada de Einstein y la teoría de la relatividad restringida se pudo concluir la velocidad de las ondas electromagnéticas (velocidad de la luz en el vacío, aproximadamente velocidad de la luz en el aire). Al momento de establecer las contribuciones sobre la electrodinámica cuántica se pudo constituir el último paso que permitiría cerrar la teoría electromagnética a nivel atómica y subatómico, dado que actualmente el electromagnetismo es una ciencia cerrada y acabada (Grande, 2001).

Sin embargo, los efectos de los campos magnéticos y las interacciones electromagnéticas sobre la materia viva, son perfectamente conocidas. Las fuerzas que ejercen los campos sobre las cargas eléctricas, tanto en movimiento como en reposo, es importante comprender que es de central importancia la claridad sobre las interacciones de los campos electromagnéticos sobre la materia viva. El efecto que produzca un campo de una predeterminada frecuencia e intensidad, se pueda explicar como una

consecuencia de las fuerzas electromagnéticas que actualmente son comprendidas. El gran problema para explicar sus efectos sobre la materia viva o sobre la salud, es la falta de información detallada sobre los mecanismos físico-químicos en la que está conformada la vida, la falta de conocimientos biológicos en los que se deberían de investigar y ser considerado, dado que se considera un error el afirmar que los campos puedan producir efectos sobre la materia viva solamente por tener partículas cargadas, no se debe de tomar en cuenta que solo existe una influencia en lo vivo solo por parte de las radiaciones ionizantes, más bien hay que profundizar en los mecanismo que gobiernan la marcha de las partículas cargadas que están presentes en las célula, de esta manera se podrá explicar los efectos sobre los mecanismos biológicos. La humanidad ha tenido grandes avances tecnológicos, pero de estos avances tecnológicos tiene sus contraindicaciones en su propia esencia, especialmente en el caso de los dispositivos inalámbricos (Grande, 2001).

10.3.2 Conocimiento general de la sociedad

Al principio de este estudio se hizo una pequeña encuesta de tres preguntas a cincuenta personas, de las cuales se les pregunto si conocían el termino HERTZ, de los cuales 16 personas de 50 sabían, con esta primera pregunta efectuada sirvió para descartar el resto de la encuesta, aunque de igual manera se les consulto la siguiente pregunta, ¿cómo se propaga una onda electromagnética o cómo funcionaba?, ninguno supo responder como funciona o como se propagan, la última pregunta fue, ¿crees que estas ondas o radiación electromagnética sea dañina de alguna manera para la salud?, todas las personas confiaban en que no había ningún problema o que no había ningún riesgo o efecto negativo.

El efecto de la falta de información en la sociedad es un problema que no se debería de ignorar, ya que, si una población no está informada sobre los acontecimientos que los rodean es verdaderamente peligroso, ya que repercute tanto a la población como en su futuro próximo, pero en este tema también se encuentra la causa de la incapacidad de los científicos para poder comunicar bien la información hacia la sociedad, aunque lamentablemente, tanto las ideas y los conceptos inadecuados para la mayoría de la población pueden ser de una enorme confusión y falta de información científica. Si el

ciudadano tiene sus dudas o tiene sus conclusiones respecto a un tema, podría incluso crear presión social o exigir normas cautelares ante tecnologías que pueden ser perjudiciales, por lo que el mayor peligro para las personas es estar desinformadas. Aunque existen científicos de prestigio internacional que se esfuerzan por ser escuchados por la administración pública, para poder pedir de algunas manera más materia de investigación e incentivar las discusiones en cuanto a la investigación en esta materia (Grande, 2001).

10.3.2.1 Información oficial disponible de la sobreexposición

En el año 2015 se consta que existen más de ocho mil millones de dispositivos de transmisión inalámbrica. Cuando se habilite el 5G y se amplíe el ancho de banda para el internet de las cosas, esta cifra podrían llegar a más de cincuenta mil millones de dispositivos (Davis, 2015).

En cuanto a la información que es dada por las empresas que fabrican los dispositivos celulares tenemos a iPhone y a Samsung de los cuales en ambos casos aconsejan usar la opción de atender los llamados con el manos libres en vez de poner su oído junto al celular cuando se efectúa una llamada, al igual que usar el alta voz y mantener el dispositivo alejado tanto del cuerpo, como de la cabeza, para reducir aún más los posibles daños que puede ocasionar estas radiaciones, dado que el tener un dispositivo inalámbrico pegado en el cuerpo como el guardar el teléfono celular en el bolsillo de los pantalones, esto supera las pautas de exposición. Se cita textualmente el consejo de Apple para sus usuarios “Las fundas que contengan piezas metálicas pueden cambiar el comportamiento de las radiofrecuencias del dispositivo, así como su conformidad con las directrices de exposición a radiofrecuencias. El uso del dispositivo en contacto con piezas metálicas no se ha probado ni certificado” (SAMSUNG, s.f.) (APPLE, s.f.). También existe un apartado en los celulares Apple en la configuración, que es a través de la opción de información legal del dispositivo, de la que advierte sobre cómo evitar el daño por las radiaciones, en cuanto a los celulares Android aparece un apartado en la información legal del dispositivo pero se debe de ingresar el número del modelo con el que está registrado el dispositivo (Davis, 2015).

Existe una empresa de telecomunicaciones llamada Telstra (de Australia) que envía mensajes con consejos para los usuarios para no exceder las pautas de exposición y también fomenta el uso de manos libres para evitar el contacto del dispositivo con la cabeza, esto hizo que aumentara el conocimiento de la población sobre las precauciones que se deben de tener para esta tecnología y de los posibles efectos que pueden tener estas radiaciones (Davis, 2015).

10.3.2.2 Grado de preocupación por las autoridades

En el 2011 en Francia por manos de la Organización Mundial de la Salud (OMS o WHO) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (AIRG), clasifico los campos electromagnéticos de radiofrecuencia como un posible cancerígeno (clase B), basándose en el riesgo cerebral (tipo de tumor) de categoría maligno y es asociado al uso del celular (Who and IARC, 2011). El intervalo de frecuencias que podrían ser un posible cancerígeno es de 30 KHz hasta los 300GHz (Hardell, 2017).

Figura 48. Clasificación IARC



(arostegui, 2017)

Los estudios que ayudaron a tomar el consenso como un posible carcinógeno fueron los siguientes:

Tabla 5. Estudios y sus porcentajes de probabilidad de tener glioma

Increased Glioma risk 3 found in all case-control studies published since IARC 2011

	Interphone (2010)	Interphone (App. 2) (2010)	Hardell (2013)	CERENAT (2014)
1640+ hours	1.40*	1.82*	1.75*	2.89* (896+ hrs)
10+ yrs	0.98	2.18*	1.79*	1.61
20+			4-8*	3+

*those beginning to use phones as teens have greatest risks

(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

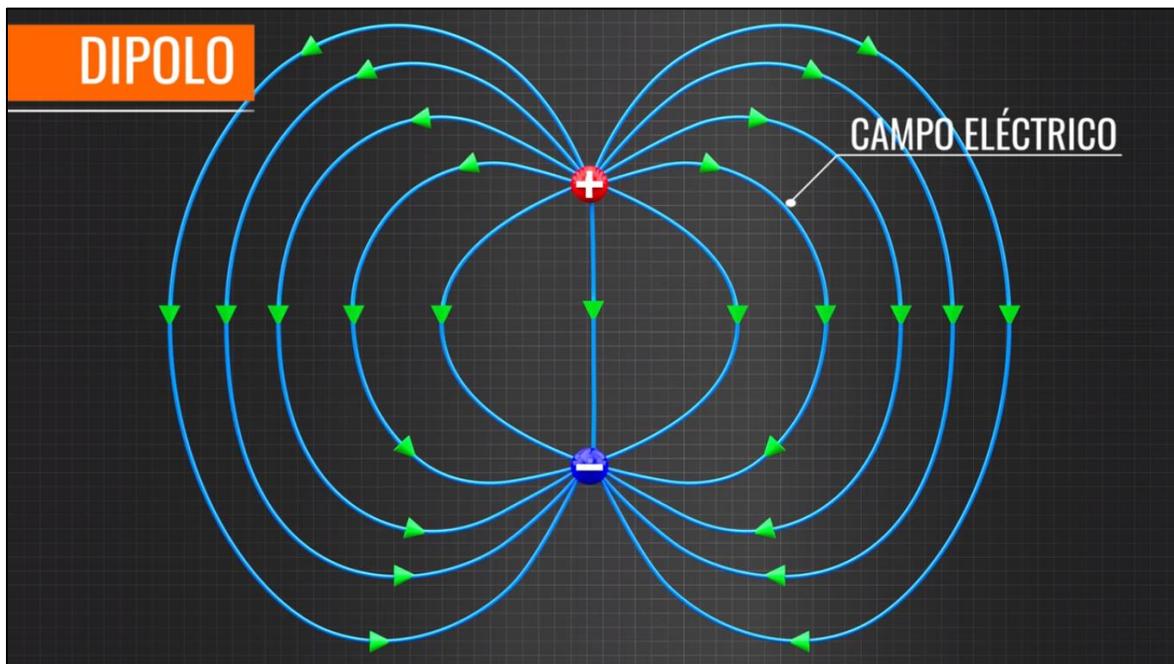
De estos estudios se puede tomar el promedio durante las 1640 horas que dan un aproximado de casi 20 %, mientras que en los estudios de más de 10 años da un 16% promediado y con los 20 años nos da un valor en promedio superior, por lo que citare textualmente a la doctora Devra “estos resultados es como esperar a que la hierba crezca, cuando se debería estudiar en detalle los casos de cáncer cerebral y compararlos con personas que pueden ser de control, además de que no es efectivo preguntarle a las personas que serán sometidas al estudio si recuerda cuánto tiempo lleva usando su celular, por lo que no es preciso esta ciencia en la realidad”, se comenta que hay muchos problemas con las hipótesis que pueden quedarse como nulas, las investigaciones tampoco se están llevando a cabo con la cooperación en conjunto con las industrias de las telecomunicaciones, como última opción facilitar el registro de facturación de las personas sometida a los estudios, porque de esta manera seria mucho más preciso, que pedir al participante del estudio que recuerde hace cuánto tiempo usa su dispositivo (Davis, 2015).

10.3.3 Emisiones de la estación base y antenas celulares

La explicación de cómo viajan estas ondas electromagnéticas de radiofrecuencia podría resolver algunas dudas en cuanto a su naturaleza se refiere.

Para comprender el resultado de la ruptura dieléctrica repentina del aire o la transmisión de una onda. El dipolo es el inicio del concepto de la transmisión de la antena, dado que la transmisión de las ondas electromagnéticas está vinculada al dipolo y las características de su funcionamiento (Moya, 2014).

Figura 49. Campo eléctrico del dipolo



(Learn Engineering, 2018)

El dipolo crea un campo eléctrico dado que sus cargas se mantienen estáticas, pero estas cargas van oscilando o cambiando sus polaridades. La velocidad de sus cargas es máxima en el punto medio y en sus extremos la velocidad es igual a cero (Moya, 2014).

Figura 50. Inicio de las cargas del Dipolo



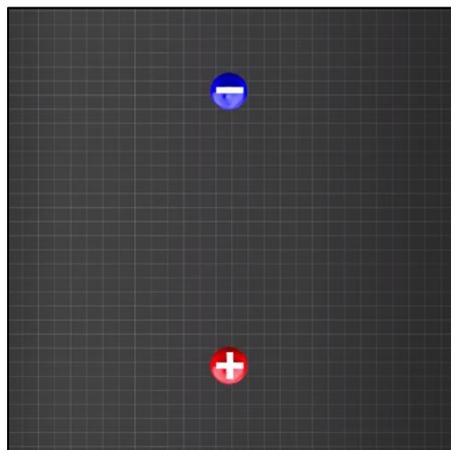
(Learn Engineering, 2018)

Figura 51. Oscilación de carga de dipolo, punto medio



(Learn Engineering, 2018)

Figura 52. Posición final de la oscilación



(Learn Engineering, 2018)

Las cargas que oscilan, producen un efecto en su campo eléctrico del cual se grafica en la figura 53.

Figura 53. Variación de las cargas eléctricas

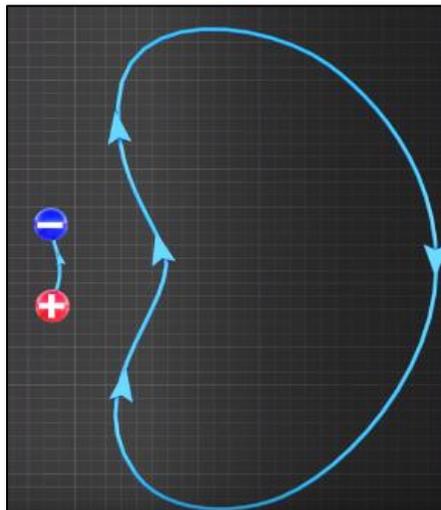
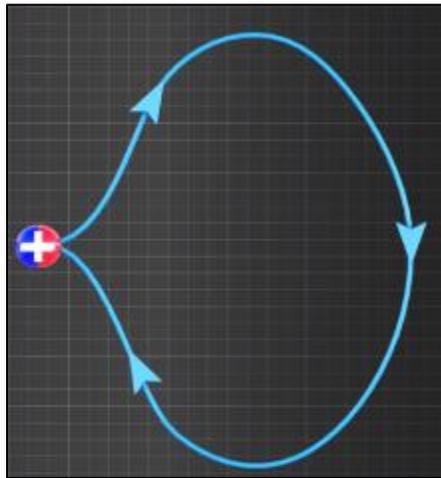
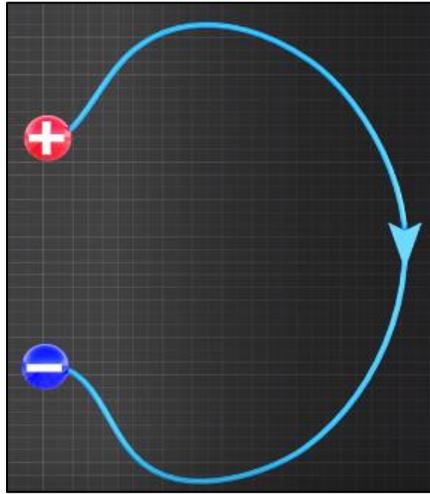


(Learn Engineering, 2018)

Al momento en que estas cargas van oscilando, su campo eléctrico va variando, esto se debe a la variación de velocidad que experimentan las cargas eléctricas. Las cargas eléctricas forman un campo eléctrico distinto al normal que se muestra en la figura 53 (Mamani, 2018).

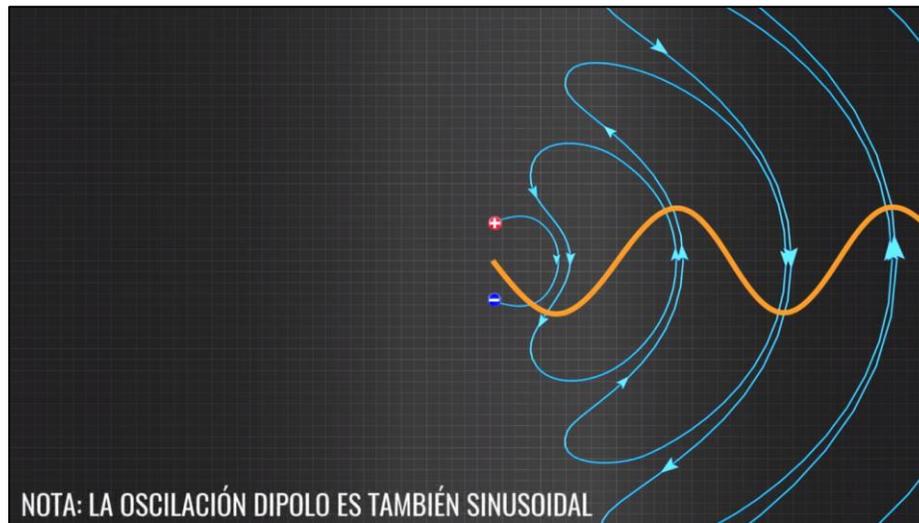
Una vez comprendido el movimiento de las cargas eléctricas del dipolo, solo se mostrará el efecto que estas cargas producen en el medio.

Figura 54. Pasos de la variación de las cargas eléctricas



(Learn Engineering, 2018)

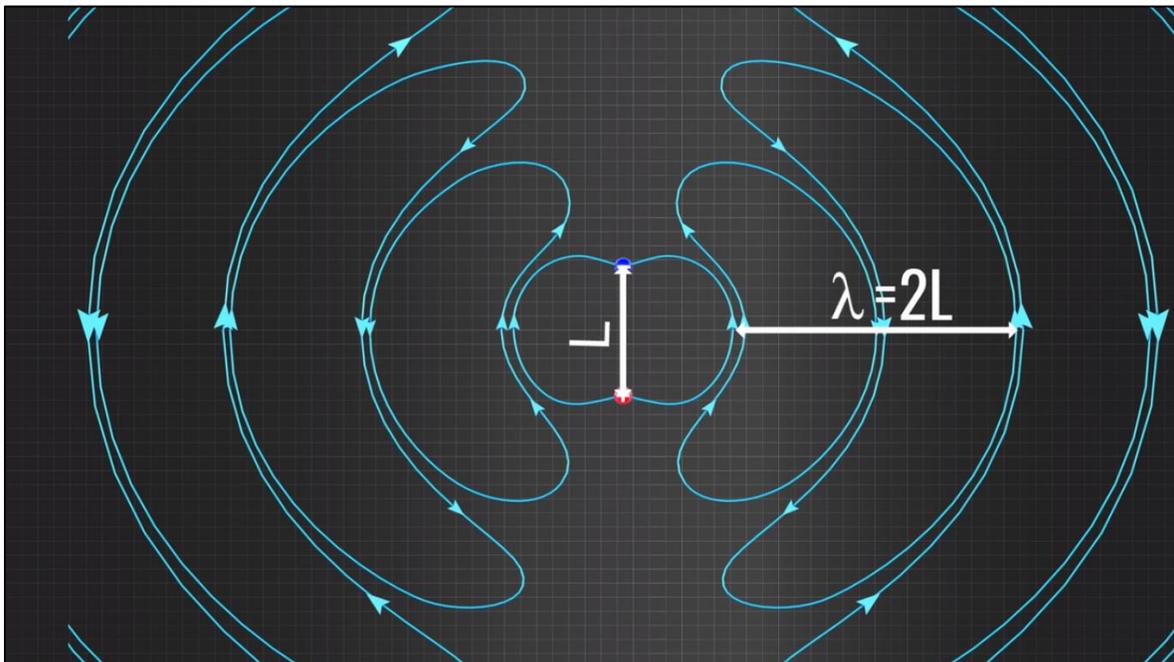
Figura 55. Representación de la onda Sinusoidal



(Learn Engineering, 2018)

Se debe de tomar en cuenta que el tamaño del dipolo aporta su máxima efectividad cuando mide la mitad de la longitud de onda que se desea transmitir (Moya, 2014).

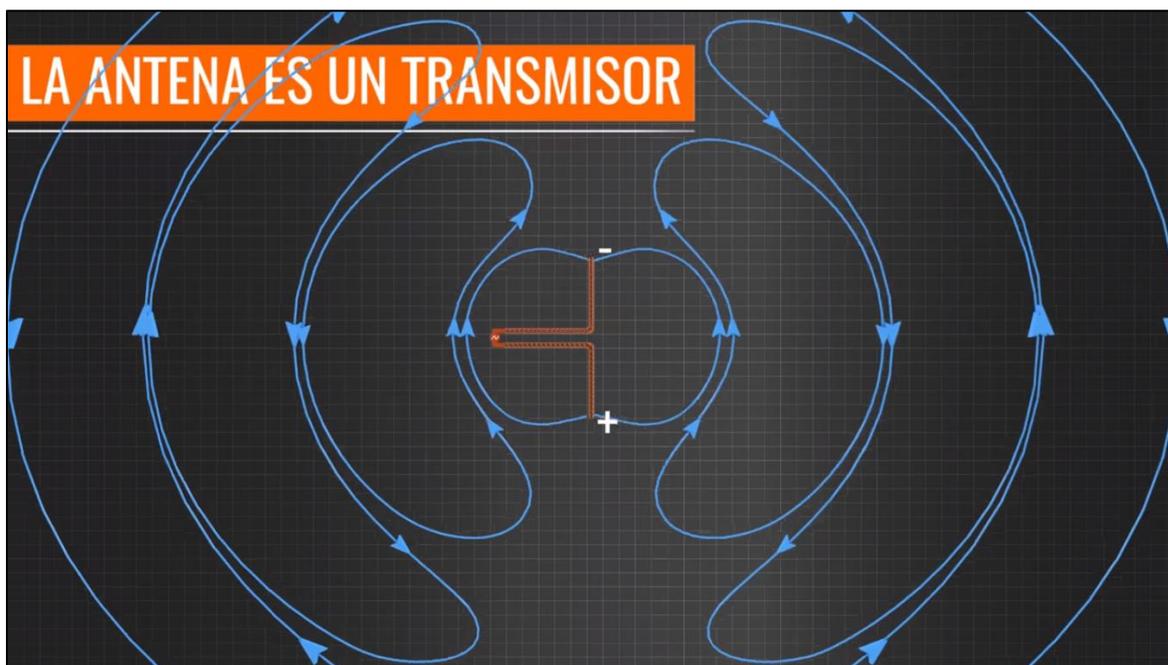
Figura 56. Longitudes y proporciones de la onda



(Learn Engineering, 2018)

Una vez comprendido el dipolo y su funcionamiento, se podrá mostrar la descripción grafica de cómo funciona la antena.

Figura 57. Descripción del funcionamiento de una antena

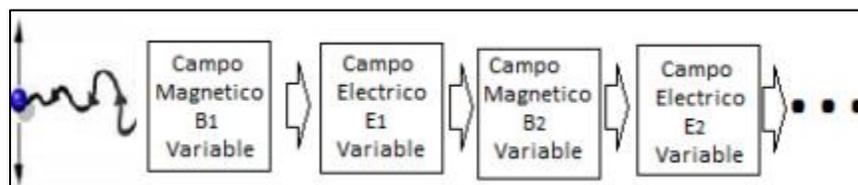


(Learn Engineering, 2018)

De esta manera se propagan las ondas electromagnéticas en el medio.

Como se menciona anteriormente las ondas electromagnéticas se generan a partir de una carga eléctrica que acelera y se comporta como una corriente eléctrica variable. Por lo que el campo eléctrico de las cargas que poseen aceleración, comienzan a perturbarse, de esta manera se distingue del campo eléctrico de una gran carga en velocidad constante o en reposo. Estas cargas que se aceleran generan un campo magnético que es variable (B_1), pero al ser variable este campo genera un campo eléctrico variable (E_1). Un campo eléctrico variable (E_1) genera un campo magnético variable (B_2) por las hipótesis de Maxwell, y este campo magnético variable (B_2), genera otro campo eléctrico variable (E_2) y este ciclo se repite sucesivamente (Mamani, 2018).

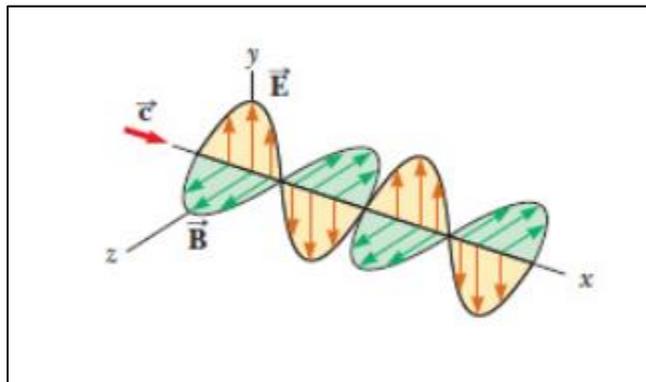
Figura 58. Generación de onda electromagnética



(Mamani, 2018)

Al oscilar la carga, esta crea una perturbación alrededor de su oscilación, que se denomina onda. Al generarse una onda, esta dependerá de la velocidad con la se mueva la partícula, al igual que su amplitud en las oscilaciones y la distancia del inicio al fin del recorrido. Al variar estos valores, cambia las características de la onda, la naturaleza de las ondas que se utilizan en las telecomunicaciones son de origen eléctrico y magnético, juntas brindan una onda electromagnética. La propagación de las ondas electromagnéticas al ser de dos naturalezas, la variación de su movimiento es perpendicular entre ambas naturalezas, de las cuales va variando entre el eje Z y el eje Y (Mamani, 2018).

Figura 59. La propagación de onda electromagnética

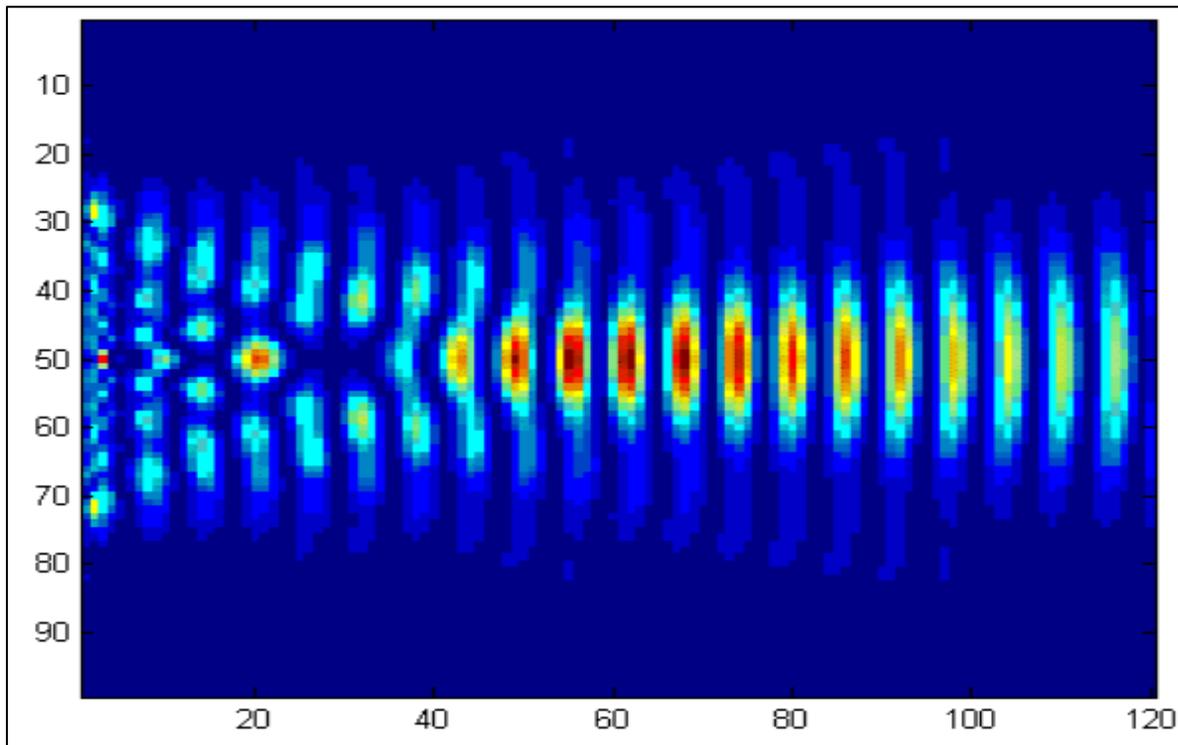


(Mamani, 2018)

Estas ondas son capaces de transportar energía incluso en el vacío, facilitando así la comunicación espacial (Mamani, 2018).

Las antenas son dispositivos de los cuales son capaces tanto en recibir y emitir ondas electromagnéticas de radio. Las antenas están construidas de varios dispositivos eléctricos, de los que les permiten radiar ondas electromagnéticas cuando se le aplica un voltaje alterno, de esta manera transforma la energía eléctrica en ondas electromagnéticas, en el caso de una antena receptora, se hace la función inversa (Mamani, 2018).

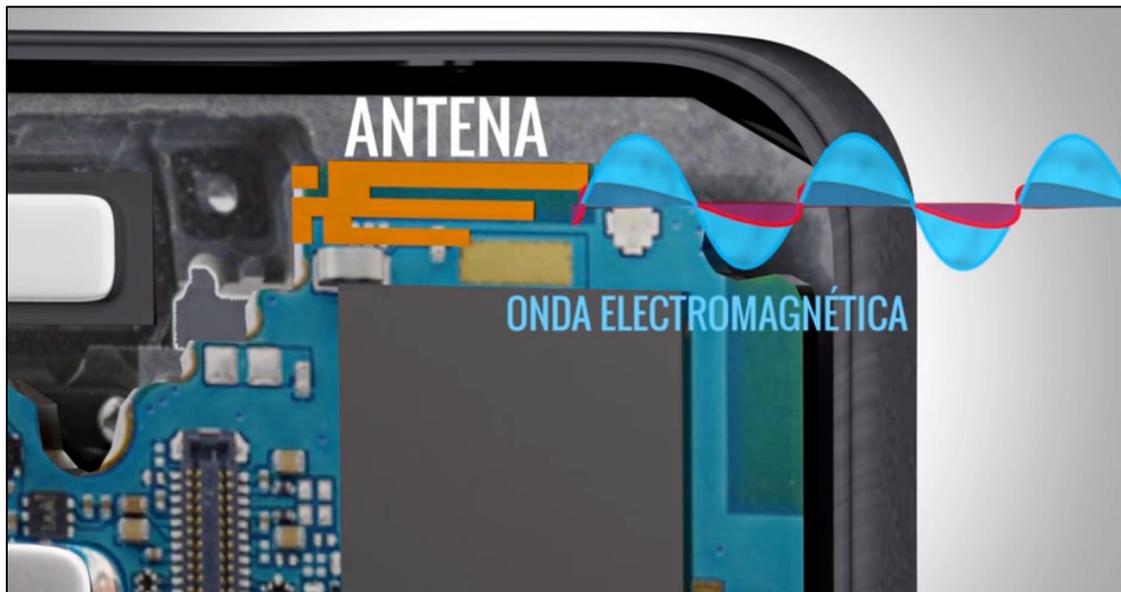
Figura 60. Visualización de la radiación pulsada



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

El proceso que hacen los dispositivos como el teléfono celular, para transmitir información, se toma el ejemplo de una llamada. Al momento de hablar por el teléfono celular, el micrófono recibe nuestra voz (ondas mecánicas) de la cual pasa a ser procesada, por lo que transforma las variaciones de presión o energía mecánica, en variaciones eléctricas que se transformarían en bits (0 y 1), transformándose así, en una señal digital (Moya, 2014). Esta señal digital es recibida por la antena del dispositivo que, en este caso, los celulares poseen una antena microstrip o una antena parche, que poseen forma circulares o rectangulares. Esta pequeña antena se encarga de transmitir las señales digitales en ondas electromagnéticas, pudiendo así transmitir la información y también recibirla (Mamani, 2018).

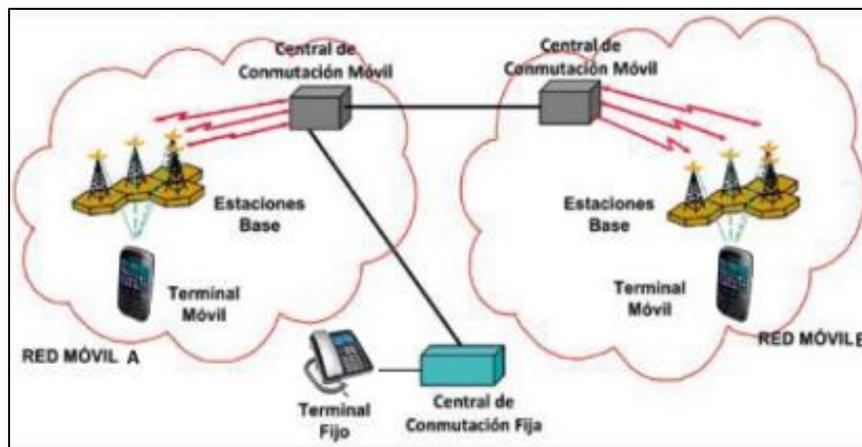
Figura 61. Antena parche de teléfono celular



(Learn Engineering, 2018)

Esta información es recibida por una estación base y a su vez es enviada a la central de conmutación móvil, la cual hace de intermediario con otra central de conmutación móvil que está conectada con otra estación base, que a su vez está conectada a el dispositivo el cual se desea comunicar (Mamani, 2018).

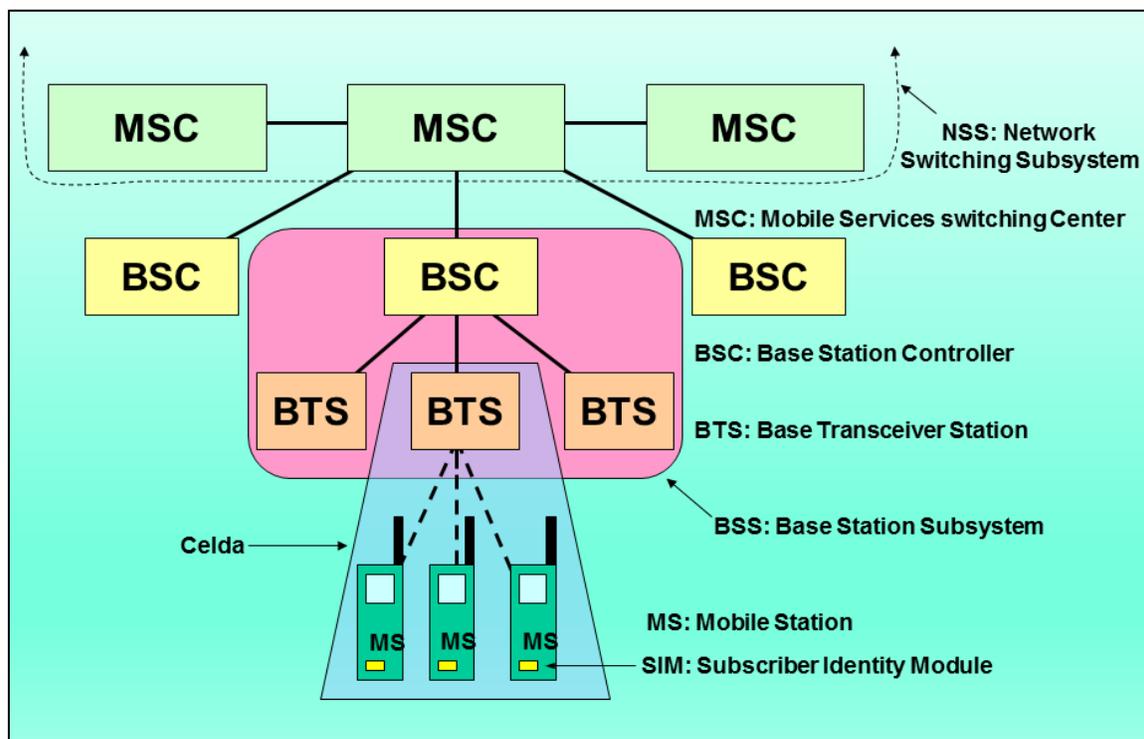
Figura 62. Ruta de la llamada



(Mamani, 2018)

Pero los teléfonos celulares siempre están conectados a las redes celulares, dado que constantemente están enviando señales (Davis, 2015). Estas señales están basadas en la arquitectura de la red celular de la cual se considera el celular como una estación móvil (MS) y las estaciones base (BTS) de la que se encarga de mantener un enlace radioeléctrico entre la estación móvil y la estación de control de servicio (BSC). La estación de control tiene funciones de gestión y mantenimiento del servicio, la tarea detallada es la asignación de estaciones bases del sector cuando el usuario se desplaza entre las celdas colindantes, cuando una llamada está en proceso y ocurre este cambio de estación base, este cambio se conoce como Handover, este proceso se hace sin interrumpir la llamada, también tiene la función de localización de la estación móvil (ubicación del teléfono celular), para que la estación de control (BSC) pueda determinar su posición en cualquier instante y poder brindar servicio. Los centros de conmutación se asimilan a las centrales de red fija, estas permiten la conexión entre las redes públicas y privadas con la red de comunicaciones móviles, al igual que la conexión entre estaciones móviles que son localizadas en distintas áreas geográficas de la red móvil (Moya, 2014).

Figura 63. Principales elementos de una red de telefonía móvil



(Turnero, s.f.)

De esta manera siempre estamos constantemente enviando información a la estación de control, por lo que siempre se está enviando una señal de radiofrecuencia, por lo que, sin importar, si estamos hablando o enviando algún mensaje, nuestros celulares siguen conectados y enviando información (Davis, 2015).

10.3.4 Ondas milimétricas del 5G

Se debe de tomar en cuenta que estas ondas poseen características de las cuales las convierten en el principal punto de mira en este estudio. Las ondas milimétricas, son ondas de alta frecuencia y se les denomina milimétricas dado que varían en longitudes de 1 a 10 milímetros (mm), la tecnología actual posee longitudes de decenas de centímetros comparadas a las milimétricas. El uso que se le ha dado las ondas milimétricas antes de la implementación del 5G, son algunos operadores de satélites y sistema de radares. El gran inconveniente de estas ondas es que no pueden viajar fácilmente a través de los materiales. Estas ondas son muy fácil de absorber incluso por follaje o árboles e incluso por la lluvia (Amy Nordrum, 2017). Inclusive se toman medidas para la propagación de estas ondas como el UIT-R P.1410-2, del que solamente se especifica la facilidad que posee estas ondas de ser absorbidas por cuerpos inertes o vivos. Se toman como las tendencias generales que la efectividad de la cobertura dependerá netamente del temporal (lluvia y viento), de la vegetación y de las características topográficas que podrían bloquear la zona de transmisión, las medidas que han efectuado en diferentes lugares urbanos y suburbanos, dan como cifras de cobertura entre un 40% y un 60% para cada celda de celular de 2 kilómetros con un transmisor de un mástil de 30 metros. La atenuación que es provocada por los árboles se consideran graves por las características de esta onda, aunque la tasa de atenuación dependerá del tipo de árbol, las condiciones de humedad y la geometría del trayecto que tiene la onda. El servicio puede ser interrumpido a causa de lluvias, incluso se considera la lluvia como un momento crítico a la hora de prestar servicios. Además, las ondas emitidas por las antenas que no tengan un recorrido directo hacia el usuario, se realiza lo que se denomina multitrayecto, que básicamente la antena emite haz de ondas en las que produce reflexión en los edificios o paredes, para luego identificar en que sitio tiene la mejor opción para transmitir la señal que se reflejaría en el entorno, aunque la señal

reflejada posee varios problemas. Los problemas que posee esta tecnología es la estabilidad, que sea continua la comunicación y que no sea interrumpida o absorbida por los árboles, por la vegetación e incluso por la lluvia (La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, 2001).

10.4 Mediciones de las radiaciones no ionizantes

Las ondas electromagnéticas viajan a una rapidez de flujo de energía, esta se representa mediante un vector que es S , denominado vector de Poynting que su expresión es la siguiente (Mamani, 2018).

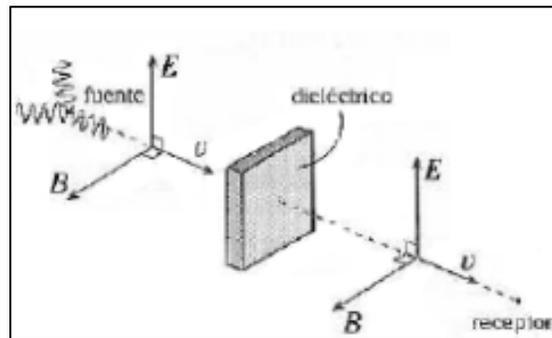
$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

En esta expresión se representa la velocidad en la que fluye la energía a través de una superficie que sea unitaria en la que ingrese en noventa grados respecto a la propagación de onda (Mamani, 2018).

La absorción de las radiaciones electromagnéticas es una de las problemáticas fundamentales, dado que se necesita saber en profundidad matemática y comprender el uso de la mecánica cuántica para poder obtener un resultado coherente respecto a la realidad, por lo que no se considera sencillo hacer un cálculo para hacer mediciones en base a fórmulas matemáticas. Cuando una onda electromagnética alcanza un átomo, este es influenciado tanto por el campo eléctrico, como por el campo magnético de la onda, por lo que, la influencia por la onda electromagnética incide en los electrones del átomo. Entonces, el átomo puede absorber radiación electromagnética (Mamani, 2018).

En general, cuando se radia una onda se tiene la fuente, que es en donde se radia la onda, y el receptor, que es el que recibe la señal, pero entre los dos puede haber un cuerpo o varios cuerpos, hasta incluso estructuras. Los cuerpos que poseen resistencia se llaman dieléctricos, por lo que se puede observar que la intensidad de la onda puede disminuir a causa de estos cuerpos. La manera en la que el dieléctrico absorbe la energía electromagnética (Mamani, 2018).

Figura 64. Ejemplo de dieléctrico



(Mamani, 2018)

La onda electromagnética de la fuente pasa a través del dieléctrico, esta absorberá parte de la energía emitida por la fuente, el grado de absorción va a depender de la sustancia o el elemento que este conformado el dieléctrico (Mamani, 2018).

10.4.1 Densidad de potencia (S)

La densidad de potencia está orientada hacia cómo deben de ser operadas las antenas respecto a su potencia que deben irradiar. La densidad de potencia es la energía por unidad de tiempo por el cual incide de manera superficial y de manera perpendicular en una superficie. Las unidades en las que se mide son Watt/m², miliWatt/cm² o microWatt/cm² (Cid Badani, 2015).

Tabla 6. Valores límites de densidad de potencia de antenas

Bandas de Frecuencias [MHz]	Valores límite	
	Intensidad de Campo Eléctrico [V/m]	Densidad de Potencia [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]
0,009 – 1	87	-
1 – 10	$87/f^{(1/2)}$	-
10 – 400	-	200
400 - 2.200	-	$f/2$
2.200 - 300.000	-	1.000

Nota: f es la frecuencia a medir en MHz.

(Cid Badani, 2015)

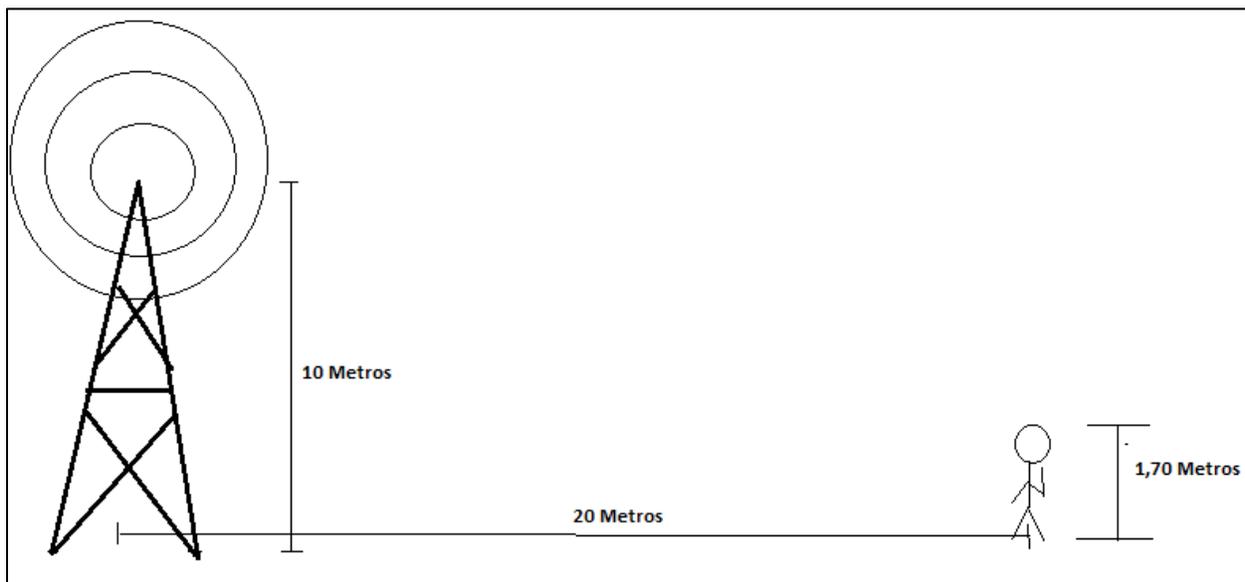
Matemáticamente en el caso de una antena transmisora de cualquier estación, la comisión federal de comunicaciones (FCC), estima este modelo referenciado en un ambiente suburbano (Oberli, 2006).

$$S = \frac{0,334 * P}{R^2}$$

Donde “S” representa el nivel de exposición, “P” es la potencia en la que se desea transmitir y “R” es la distancia en donde se desea medir o en donde se ubica el cuerpo de estudio (Oberli, 2006).

un pequeño ejemplo de cómo se utiliza la ecuación anterior, se puede plantear el siguiente ejemplo. Supongamos que una antena base de 10 metros de altura, emite una potencia de 100W y en el entorno hay una persona mirando la torre desde una distancia de 20 metros, esta persona posee una altura de 1,70 metros (Oberli, 2006).

Figura 65. Ejemplo de exposición emitida por una antena



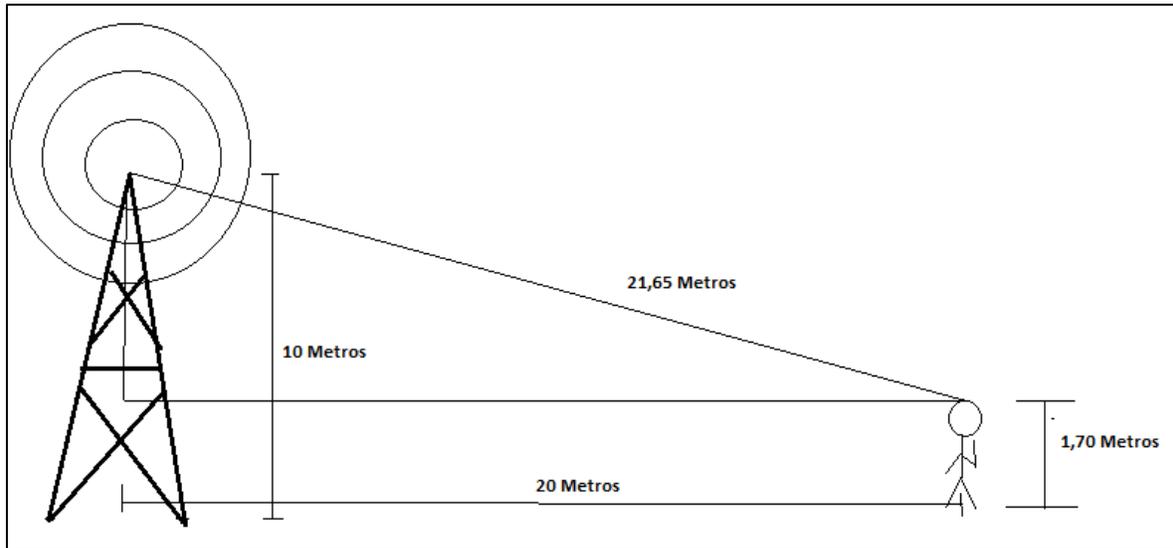
Creado en Paint, (Oberli, 2006)

Se debe de aplicar el teorema de Pitágoras, en el que se calcula el valor de “R” en la ecuación de nivel de exposición (“S”). Se debe de tomar en cuenta la diferencia entre la torre y la altura de la persona, en el que se obtiene lo siguiente (Oberli, 2006).

$$R = \sqrt{20^2 + (10 - 1,7)^2}$$

$$R = 21,65 \text{ (Metros)}$$

Figura 66. Continuación del ejemplo



(Oberli, 2006)

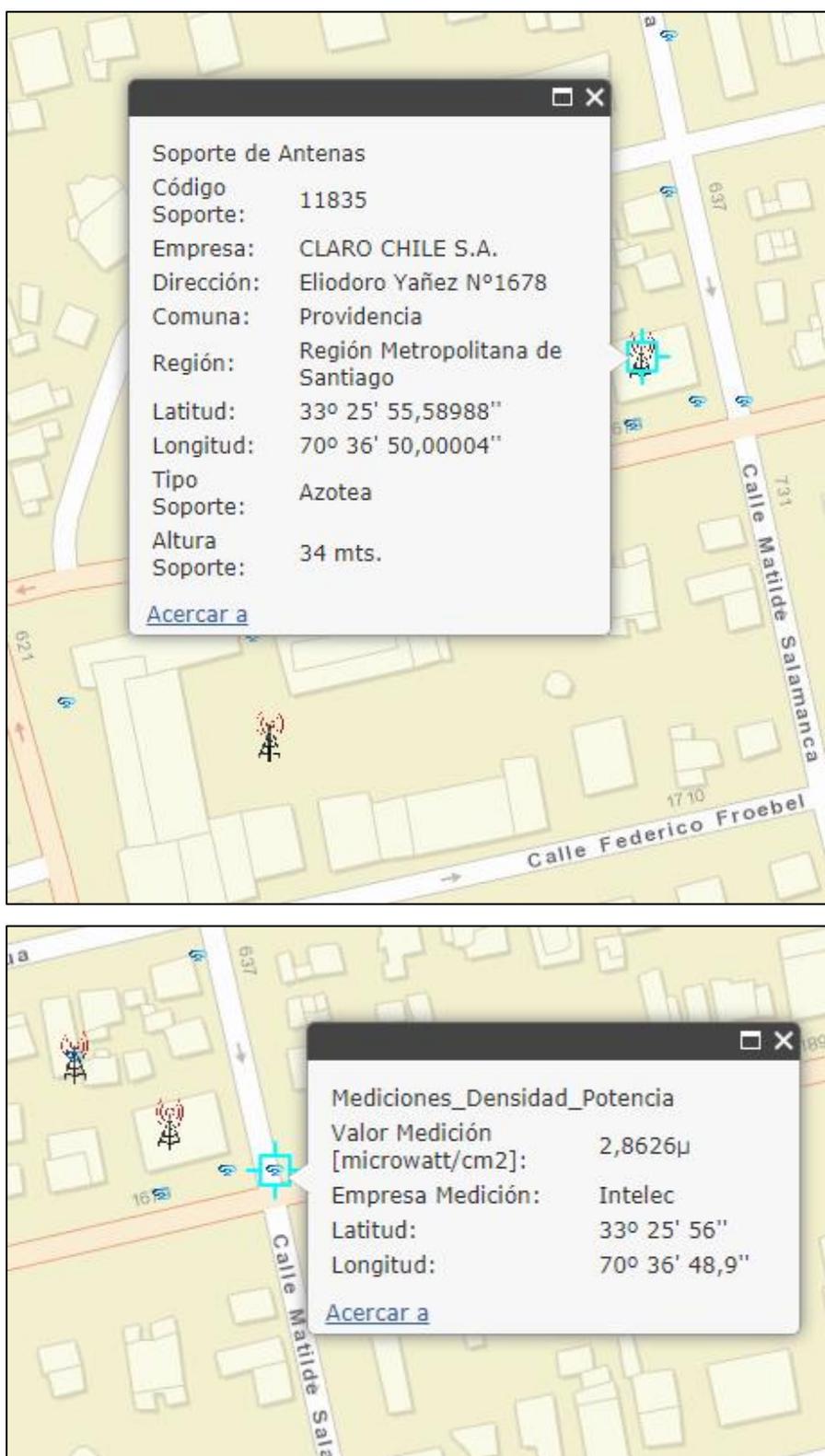
Entonces solo quedaría reemplazar en la fórmula de densidad de potencia

$$S = \frac{0,334 * 100}{21,65^2} = 0,071 \frac{\text{Watts}}{\text{metros}^2}$$

A partir de este ejemplo se puede calcular también el SAR, pero se debe de considerar que la persona tiene una superficie de 1 metro², de esta manera se puede obtener que está recibiendo un SAR de 0,071 producto de la exposición y si se toma la exposición en cuerpo completo se puede tomar en cuenta que la persona pesa alrededor de 71 kilogramos, del que daría como resultado 0,001 W/Kg (Oberli, 2006).

Subtel da la facilidad de poder obtener la información de las antenas y el SAR, pero solamente de algunos sitios fijos de donde fue medido (SUBTEL, s.f.)

Figura 67. Características de la antena y SAR



(SUBTEL, s.f.)

10.4.2 SAR

Las recomendaciones que brinda la ICNIRP (la comisión internacional para la protección contra las radiaciones No-Ionizante), son de considerar dos tipos de mediciones de SAR (tasa de absorción específica) que se encuentra como una restricción básica y fundamental. Una de estas restricciones se encuentra el SAR de cuerpo completo que se produce por la emisión de ondas de una estación base. Otra de las restricciones básicas es el SAR localizado en la cabeza, la potencia recomendada por la ICNIRP es de 2W/Kg promedio sobre una masa de tejido de 10 gramos (G., 2015).

En cuanto a la comisión federal de comunicaciones de los Estados Unidos de América (FCC) las medidas que ha adoptado para la exposición a las radiaciones de radiofrecuencia un límite de 1,6 W/Kg promediado en cualquier tejido de 1 gramo de masa de tejido (G., 2015).

En cuanto a la Unión Europea han adoptado la norma denominada CENELEC (Comité europeo de Normalización electrotécnica), de la cual se aplica a los dispositivos que transmiten, con una potencia media superior a 10 mW y en el rango de frecuencia entre los 300 MHz hasta los 3 GHz, en estos se fija como límite 2W/Kg promedio sobre una masa de tejido de 10 gramos (G., 2015).

En Chile se adopta la norma que recomienda la ICNIRP, que se basa en 2 W/Kg en una masa promedio de 10 gramos y en cuanto a 1 gramo el límite establecido es de 1,6 W/Kg (Cid Badani, 2015) (SUBTEL, 2006).

En profundidad, el SAR mide el coeficiente o medida de la energía de radiofrecuencia que es absorbida por los tejidos en forma térmica en el cuerpo humano al momento de utilizar un dispositivo que emita radiofrecuencias. Por lo que solo se mide la potencia de radiación que penetra al cuerpo y dependerá de la potencia de transmisión del equipo. Los límites establecidos, que se definen como tasa de absorción específica, son desarrollados para establecer dosis que evite la elevación de la temperatura del cuerpo humano (G., 2015).

La tasa de absorción específica matemáticamente se expresa como:

$$SAR = \frac{1}{\rho_m} \frac{\partial W_c}{\partial t}$$

Donde ρ_m es la densidad de masa del objeto que se encuentra en el punto específico y $\partial W_c / \partial t$ (derivada parcial) es la tasa de cambio de energía por unidad de volumen de partículas que son cargadas en el mismo punto (Cid Badani, 2015).

En cuanto a la tasa de absorción específica promedio aplicada en un cuerpo completo, su fórmula se define como:

$$SAR_{Average} = \frac{1}{M} \int_V \langle P_c \rangle dV$$

El “ $\langle P_c \rangle$ ” se representa la potencia transferida hacia las partículas cargadas en un punto infinitesimal (extremadamente pequeño) y M representa la masa total del material absorbente, frecuentemente se denomina este SAR como el “SAR promedio” (Cid Badani, 2015).

En cuanto al SAR local o que va orientado al campo eléctrico interno del cual se expresa de la siguiente manera (Cid Badani, 2015)(G., 2015):

$$SAR = \frac{P}{\rho_m} = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

$$\sigma = \text{Conductividad del material} \left(\frac{S}{m} \right)$$

$$E = \text{Campo eléctrico total RMS} \left(\frac{V}{m} \right)$$

$$\rho = \text{Densidad de masa del material} \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

Por lo que dichos cálculos solo se enfocan en la variación de temperatura que pueda producir la radiación, por lo que no toma en cuenta los efectos biológicos que tienen la radiación en el tejido.

10.4.3 Relaciones e implicancias

En este apartado se considera uno de los puntos de mayor interés, dado que se explica las medidas que han tomado algunos países en cuanto los posibles efectos nocivos, al igual que las prohibiciones que son aplicadas. Se muestra algunos detalles de los cuales no son tomados en cuenta a la hora de tomar recomendaciones sobre los límites de las radiaciones y de esta manera también encontrar el sentido de los efectos que producen estas radiaciones a los seres vivos, también se indica sobre sus implicancias con la salud de las personas y del medio ambiente. Una vez expuesto todo esto, se darán las conclusiones del estudio.

Las políticas que restringen a las industrias de las telecomunicaciones son bastantes diversas, solo se mostrarán las más evidentes y se comienza por Chile, en el país se pretende por ley “Los límites de densidad de potencia que se establezcan deberán ser iguales o menores al promedio simple de los cinco estándares más rigurosos establecidos en los países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.” Lo cual indica que siempre se tratara de quedar entre el sexto o quinto lugar dentro de lo que indique la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES, 2019).

Tabla 7. Valores de las normativas de los países OCDE

Países OCDE	Norma	Valor Regulación		800 MHz [W/m ²]	2700 MHz [W/m ²]
Alemania (32)	Grenzwerte der 26.BlmSchV	400 - 2000 [MHz]	$1,375 * f^{(1/2)}$ [V/m] ***	4,03*	10,08*
Australia	AS/NZS 2772.1:1999	10 - 400 [MHz] 400 -2000 [MHz] 2 - 300 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10
Austria	ÖVE/ÖNORM E 8850 2006	10 - 400 [MHz] 400 -2000 [MHz] 2 - 300 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10
Bélgica	Arrete Royal du 10 Aout 2005	400 - 2000 [MHz]	£800 [W/m ²]	1*	2,5*
Canadá	Safety Code 6	30 - 300 [MHz] 300 - 1500 [MHz] 1500 [MHz] - 150 [GHz]	2 [W/m ²] £150 [W/m ²] 10 [W/m ²]	5,3	10
Chile	Norma Técnica N° 403 30 de Abril, 2008	100 [μ W/cm ²] en general 10 [μ W/cm ²], zonas especiales; hospitales, jardin infantil, asilos.		1**	1**
Dinamarca	ICNIRP	10 - 400 [MHz] 400 - 2000 [MHz] 2 - 300 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10
Eslovenia	Directive 1999/5/EC of the European Parliament	10 - 400 [MHz] 400 - 2000 [MHz] 2 - 300 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10
España	Real Decreto 1066/2001	10 - 400 [MHz] 400 - 2000 [MHz] 2 - 300 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10
Estados Unidos	IEEE C95.1-2005	10 - 400 [MHz] 400 - 2000 [MHz] 2 - 100 [GHz]	2 [W/m ²] £200 [W/m ²] 10 [W/m ²]	4	10

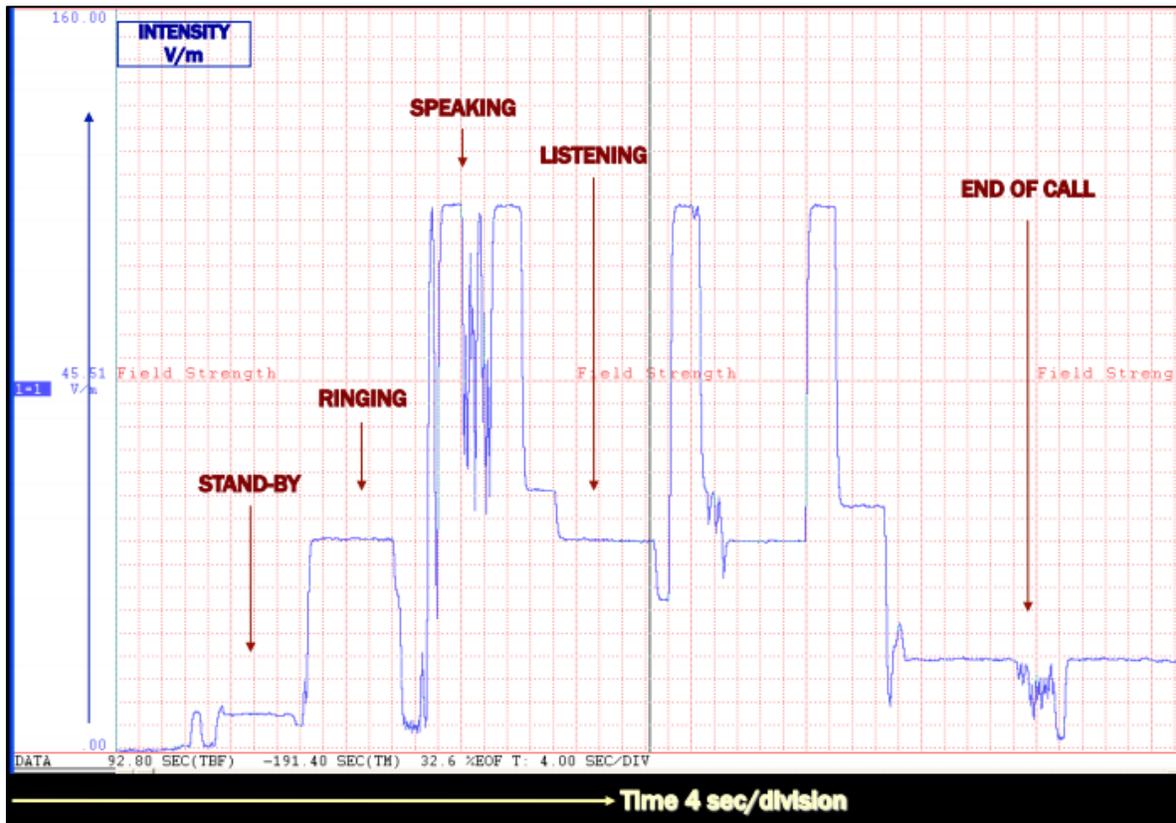
(Cid Badani, 2015)

En cuanto a políticas de restricción a las industrias de telecomunicaciones. En Francia, desde el 2010 se ha prohibido la publicidad de servicios de telecomunicaciones en la que aparecieran menores de edad, también se cuenta que todo celular que se venda debe de tener auriculares, además del etiquetado con las especificaciones del SAR y también las advertencias de mantener alejado el teléfono celular del cuerpo. En India, se ha disminuido la cantidad de torres de antenas y han limitado aún más los estándares que han sido recomendados. En Israel, se trata este tema con importancia y se posee un instituto que estudia las radiaciones no ionizantes, de los que indican que no debe de haber Wi-Fi en los jardines y escuelas, la preferencia es hacia lo alámbrico en los sectores que se prohíbe el uso de Wi-Fi, tampoco debe de haber publicidad con menores de edad manipulando celulares o de esta índole. En Bélgica, en el 2013 se tramito una ley que fue aprobada e implementada en el 2014, esta ley dicta que los teléfonos celulares no están

diseñados para menores de 7 años quedando totalmente prohibido el uso de los menores de 7 años, y además los celulares deberán de traer auriculares. En Canadá, se practican los consejos sobre las precauciones que se deben de tener a la hora de usar un teléfono celular (no llevarlo permanentemente apegado al cuerpo y el uso de auriculares) pero el parlamento canadiense reconoce que existe un problema grave en cuanto a la salud pública, que es causado por los posibles efectos de estas radiaciones y en cuanto a la educación o conocimiento público sobre este asunto, en donde personalmente la doctora Devra Davis se presentó y expuso ante el comité. En Estados Unidos, se ha informado a las personas que el llevar su celular en el bolsillo, camisas o sujetador, supera las pautas federales para la exposición de las radiaciones no ionizantes (Davis, 2015).

Para poder comprender las radiaciones de las que provienen de nuestros dispositivos inalámbricos y apreciar sus impactos, se debe de comprender algunas comparaciones de las cuales se incluye un horno de microondas y un teléfono celular. Se incluye el horno de microondas dado que trabaja en una frecuencia parecida a la del teléfono celular, pero existe una enorme diferencia entre los dos, su diferencia radica en la potencia. El horno posee potencia y el celular no, el horno posee las características para calentar fácilmente cualquier objeto, en cambio el teléfono celular no podría llegar a tener la potencia que posee un horno de microondas (Davis, 2015). En cuanto a los límites del SAR solo contempla la elevación de temperatura que puede sufrir un cuerpo (G., 2015). Al no tener la capacidad de elevar la temperatura de objeto o material, el SAR no se podría tomar en cuenta como una real medida de precaución. Lo que se debería de tomar en cuenta sobre estas radiaciones es la naturaleza en la que se propagan, que es a través de pulsos electromagnéticos, de lo que no es poder como en el caso de los hornos de microondas, pero no deja de ser biológicamente más seguro. Estos pulsos electromagnéticos van variando en gran medida como se puede apreciar en la siguiente figura (Davis, 2015).

Figura 68. Gráfico de las radiaciones emitidas por un celular



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

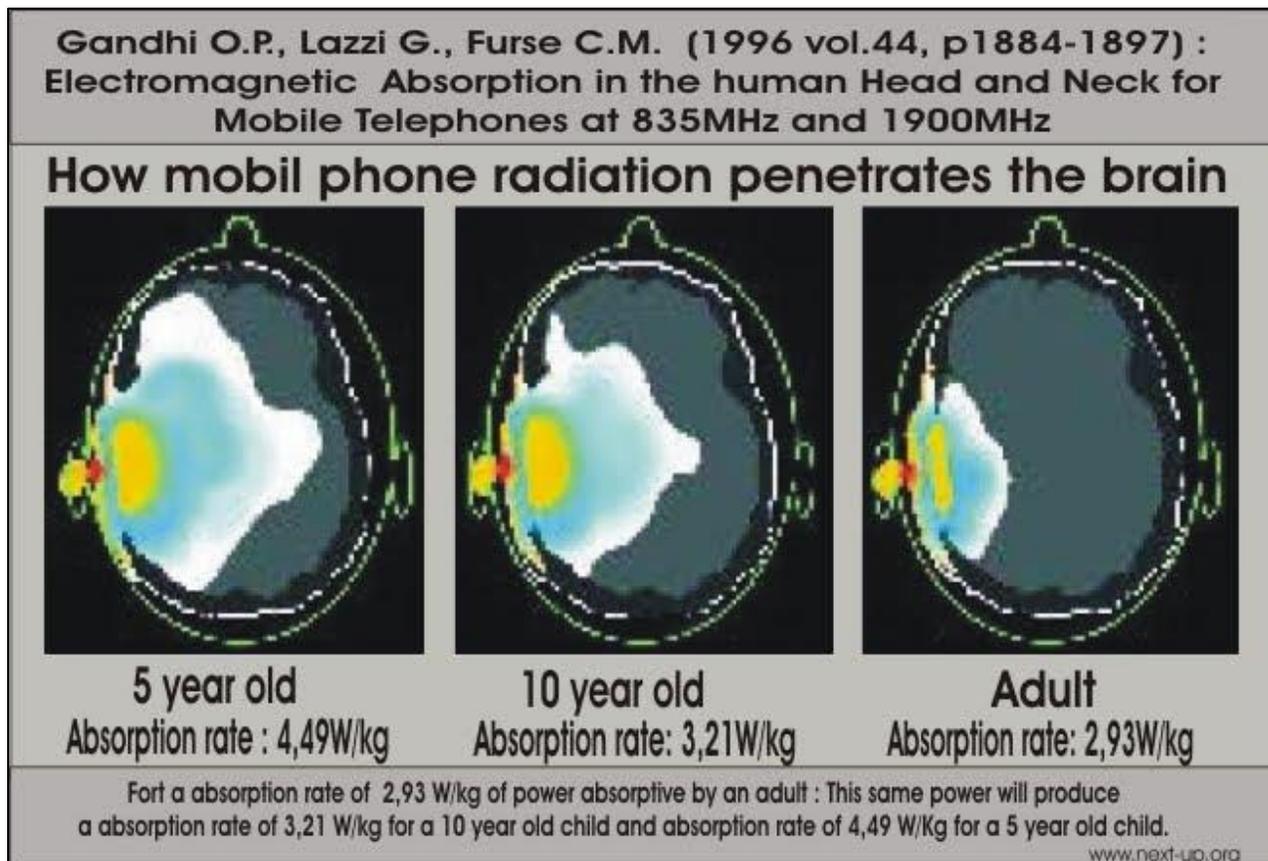
La característica principal que poseen los pulsos electromagnéticos, es que principalmente son erráticos e irregular, estas variaciones varían por miles de millones en un segundo (1Gigabits/segundo = 1.000.000.000), por lo que se deduce que varía demasiado en cuanto a su frecuencia. Respecto a la figura 68 aparece la actividad de la radiación de un teléfono celular, cuando esta solamente prendido (stand-by), cuando tiene una llamada entrante (ringing), cuando se contesta y se habla en la llamada (speaking), cuando se escucha (listening) y cuando se termina llamada (end of call) (Davis, 2015).

El efecto biológico de las señales pulsadas o de las ondas pulsadas, poseen un mayor impacto biológico, por lo que es mucho más importante, dado que no presenta muchos signos al momento de la exposición e incluso los pulsos electromagnéticos poseen tanta influencia biológica que se usa incluso en terapias que son utilizadas actualmente, por lo que el impacto de la radiación dependerá netamente de la naturaleza de la formación de

la onda. Esta onda está compuesta de variaciones de frecuencias, amplitud y pulsos. Todas estas variables son influyentes en los organismos biológicos, especialmente cuando el celular esta siempre conectado a la antena (Davis, 2015).

Se debe de dejar en claro que la exposición no es igual en todos, porque dependerán de varios factores, una de ellas es la dosis de la exposición en la que se someten las persona, esta dosis es integrativa y acumulativa. El otro factor que es el principal es la cantidad de masa corporal que posea el individuo, por lo que en los niños y los adultos que son pequeños, podrían resultar los más afectados, dado que absorben una mayor cantidad de radiación electromagnética que una persona grande o pesada. Se han desarrollado ilustraciones graficas sobre las radiaciones y el cómo afecta a cada individuo (Davis, 2015).

Figura 69. Diferencia de impacto por tamaño

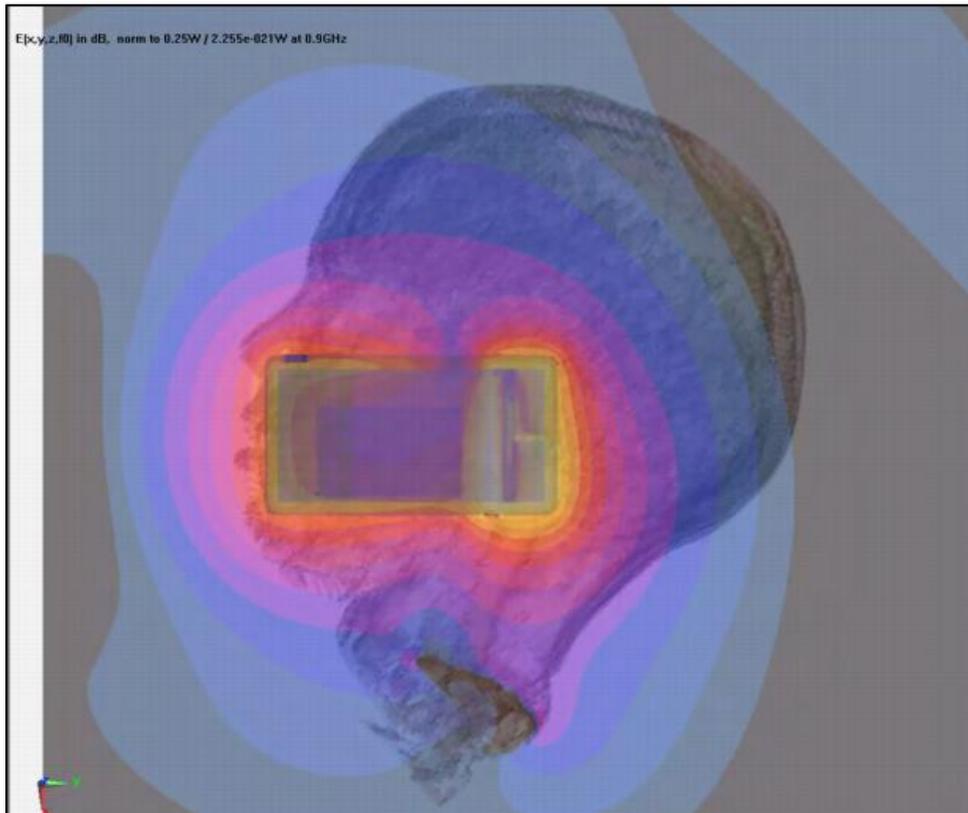


(Om P Gandhi, 1996)

Se puede apreciar que existe una diferencia siendo la misma radiación, pero en cuanto a su proporción en la masa y tamaño va variando, se puede notar que la cabeza más pequeña es la que más radiación abarca (Davis, 2015).

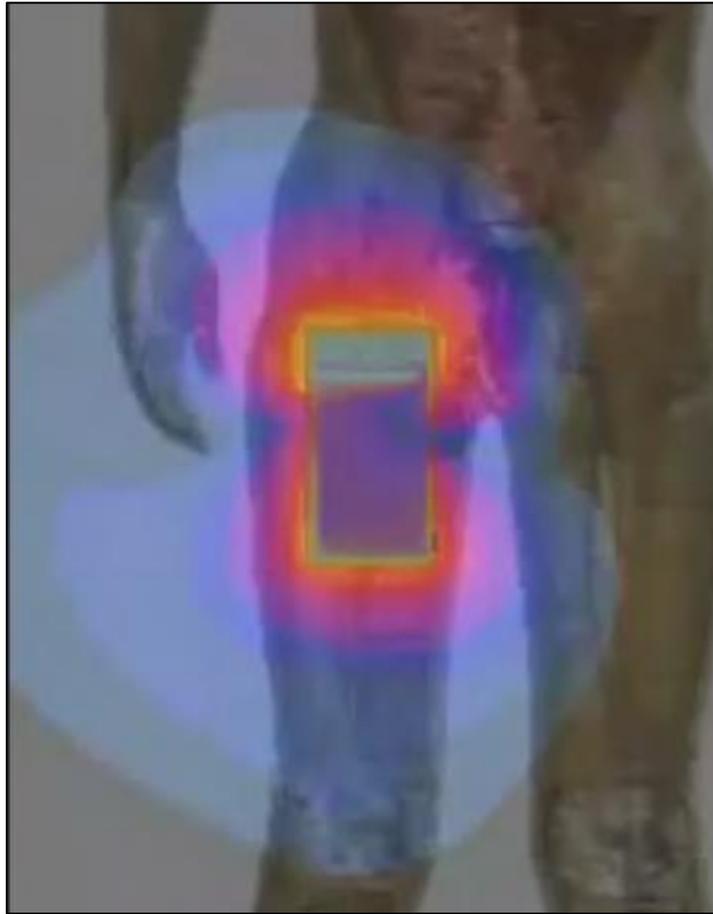
Se han desarrollado varios modelos usando modelado tridimensional con modelado anatómico usando imagen por resonancia magnética (MRI), de las cuales se presentan a continuación:

Figura 70. Modelo de exposición cabeza



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Figura 71. Modelo de exposición testículos

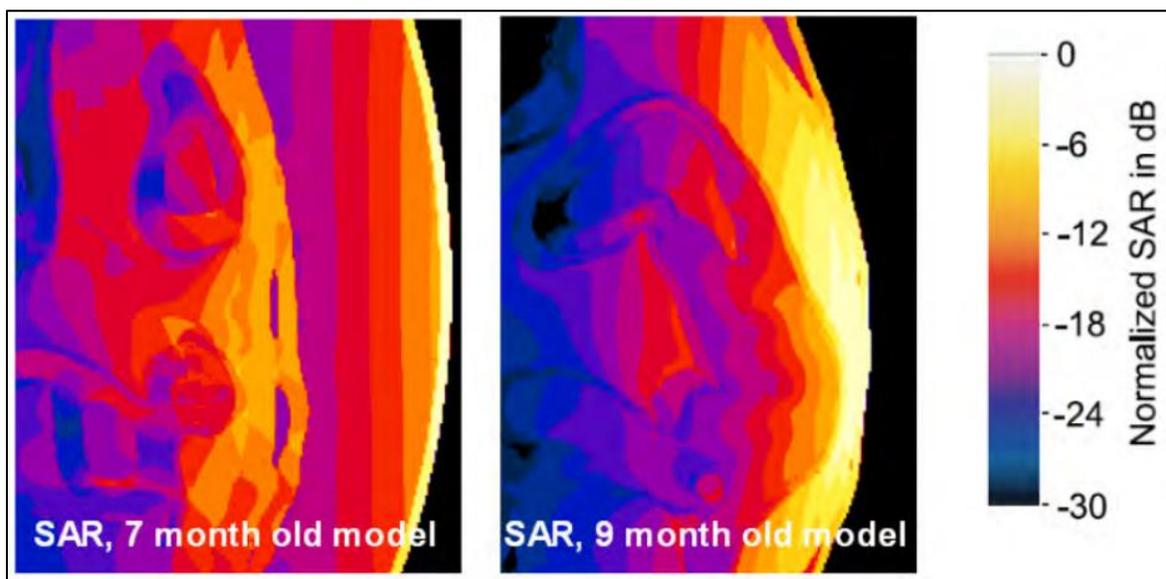


(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Las pruebas que son realizadas para medir el SAR, no se hacen en base a lo que las personas realmente están expuestas, como por ejemplo el tiempo en que las personas permanecen con sus celulares en los bolsillos, si llegan medir una prueba de dichas características, los dispositivos no cumplirían con las pautas para la aprobación (Davis, 2015).

Se han realizado pruebas con embarazos, estas pruebas se hicieron en la Universidad de Yale, en la que participaron más de cien médicos y expertos de los Estados Unidos y del mundo, en la que se modeló la exposición de mujeres embarazadas que se muestran desde los siete meses hasta los nueve meses de embarazo (Davis, 2015).

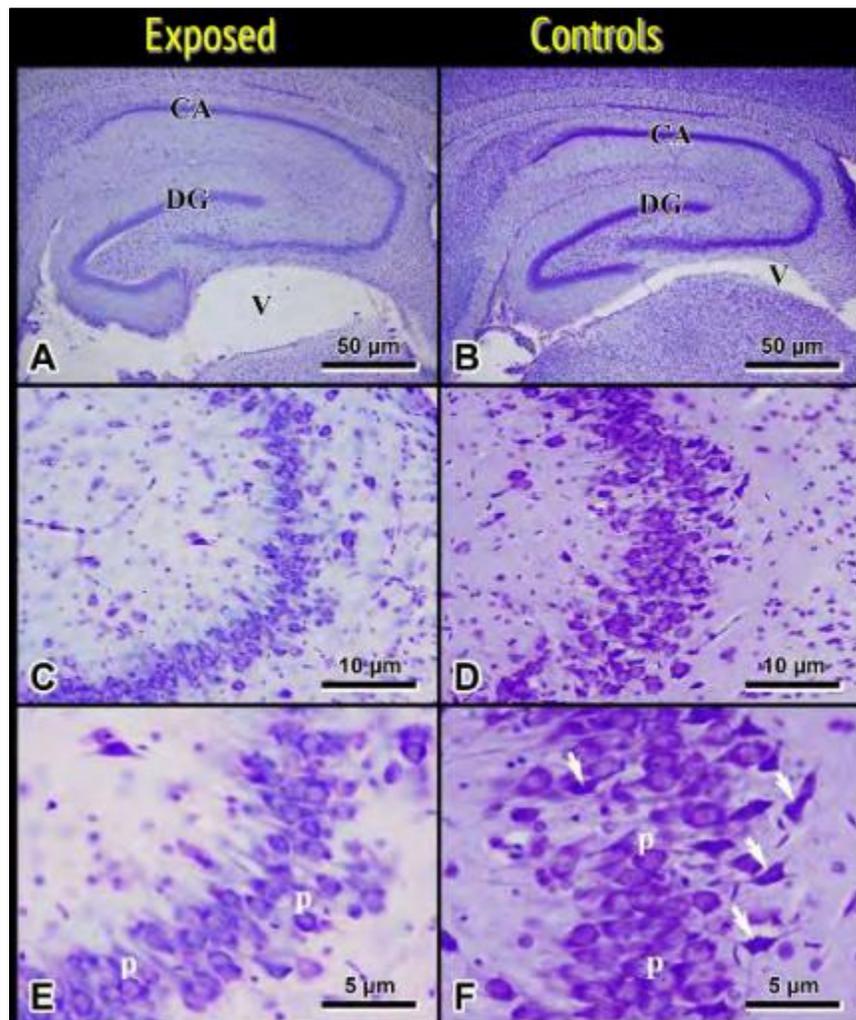
Figura 72. Modelado de exposición embarazo de 7- 9 meses



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Entre otros de los estudios que se han realizado y que han dado como el objetivo de obtener imágenes contundentes sobre los posibles efectos de las radiaciones electromagnéticas. Se realizó un estudio que sometieron a ratas embarazadas a radiaciones electromagnéticas de radio frecuencia con una frecuencia de 900 MHz, en la que las crías fueron analizadas. El estudio evaluó la cantidad de células que habían en el Hipocampo del cerebro, se comparó entre el grupo de control y el grupo que fue sometido, en la siguiente imagen se puede notar la diferencia entre ambos grupos (Davis, 2015).

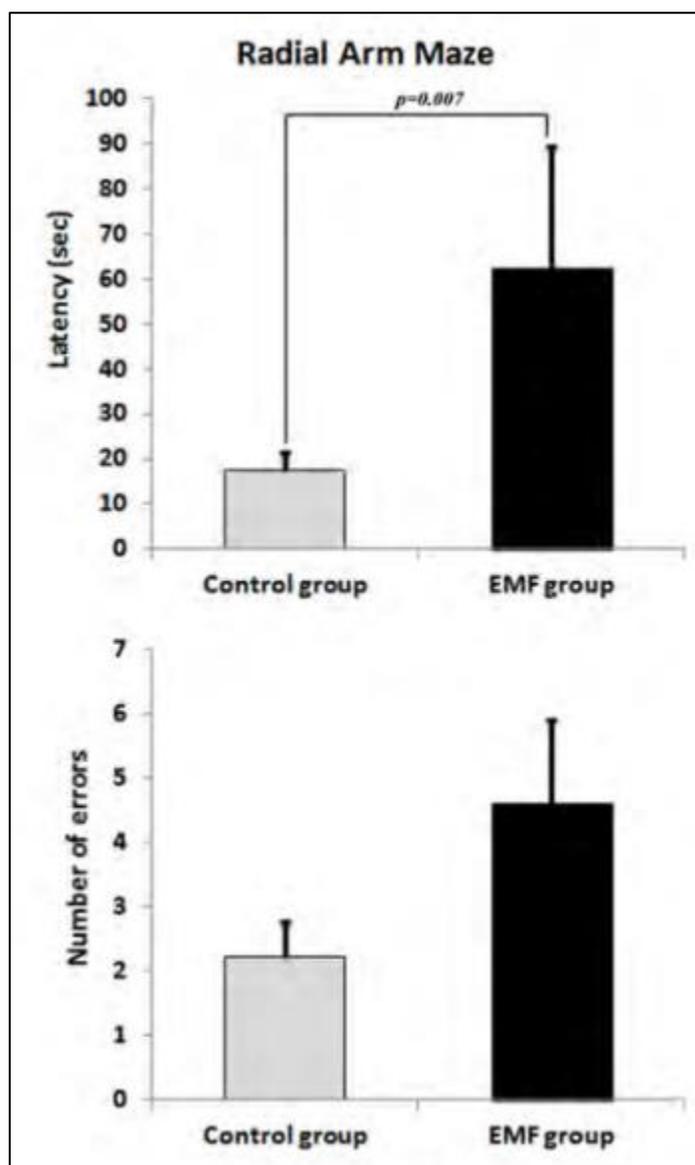
Figura 73. Imagen del hipocampo de las crías de las ratas



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Luego, tanto las crías de control como también las que fueron expuestas, fueron sometidas a una prueba, de la cual consistía en el salir de un laberinto, en las que los resultados se dividieron en dos secciones, el tiempo en el que se demoraron en salir y los errores que cometían, los resultados fueron los siguientes (Davis, 2015):

Figura 74. Desempeño de los grupos



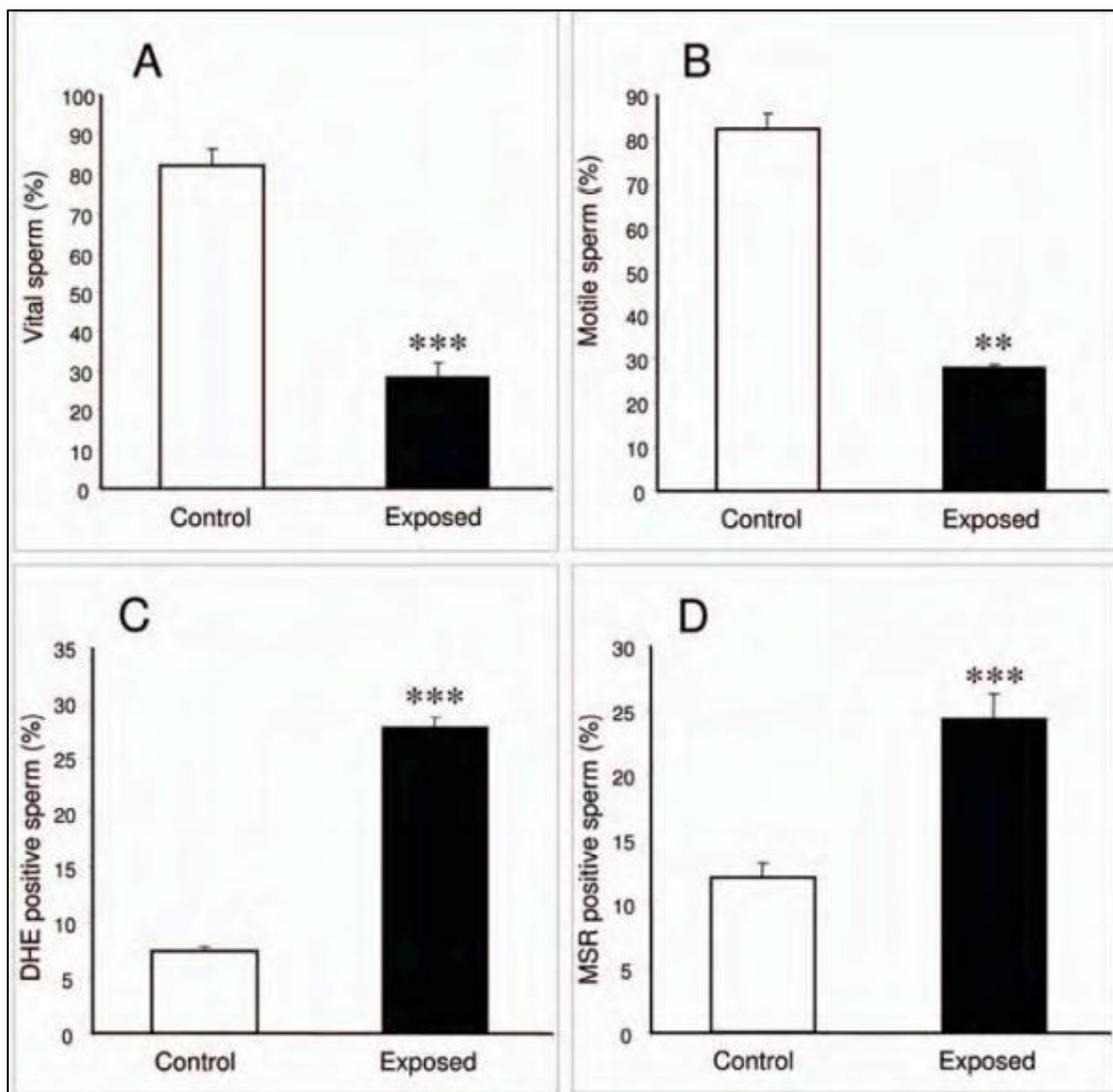
(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

El resultado que se obtuvo fue que las crías que fueron expuestas tuvieron problemas de memoria y déficit de aprendizaje. En cuanto a lo que se demostró en la prueba del laberinto que los que fueron sometidos a radiaciones les tomó tres veces más tiempo que el grupo de control, en cuanto a los errores cometidos, el grupo que fue expuesto tuvo el doble de errores que el grupo de control (Davis, 2015).

En cuanto a los estudios que analizan el espermatozoides humano sometido a exposiciones, se han realizado diversos estudios en los que han sido citados, de los que se ha llegado a

la conclusión de que producen problemas en la fertilidad del hombre, inclusive en la india se reconoce este problema y saben que existe tal relación entre las radiaciones y la fertilidad. El siguiente estudio representa un grafico en el que se analiza espermatozoides expuestos y espermatozoides de control, la vitalidad del espermatozoides, la motilidad espermatica, sondas de dihidroetidio (DHE) que sirve para medir la generación de EROS/ROS (especies reactivas de oxígeno) y Mito Sox Red (MSR) es un compuesto pobremente fluorescente similar a DHE pero que lleva una carga que resulta en la acumulación selectiva de esta sonda dentro de las mitocondrias (Geoffry N. De luliis Rhiannon J. Newey, 2009).

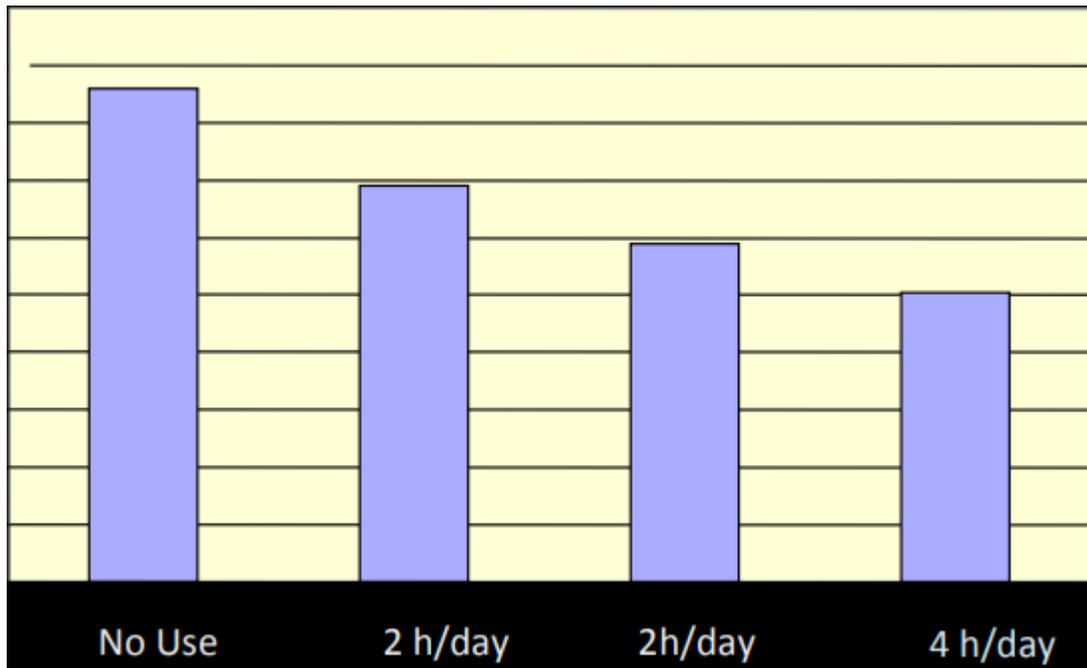
Figura 75. Resultado del estudio en espermatozoides



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Otro estudio que se elaboró por Ashok Agarwal en el 2008; y otros siete estudios en los que se basa únicamente para el conteo de los espermatozoides que fueron expuestos a un determinado tiempo, en los que se puede apreciar en la siguiente figura (Davis, 2015).

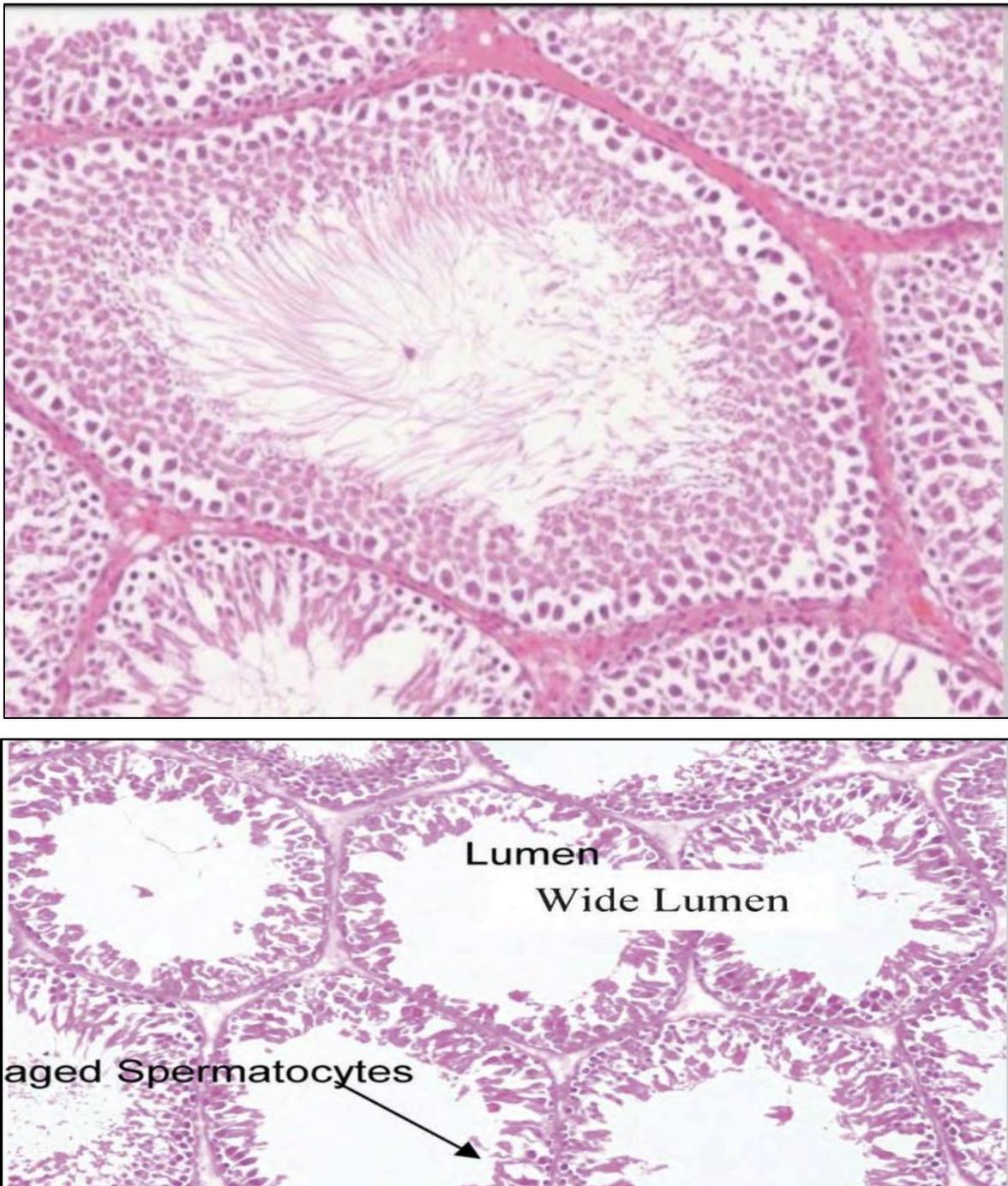
Figura 76. Conteo de los espermatozoides expuestos



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Otro estudio que evidencia los efectos de la exposición del teléfono celular, se sometieron bajo exposición a ratones machos con una edad de 70 días, en una media de 2 horas al día, durante 45 días, se sometieron a comparaciones con el grupo de control, los resultados arrojaron un aumento en EROS/ROS, la baja testosterona, aumento de la enzima que esta ligada al daño del ADN (caspasa-3) y fertilidad muy baja (Davis, 2015).

Figura 77. comparación de la pared celular de ratas de control y expuestas

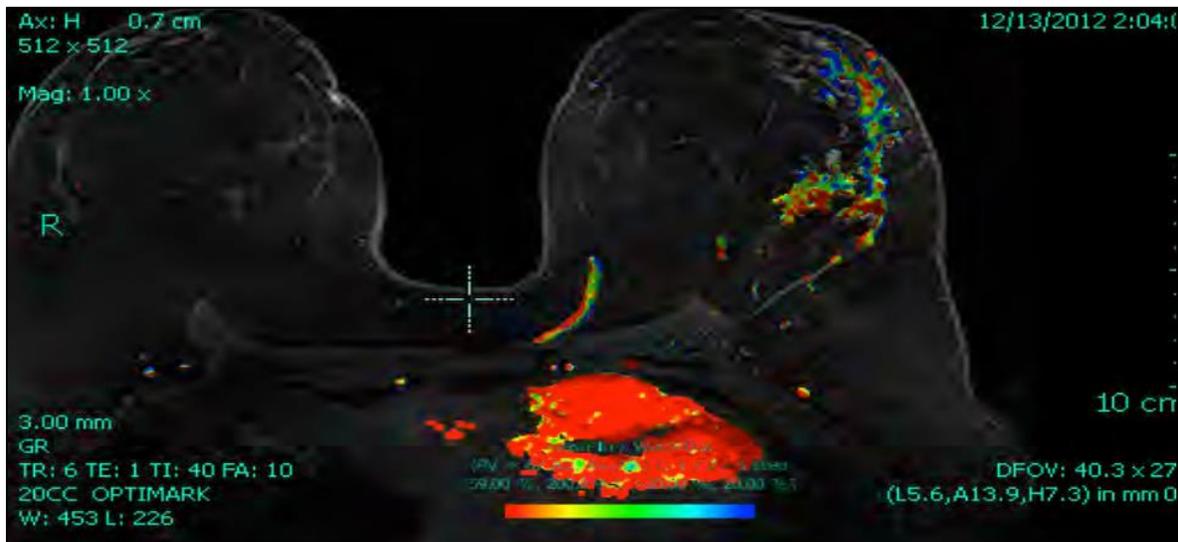


(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

Esta es una prueba del efecto de las radiaciones que produce cambios impresionantes que tiene la biología básica con las radiaciones electromagnéticas (Davis, 2015).

Algunas mujeres guardan sus celulares en sus brasier o sostenes, en los que también trae consecuencias nocivas. Se elaboro un estudio de casos en el 2009 de las mujeres que guardan sus teléfonos celulares en esa ubicación, de las cuales se les sometio a una resonancia magnetica, en la que se encontro a una mujer de 21 años con metástasis, con lo que dio comenzo a la propagación del tumor que tenia (Davis, 2015).

Figura 78. Tumores multifocales vinculados al teléfono celular



(Davis, Environmental Health Trust, 2015)

En este aspecto se destacan mas de 38 casos de los cuales, la familia de estas mujeres no poseen registro de tumores hereditarios, además se encontraron tumores multifocales en los que se encuentran ubicados en la posición de la antena del celular (Davis, 2015).

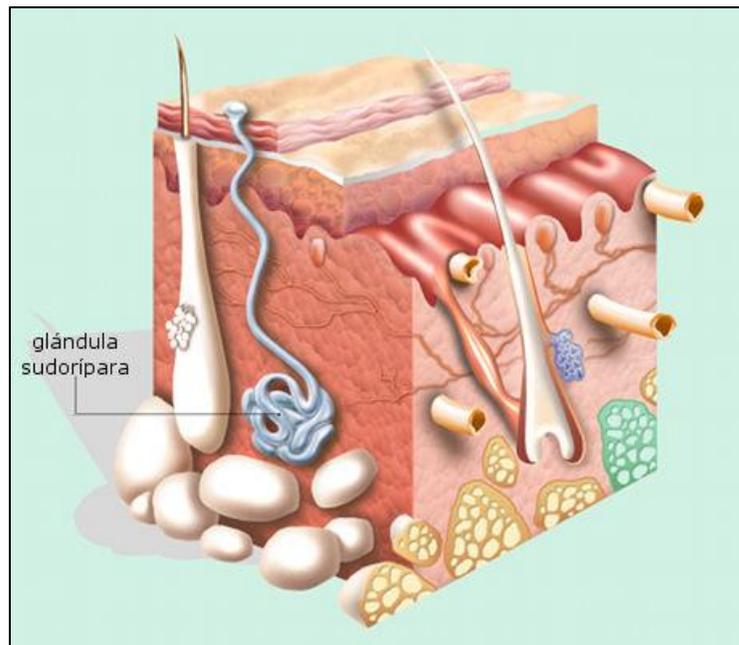
En cuanto a los tumores cerebrales y del porque se analizan por una prolongación tan larga de tiempo desde 1640 horas, hasta 20 años. Existe un estudio en el que se realizo en Japón, despues de la segunda guerra mundial, en la que se estudiaron a los sobrevivientes de Hiroshima y Nagasaki, estos sobrevivientes no desarrollaron cáncer cerebral inmediatamente. Sino que después a los 40 años se mostró un aumento considerable de cáncer cerebral en las personas sobrevivientes, esto dio a entender que debe de transcurrir varios años para poder obtener algún efecto negativo en el cerebro, por consecuencia los estudios respecto a los efectos nocivos del cerebro son tan prolongados (Davis, 2015).

10.4.3.1 Datos adicionales

Se considera que el 5G tendrá un ancho de banda hasta los 300 GHz (Amy Nordrum, 2017). Pero se debe de tener en cuenta que la radiación emitida por las antenas y por los celulares, radiaran a todos por igual, aunque también dependerá del uso del dispositivo como también de la persona (Davis, 2015).

Una de las curiosidades que posee el cuerpo humano, es que posee pequeñas antenas que reaccionan ante ciertas frecuencias, de las cuales capta la energía de las ondas. Estas antenas son las glándulas sudoríparas, de las cuales reaccionan ante frecuencias desde 90 GHz y frecuencias superiores (Ball, 2008).

Figura 79. Glándula Sudorípara



(Escuelapedia, s.f.)

El equipo de Israel que investigo las relaciones que tiene nuestro cuerpo con ciertas radiaciones altas, demostró que los conductos de sudor son capaces de absorber la radiación de dichas frecuencias, que son frecuencia EHF (Extremely High Frequency) que se encuentra entre las radiaciones de microondas y las de Terahertz. Las glándulas se comportan como antena dado que curiosamente tienen una forma de conducto, que atraviesan la epidermis como hélices regulares. En instantes cuando se encuentra la piel

con sudor, el sudor cuenta como conductor de electricidad, estos canales actúan como bobinas de alambre, de las cuales absorben la radiación a través de las longitudes que poseen están ondas milimétricas y submilimétrica. En la Universidad Hebrea de Jerusalén, Yuri Feldman y sus colegas dirigieron un haz de radiación EHF sobre la piel de las manos de un sujeto de pruebas, el sujeto había trotado durante 20 minutos de los cuales midieron la radiación reflejada en la que encontraron una absorción que no se observaba cuando no había mucho sudor, además esta absorción se disipo a medida que el sujeto descansaba después de trotar. También pudieron encontrar que la reflexión de las señales, eran proporcionales a la presión arterial y a frecuencia del pulso cardiaco que experimentaba el sujeto de prueba, estos indicadores eran conocido como estrés fisiológico de los cuales conduce a la sudoración, por lo que los investigadores buscaron la manera de cancelar la sudoración con un compuesto sintético que imita la parálisis del veneno de una serpiente, por lo que lograron inactivar las glándulas y así poder estudiar las observaciones, por lo que efectivamente se reducía drásticamente la absorción de las ondas EHF, se cita textualmente el grupo de Feldman “la respuesta del material a la radiación electromagnética está determinada por la estructura y no por la composición” (Ball, 2008).

En el departamento de defensa de los Estados Unidos, han creado un programa de armas no letales. En este programa se diseñó y se fabricó un dispositivo llamado Active Denial System o ADS (Sistema de Denegación Activa) del cual está diseñado para su uso en control de multitudes, de las cuales se pretende evitar el uso de balas de gomas o el uso de lacrimógenas. Este aparato funciona proyectando un haz de energía de radiofrecuencia de ondas milimétricas, que es enfocado y dirigido. El dispositivo funciona con un rango de frecuencia de 95 GHz, al ser de una frecuencia elevada, estas ondas poseen una longitud corta, con lo que la profundidad que atraviesa se expresa como 1/64 pulgadas de las cuales equivale a el grosor de 3 hojas de papel (U.S. Department of Defense, s.f.).

Figura 80. Active Denial System



(Hambling, 2009)

Este dispositivo genera calentamiento, pero es de un periodo de tiempo muy corto, no obstante, este efecto es dado por cierta frecuencia que es recibida por las glándulas sudoríparas, y al ser la porción del conducto de la glándula sudorípara de una longitud de 2 a 5 milímetros (Health Engine, 2011)(U.S. Department of Defense, s.f.)(Ball, 2008), la longitud al ser similar a la mitad de la longitud de onda con las que se trabaja en las ondas milimétricas, estas pueden ser absorbidas asimilándose a un dipolo, absorbiendo gran parte de la energía.

10.4.3.2 Implicancia de las ondas PEM en lo biológico

En este apartado se indica algunos estudios y tratamientos en los que se aplican los pulsos electromagnéticos para tratamientos médicos de los cuales comprueba que existe una respuesta biológica y sin tener en cuenta el efecto térmico.

Los efectos que se citaran a continuación son diversos, dado que los efectos atérmicos pueden tener varias implicancias biológicas. Se debe de tener en constancia de que los tratamientos con ondas PEM son de hace muchos años atrás, por lo que este conocimiento debería de estar en las mentes de los expertos que analizan estas radiaciones.

Citación	Resumen del estudio
Allan Binder, Graham Parr, Brian Hazleman, Sylvia Fitton-Jackson. Terapia de campo electromagnético pulsados en pacientes con tendinitis persistente de manguito rotador (Allan Binder, 1984).	En el estudio se utiliza el método doble ciego (i.e. los pacientes no saben en qué grupo se encuentran, el de control o los que serán sometidos al tratamiento) se toma en cuenta a 29 pacientes de los cuales estaban en tratamiento de tendinitis persistente del manguito rotador, el grupo de pacientes fueron seleccionados por ser refractarios (i.e. resistentes) a la inyección de esteroides y otras medidas conservadoras convencionales, de los cuales 15 pacientes fueron sometidos a los pulsos de los campos electromagnéticos que eran emitido por bobinas, mientras que 14 solo fueron de control. El grupo que fue sometido al tratamiento mejoro bastante en comparación con el grupo de control durante las primeras cuatro semanas del estudio, durante el segundo periodo de las cuatro semanas de tratamiento, el grupo de control también paso a ser sometidos a campos electromagnéticos pulsados, por lo que en esos momentos no se observó diferencias significativas

	<p>entre los grupos de pacientes, esta falta de diferencias entre los grupos persistió durante la tercera fase. La tercera fase consistió en que ambos grupos no recibió ningún tipo de tratamiento por ocho semanas. Al final del estudio 19 pacientes (65%) de los 29, no tenían síntomas y otro cinco mejoraron mucho en comparación con los otros pacientes.</p>
<p>C. Andrew L. Bassett. Efectos beneficiosos de los campos electromagnéticos pulsados (Bassett, 1993).</p>	<p>El control selectivo para las aplicaciones de los campos electromagnéticos en las funciones celulares, son configurados y variados en el tiempo. Estas tecnologías han agregado una dimensión nueva a la biología y a la medicina. Los parámetros de los campos electromagnéticos pulsados terapéutico (PEMF), se crearon para inducir un voltaje similar a los que normalmente ocurre en la deformación mecánica dinámica de los tejidos conectivos (i.e. caminar, patinar). De esta manera se ha podido tratar una variedad importante de trastornos musculoesqueléticos persistentes en los pacientes con gran éxito en las últimas dos décadas, más de 250.000 pacientes con fracturas crónicas han sido tratados en todo el mundo, este método quirúrgico no invasivo, es sin riesgo, sin molestias y sin altos costos. Por lo que muchas de las respuestas atérmicas a nivel celular y nivel subcelular, se puede identificar como apropiados para tratamientos que se deba corregir patologías para las cuales se puedan utilizar las PEMF. A medida que se amplía la investigación de este tipo de estudio, que se aplica el método doble ciego, el cual reafirma los resultados obtenidos por los estudios sin sesgo, por lo que se amplía la gama de enfermedades tratables. Estos se</p>

	<p>incluyen a la regeneración nerviosa, comportamientos de injerto, la diabetes, la curación de heridas, isquemia cerebral (i.e. insuficiencia de flujo sanguíneo en una zona del cerebro) y miocárdica (i.e. ataque cardíaco y accidente cerebrovascular) y entre otras. Con solo los datos preliminares se da insinuación sobre el control de malignidad, por lo que dependen de los requisitos específicos para la energía del campo que se podría ampliar a mas enfermedades que pueden ser tratadas de esta forma.</p>
<p>Ibiwoye MO, Powell KA, Grabiner MD, Patterson TE, Sakai Y, Zborowski M, Wolfman A, Midura RJ.</p> <p>La masa ósea se preserva en una osteotomía de tamaño crítico mediante campos electromagnéticos pulsados de baja energía tal como se cuantifica mediante tomografía computarizada in vivo (Ibiwoye MO, 2006).</p>	<p>Los tratamientos con campos electromagnéticos pulsados (PEMF) no son invasivos y son efectivos, especialmente para estimular la formación de huesos in vivo, esto es para aumentar la curación de fracturas que aún es controvertido, que en su mayoría se debe por los escasos datos de diversos estudios, que presentan algunas ambigüedades técnicas en la interpretación de datos, entonces para evitar incertidumbre se implementó el protocolo riguroso de doble ciego. El estudio toma a ratas ancianas con osteotomía fibular diafisaria (i.e. operación que cambia su dirección y posición del hueso de la pierna) que lograron un estado de no unión dentro de la tercera o cuarta semana posterior a la cirugía. La osteotomía bilateral se abordó con tratamiento PEMF en una extremidad posterior, con la que se puso en contraste con el tratamiento simulado siendo observado in vivo por tomografía computarizada (microCT) de una alta resolución y sensibilidad. El tratamiento se pudo notar una reducción significativa de la cantidad de pérdida del volumen óseo del segmento fibulares distales que</p>

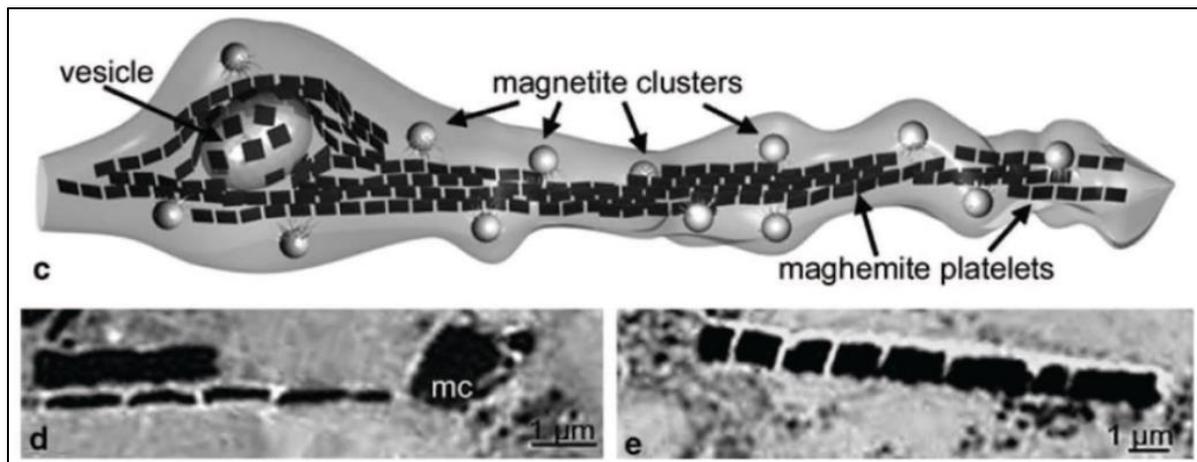
	<p>fueron tratados en comparación a los que solo fueron simulados. Las brechas osteotomía fue mucho menor en comparación con el grupo que fue de control. Por lo tanto, los datos exponen que existe consecuencias biológicas medibles en las exposiciones PEMF en tejidos óseos in vivo.</p>
<p>Chul-Ho Kim, Courtney M. Wheatley-Guy, Glenn M. Stewart, Dongwook Yeo, Win-Kuang Shen y Bruce D. Johnson. El impacto de la terapia de campo electromagnético pulsado sobre la presión arterial y los niveles circulantes de óxido nítrico (Chul-Ho Kim, 2019).</p>	<p>El propósito de este estudio se plantea desde como un método para la regulación de la presión arterias (PA) es importante, dado que es fundamental para evitar algunas enfermedades o el riesgo de estas que son de índole cardiovascular. Este método ha tenido un creciente interés, dando que se puede utilizar este método novedoso en vez de métodos farmacológicos para tratamientos de PA. La terapia por PEMF tiene impactos en la función fisiológica a nivel celular y tisular y un posible mecanismo del cual produce un impacto en la función endotelial (i.e. tejido de la zona interna de todos los vasos sanguíneos) y las vías relacionadas con el óxido nítrico (NO). Por lo que en este estudio se pretendía evaluar los efectos PEMF en sujetos con síndrome metabólico leve o moderado. El método utilizado es doble ciego para evitar el sesgo, además de tomar 12 semanas y 23 sujetos para el tratamiento con PEMF y otros 21 fueron sometidos una terapia simulada, se tomaron muestras para medir los niveles de óxido nítrico en intervalos de tiempos similares. Los resultados demostraron que existen variaciones importantes de óxido nítrico con el grupo que fue sometido al tratamiento en comparación al grupo que fue simulado, dando como resultado una terapia efectiva. Por lo tanto, se pude tomar como conclusión</p>

	<p>que las PEMF puede aumentar la disponibilidad de óxido nítrico en plasma y poder mejorar la presión arterial desde un instante a otro. No obstante, este efecto beneficia aún más a las personas que sufren de una pronunciada hipertensión.</p>
--	---

10.4.3.3 Implicaciones biológicas con la magnetita

La fecha en la cual los investigadores identificaron la presencia de magnetita en el cuerpo fue en 1992 (Wilson, 2018). El hierro compone el hemo de la hemoglobina, por lo que la pigmentación de la sangre es roja por este motivo. Este elemento se almacena en ferritina, que es una proteína que se encuentra en casi todos los organismos vivos, dicho elemento se encuentra en forma de mineral dentro del cerebro humano. Este mineral de hierro se le conoce como magnetita (Fe_3O_4) y es también uno de los minerales naturales más magnéticos de la tierra. Se posee este mineral en el cerebro para una función que el geobiólogo de Caltech Joseph Kirschvink define que es para permitir sentir el campo magnético de la tierra (Pomeroy, 2019).

Figura 81. Racimo de magnetita



(Brown, 2018)

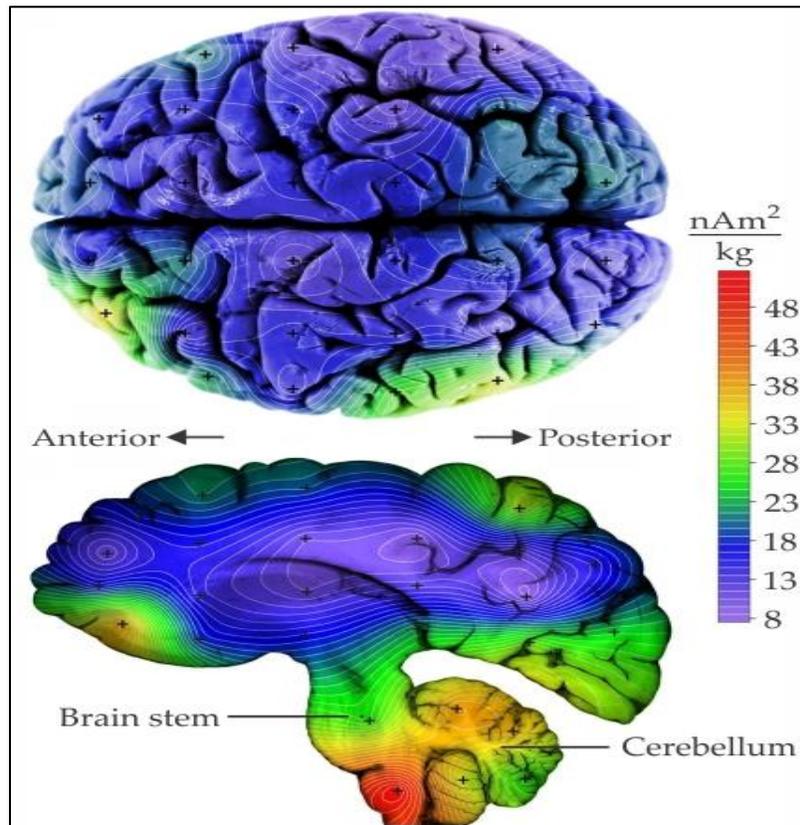
Esta habilidad esta en todo el reino animal (e.g. Bacterias, pájaro, tortugas y murciélagos) el poder sentir el geomagnetismo del planeta sirve para tener un sentido agudo de dirección y ubicación, por lo que se conoce como magnetorecepción. Aunque, se debe

de tener en cuenta que no hay pruebas sólidas de que el humano pueda sentir los campos magnéticos, hasta principios del año 2019, en que se publica un estudio por parte de Kirschvink y un equipo de investigadores. El estudio consistía en sentar a los sujetos de prueba en una cámara protegida de interferencias electromagnéticas y adentro de la cámara había campos magnéticos alterados, para posteriormente observar las ondas cerebrales de los sujetos de prueba. Por lo que encontraron un efecto claro y totalmente cuantificable, sobre la amplitud de las ondas alfas sobre los cerebros de los sujetos, que se define como un tipo de actividad eléctrica del cerebro. Por lo que se podría definir como un tipo de sentido magnético rudimentario, aunque es indudablemente más débil comparado con los sentidos que poseen otros animales (Pomeroy, 2019).

La funcionalidad se le atribuye a la magnetita según Kirschvink, las células receptoras que contienen el cristal de magnetita pueden registrar cambios en los campos magnéticos e informar esta información al cerebro, además se asimila con lo que ocurre con las bacterias magnetotácticas. Que poseen una estructura de cristales de magnetita a nanoescala denominados magnetosomas, que funciona como brújulas biológicas (Pomeroy, 2019).

El geofísico Stuart Gilder, el neurocientífico Christoph Schmitz y sus colegas realizaron el primer mapeo sistemático de las nanopartículas de magnetita en el cerebro humano. Este estudio se llevó a cabo en una instalación con blindaje magnético, del cual se utilizó un magnetómetro superconductor para medir los momentos magnéticos de siete cerebros disecados (Wilson, 2018).

Figura 82. Concentración de magnetita en cerebro humano



(Wilson, 2018)

La única complicación que se tuvo fue el fijador químico utilizado, dado que para almacenar los cerebros este fijador reduce la concentración total de hierro en los tejidos, no obstante, Gilder y su compañía pudieron medir los trazos residuales de magnetización de los siete cerebros. La mayor magnetización que se pudo medir fue de $3,75 \times 10^{-11} Am^2$ (i.e. intensidad de campo magnético H, medida en amperios por metro (A/m), o amperios por área en metros (A/m^2)). Este hallazgo descubrió magnetita concentrada en ubicaciones parecidas en comparación con los siete cerebros estudiados, de los cuales las ubicaciones fueron el cerebelo y el tallo cerebral, como se muestra en la figura 82. Las ubicaciones en las que se asimilaba las concentraciones de magnetita en el cerebro, estaba distribuidos simétricamente entre los dos hemisferios, tanto el derecho como el izquierdo (Wilson, 2018).

En cuanto a la salud humana y la magnetita, se ha encontrado una relación entre la presencia de magnetita en el cerebro y varias enfermedades neurodegenerativas, de las

cuales se incluye la enfermedad de Alzheimer (Gieré, 2016). También se vincula que existe evidencia de los niveles altos de magnetita en tejidos cerebrales en pacientes con la enfermedad de Alzheimer, además de varios estudios que demuestran que las células cerebrales responden a los campos magnéticos externos (Wilson, 2018).

La implicancia de la presencia de magnetita y los campos magnéticos, tiene efectos biológicos al ser expuesta a campos magnéticos, de los cuales se estudian aplicaciones médicas en tratamientos con campos magnéticos alternos para causar necrosis de las células cancerosas, este proceso no daña el tejido normal circundante. Además, varios investigadores han propuesto, que la presencia de magnetita endógena (i.e. que se genera internamente) podría tener un papel importante en la percepción, la transducción y el almacenamiento de información a largo plazo en el cerebro humano y en otros organismos (Gieré, 2016).

Se debe de tener en cuenta que la magnetita se utiliza también para absorber ondas electromagnéticas. Esta magnetita es introducida a través del cemento en las construcciones militares y algunos sectores de interés que desean construir instalaciones capaces de absorber ondas dieléctricas, magnéticas y electromagnéticas tanto desde el exterior como en el interior (Bowen Guan).

10.4.3.4 Radiación electromagnética y mitocondria

Las comunicaciones inalámbricas han aumentado en estas últimas décadas, la preocupación constante es sobre si son seguras las radiaciones electromagnéticas, dado que constantemente han ido aumentando en intensidad. Tomándose en cuenta que la radiación electromagnética artificial provoca un sin número de efectos biológicos que comienzan a nivel molecular y termina por derivar en disfunción celular, tisular y orgánica. Las radiaciones electromagnéticas producen efectos a nivel subcelular al alterar la rotación molecular y la vibración en la que ocurre en los procesos mitocondriales, esto provoca colisiones entre moléculas y rupturas de enlaces químicos que termina afectando la estructura y la función que poseen, esto tiene consecuencia directa en la producción de energía celular (Yan-Hui Hao, 2015).

El daño a la estructura de la mitocondria causado por la exposición de las radiaciones electromagnéticas, es debido a que provoca hinchazón y cavitación en las mitocondrias (e.g. cristales o pliegues mitocondriales rotos, desorganizados y dispersos) (Zhao L, 2012) (Yan-Hui Hao, 2015). Estos efectos son agravantes a medida que la exposición es prolongada, por lo que las exposiciones en un largo plazo son proporcionales a un mayor daño significativo. Se expusieron ratas a dosis de radiación baja (30 mW/cm^2) por tres horas de radiación de microondas, esto aumento la inflamación visible de las mitocondrias y luego de las veinticuatro horas, se produjo una degeneración mitocondrial, por lo que el daño que produce las radiaciones electromagnéticas son acumulativas (Yan-Hui Hao, 2015). El daño hacia la mitocondria afecta a su matriz, esto produce una disminución en el potencial de la membrana mitocondrial, que tiene como responsabilidad de proporcionar fuerza motriz al protón y así mismo, en la producción de energía en las mitocondrias, lo que finalmente produce la apoptosis de la celular (i.e. muerte celular) (Hongyan Zuo, 2014)(Yan-Hui Hao, 2015).

Los mitocondriales son los reguladores del homeostasis (i.e. síntesis de autorregulación) del calcio dentro de la célula, por lo general el calcio que es manejado fuera de la célula (i.e. extracelular) es mayor que el calcio dentro de la célula (i.e. intracelular), por lo que la mayor cantidad de calcio (Ca^{+2}) intracelular se almacena en las mitocondrias y el retículo endoplásmico. La radiación electromagnética provoca un aumento significativo en el calcio citoplasmático, produciéndose una activación excesiva del poro de transición de la permeabilidad mitocondrial (i.e. estructura que comunica la matriz mitocondrial con el citoplasma), por consecuencia, no se puede comprender bien la comunicación entre la matriz mitocondrial y el citoplasma, provocando alteraciones en los gradientes metabólicos, produciendo el desacoplamiento de la fosforilación oxidativa, la energía cesa debido a que la cadena respiratoria, de la cual no sintetiza más ATP. El ATP restantes producido por las mitocondrias que no fueron afectadas, también se agota y lo siguiente es la muerte celular, el exceso de calcio intracelular también provoca hinchazón en las mitocondrias, dependiendo de su tamaño puede producir ruptura de las mitocondrias (Yan-Hui Hao, 2015).

El estrés oxidativo y la señalización celular perturbada son causadas por las radiaciones electromagnéticas. El estrés oxidativo se origina por el desequilibrio en la producción de los radicales libres, agregándose los mecanismos de defensa antioxidantes. Se produce un aumento significativo en las especies reactivas de oxígeno, contrario a las enzimas antioxidantes (e.g. glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa), provocando un aumento de la oxidación de proteínas, además tomándose en cuenta que la radiación reprime la cadena de transporte de electrones o cadena respiratoria mitocondrial, esto prolonga la vida útil de los radicales libres y como también deteriorando el sistema de defensa antioxidante (Yan-Hui Hao, 2015) (Xu S, 2010).

Las radiaciones electromagnéticas son capaces de causar daños en genes mitocondriales al igual que provocar mutaciones genéticas. El ADN mitocondrial (ADNmt) es más susceptible a estímulos externos que el ADN nuclear (Yan-Hui Hao, 2015). Además el ADNmt carece de los mecanismos de reparación que posee el ADN nuclear (Xu S, 2010). La radiación induce roturas de la cadena de ADNmt y el exceso de producción de especies reactivas de oxígeno, esto produce una disminución en el número de copias de ADNmt, al igual que las transcripciones de ARNm (Xu S, 2010). Toda modificación causada en el ADNmt se podría transferir a las futuras generaciones, tomándose en cuenta que las madres son las que transmiten el ADNmt a sus hijos, a su vez las mutaciones mitocondriales amplifican el estrés oxidativo al codificar proteínas de suma importancia para la cadena de transporte de electrones (Xu S, 2010).

10.4.3.5 Conflicto de interés y sesgo inducido

La guía de exposición que es utilizadas por muchos organismos de la que fue establecida en el año 1998 por manos de la comisión de protección contra las radiaciones no ionizantes (ICNIRP), de la cual se basa únicamente en la exposición a corto plazo de los efectos térmicos o de calentamiento de tejido, además niegan rotundamente que no existe los efectos biológicos no térmicos (Hardell, 2017).

Se ha podido concluir por parte de varios expertos, de que algunos estudios realizados por profesionales que fueron patrocinados por las industrias, en estos estudios no reflejan la realidad de los verdaderos efectos, por lo que se deduce que la industria induce o

genera sesgo en la elaboración de estudios, lo impactante es que la cantidad de estudios es inmensa, de la cual muchas han sido investigaciones patrocinadas y no señalan efectos algunos, esto se incluyen algunos gobiernos. Por lo que es difícil encontrar la neutralidad realmente en estos casos de estudios, en donde se haga un estudio sin sesgo (Davis, 2015).

Se debe de destacar que los expertos que son seleccionados para ser integrados a ICNIRP, deben ser elegidos por los mismos miembros del ICNIRP, de los cuales varios se encuentran vinculado a la industria (Hardell, 2017).

Se han estudiados los efectos de las radiaciones en varias ocasiones por parte de las instituciones en 1993, en 1998, en 2002 y en el 2012. En todos esos estudios realizados por las organizaciones de peso mundial, se llega a las mismas conclusiones en cada uno de los estudios “necesitamos más investigación”. Es preocupante que, teniendo la financiación suficiente para investigar, se llegue siempre a las mismas conclusiones, por lo que la doctora Devra coincide que es curioso que se financie para que se llegue siempre a las mismas conclusiones del estudio anterior. Hay varios expertos que aceptan esta coincidencia y aceptan la complejidad que conlleva esto, dado que es innegable su existencia en este campo (Davis, 2015).

Se toma como antecedente que el biofísico Michael Repacholi de Australia, fue el primer presidente de la ICNIRP en 1992, la investigación que él ha hecho respecto al tema es casi nula, aunque en 1997 publicó un estudio del cual se investigó la incidencia de linfomas en ratones expuestos a radiaciones de radiofrecuencia, esta acción tuvo mucha atención. Repacholi hace unos años atrás antes de publicar el estudio (1995) incito a que se debía de iniciar el proyecto CEM (para establecer científicamente los posibles efectos sobre la salud a causa de las radiaciones No-Ionizante), del que fue adoptado por la organización internacional de salud (OMS) en 1996. En aquel momento Repacholi en 1996 hasta el 2006, fue el líder del departamento de radiación electromagnética de la OMS, estableció una estrecha colaboración tanto en la OMS y la ICNIRP cuando Repacholi estaba encargado de ambas organizaciones. También invito a las industrias eléctricas y de telecomunicaciones en reuniones en donde también había militares invitados. Toda esta organización para la realización del proyecto CEM, fue financiada

por la industria de las telecomunicaciones. Repacholi en el 2006 actuó como representante de las telecomunicaciones cuando era el responsable del departamento en donde se analizaban los efectos de las radiaciones, el vídeo de la conferencia, Repacholi indica una inclinación a las industrias, siendo presidente de ICNIRP del cual ha dictado el paradigma o la verdad absoluta sobre los únicos efectos que presentan un riesgo, que son los efectos térmicos de las radiación no-ionizante, habiendo abundante evidencia científica que indican que los efectos no térmicos, poseen riesgos (Hardell, 2017).

Se considera inusual y científicamente inadecuado no permitir la revisión de las evaluaciones de los riesgos para la salud, al igual que las medidas de protección de las cuales serían parte fundamental de la monografía. Teniendo en cuenta de que seis de los miembros del grupo básico de la OMS, cuatro de ellos son miembros de ICNIRP y un ex miembro. Existen varias personas que están vinculadas a otros grupos, autoridades y/o comités, lo que representa un conflicto de interés al momento de evaluar científicamente los posibles riesgos que provienen de las radiaciones de radiofrecuencia. Se destaca que en el Consejo de Ética del Instituto de Karolinska de Estocolmo, en Suecia. Concluyo de que al ser miembro de ICNIRP puede tener conflictos de interés al emitir opiniones sobre los riesgos para la salud de las radiaciones no ionizantes (Hardell, 2017).

Tabla 8. Miembros del grupo central de monografías de la OMS y de otros grupos

Name	WHO	ICNIRP	UK/AGNIR	SSM	SCENIHR
Simon Mann	X	X	X		
Maria Feychting	X	X	X	X	
Gunnhild Oftedal	X	X			
Eric van Rongen	X	X		X	
Maria Rosaria Scarfi	X	X		X	X
Denis Zmirou	X				

nota: WHO, World Health Organization; ICNIRP, International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection; AGNIR, AdvisoryGroup on Non-ionising Radiation;SSM, Valores de las normativas de los países OCDE (Hardell, 2017)

Varios científicos y grupos compuesto de expertos, han enviado comentarios críticos a la OMS sobre las deficiencias del proyecto de monografía que respecta a los campos de

radiofrecuencias. La OMS no da respuesta ante comentarios emitido tanto de manera colectiva como individual, el profesor emérito Lennart Hardell y varios otros profesionales que son considerados expertos, dan su opinión respecto a la conclusión en el proyecto de la OMS, considerándolos sesgado hacia resultado nulos, las conclusiones sobre una asociación entre el uso de teléfonos celulares y un mayor riesgo de tumores cerebrales son mal interpretados, dando información selectiva o hasta omitir información, se ha pedido que se reescriba de manera equilibrada por científicos que estén capacitados en epidemiología y oncología, dado que se necesita de medicina para poder comprender, al igual que también no haya ningún conflicto de interés (Hardell, 2017).

El 3 de marzo de 2017, se realizó una reunión informal en la OMS, en aquella reunión participo el profesor Lennart Hardell y otros 4 expertos en el tema que ofrecieron pequeñas presentaciones de las que no se daba tiempo a discutir sobre los efectos de las radiaciones de radiofrecuencia, principalmente de los efectos no térmicos. De esta reunión se saca la conclusión que fue una decepción, dado que los dos funcionarios de la OMS no mostraron mucho interés en colaborar con los científicos que fueron convocados en la reunión a pesar de toda la evidencia que fue entregada. Se concluye que los efectos no térmicos son ignorados y además no se tiene la intención de reemplazar al grupo de expertos afiliados a la INCIRP de la OMS, se debe de tener en cuenta que los miembros de la ICNIRP han escrito información que es científicamente incorrecta y engañosa, se desconoce si la OMS ha respondido a estas evidencias de mala conducta científica por parte de la ICNIRP. Además, irónicamente el personal de la OMS parece protegerse de los altos niveles de radiación de radiofrecuencias en el edificio de Ginebra, en el cual han tomado medidas para reducir la entrada de estas radiaciones al edificio (Hardell, 2017).

El profesor emérito en bioquímicas y ciencias médicas, llamado Martin L. Pall, hizo un compendio de estudios importantes, de los cuales en su mayoría se encuentran en la primera tabla de estudios sobre los efectos de estas radiaciones (Pall, 2018). Este estudio fue entregado de manera electrónica, como de manera física con el siguiente nombre "5G: Great risk for E.U, U.S. and International Health!", los estudios del documento fueron enviados a la Unión Europea, junto a grupos científicos europeos, de los cuales se obtuvo

una respuesta con dos documentos que fueron escritos por el señor Ryan y el doctor Vinci, que respondían a un gran número de científicos de los cuales el señor Martin L. era uno de los líderes que se conformaban de varios grupos de científicos y doctores. El mensaje que fue emitido para responder ante las inquietantes preocupaciones de estos grupos, el señor Ryan responde textualmente lo siguiente "Hay evidencia consistente presentada por organismos nacionales e internacionales (Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante) - ICNIRP, Comité Científico sobre Riesgos de salud emergentes y recientemente identificados (SCENIHR) que la exposición a campos electromagnéticos no representa un riesgo para la salud, si permanece por debajo de los límites establecidos por la Recomendación 1999/519 / CE1 del Consejo". De esta manera, los grupos de científicos responden a través del profesor emérito, diciendo que las normas que se han hecho, que están en posición de tomarlas como la ICNIRP o SCENIHR, la posición que toman es parecida a la US FCC, la FDA y el National Cancer Institute, lo dice porque las evidencias que muestran en sus estudios es inconsistente o en conflicto, por lo que en su opinión no se debería de sacar conclusiones. También afirma el profesor que hay organizaciones que declaran que no existe un mecanismo conocido por el cual se puedan producir estos efectos, también manifiesta que hay mucho material científico que es independiente, que muestran estos efectos, dando como causa un conflicto entre ambas conclusiones sobre la falta de evidencia sobre los efectos y mecanismos de estos (Pall, 2018).

Por último se hace mención a Bradford Hill, que en 1965 tenía un punto de vista sobre la asociación o causalidad, en la cual se presentó en ese año a la Royal Society of medicine 14 de enero, el punto en el que se desea hacer referencia es, que existe una relación entre los factores ambientales y las enfermedades (Hill, 1965).

En el libro "Disconnect" de la doctora Devra, documento una cita de un epílogo de 1994 en el que las industrias se dieron cuenta de que existían estudios que sugerían que habían efectos dañinos provenientes de las radiaciones de los teléfonos celulares, en ese momento se escribió un memorándum para citar "El juego de la guerra de la ciencia" (Davis, 2015). En lo que respecta al sentido común, de que no es un problema que se

deba de tomar con tanta ligereza como si fuera un juego, dado que no es un juego el futuro de los hijos, de los padres, de los abuelos o especialmente del prójimo.

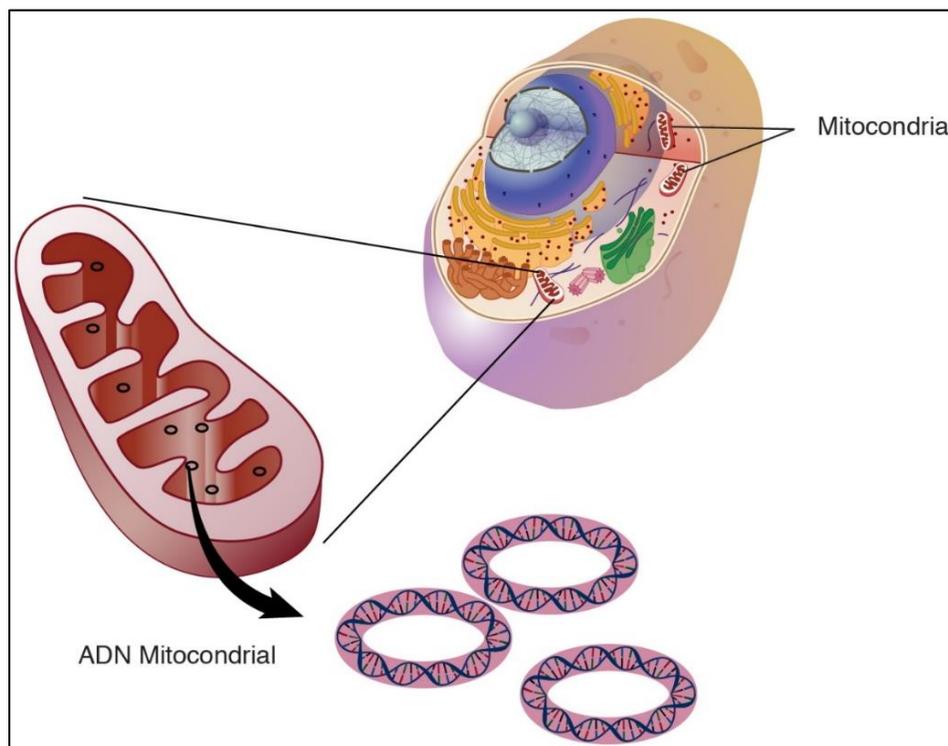
11.1 Conclusiones generales del estudio

se puede observar que existe abundantes pruebas de las que no se están tomando en cuenta de todo lo que se ha expuesto hasta ahora, pero las instituciones están al tanto de esta situación. Al igual que también se ha justificado sobre la ineficiencia de los parámetros de seguridad como el SAR, del cual solo se toma en cuenta los efectos térmicos que son producidos, y se ignora totalmente los efectos atérmicos de las radiaciones electromagnéticas.

Las mitocondrias son afectadas por las ondas electromagnéticas de las cuales producen alteraciones a nivel subcelular al alterar la rotación molecular y la vibración en la que ocurren los procesos mitocondriales, provocando colisiones moleculares y ruptura de enlaces químicos, esto tiene repercusiones directas en la producción de energía (Yan-Hui Hao, 2015).

Se debe de mencionar que este organelo posee su propio ADN, Esto es debido a que posee la capacidad de controlar estos mismos para sintetizar proteínas.

Figura 83. ADN mitocondrial



(National Human Genome Research Institute, s.f.)

De esta manera la alteración del funcionamiento de este organelo puede traer diversas consecuencias aparte de la producción de energía, derivando en una serie de efectos como la generación excesiva de EROs/ROS (especies reactivas de oxígeno), aumento de radicales libres, alteración de apoptosis celular, problemas en la sintetización de proteínas, estrés celular, cáncer, problemas a los riñones, problemas musculares, problemas en el cerebro, etc (Hamers, 2016)(National Human Genome Research Institute, s.f.). También se debe de tener en cuenta que el ADNmt es más propenso a las modificaciones y también tiene la característica de poder ser heredado de la madre a los hijos, por lo que su modificación por estas radiaciones podría afectar a las futuras generaciones.

Se debería de considerar que, si hubieran, aunque sea 10 o 20 estudios reflejando efectos nocivos para la salud de las personas, se deberían de estudiar en profundidad en ambas partes y así entregar información totalmente verídica con la unión de ambos sectores, tanto independientes como dependientes. De esta manera se podría llegar conclusiones mucho más exactas y así juntos progresar. Pero en esta situación, hay demasiadas pruebas que indican lo contrario a lo que están indicando las organizaciones como instituciones reguladoras. Además, la clasificación de estas radiaciones no debería estar en la clasificación de posible cancerígeno (2B), deberían de ser cancerígeno probado (de tipo 1).

También se debe de mencionar lo desactualizado que se encuentra Subtel en cuanto a la información de los posibles impactos a la salud que podría causar la sobreexposición de las radiaciones no-ionizantes en general, dado que el estudio más reciente sobre este tema, fue publicado el año 2006 con el título de “Ondas de Radio, Antenas y Salud: Nociones Fundamentales para el Legislador” (Subsecretaría de telecomunicaciones).

La respuesta más lógica que deberían dar las organizaciones reguladoras es básicamente hacer un estudio bastante completo y de manera oficial para poder hacer parámetros de seguridad que sean acorde a todos los efectos de las radiaciones sin dejar afuera los efectos atóxicos, de esta manera el mundo científico podrá enfocarse en otras cosas, como el progreso en sus respectivas ciencias, en vez de identificar si una tecnología es dañina, dado que las organizaciones que velan por la salud y el medio

ambiente, deberían de investigar una tecnología antes de que las industrias lancen el producto o la tecnología, lo cual, deja mucho que desear, tanto con las fechas de los primeros estudios sobre los posibles efectos (más de 15 años evidenciando daños), como también la cantidad de pruebas que indican que existen posibles consecuencias con el uso de estas tecnologías. Por lo tanto, se deberían de estudiar con todo el rigor que se merecen estas tecnologías, teniendo en cuenta la salud del humano como de otras especies y el medio ambiente.

También se debe de destacar que, si el humano llega estar sometido a radiaciones que superen los 90 GHz, estas radiaciones serán absorbidas fácilmente debido a la fisiología del humano y sin mencionar el impacto hacia el resto de los seres vivos, como también del medio ambiente. Por lo que no se debería irradiar tales frecuencias tan altas y más aún, cuando las infraestructuras que se desea instalar para el 5G, que es por las características que este posee, tendrá como resultado una proximidad de las radiaciones de las cuales no están acostumbrados los usuarios y que en este estudio toma constancia de que dicha implementación afectara a las personas.

No se descarta la posibilidad de que existan efectos que tienen relación con la magnetita del cerebro humano, dado que es capaz de absorber energía y reaccionar ante ondas electromagnéticas. Por lo que se debería de estudiar a fondo las posibles enfermedades que tendrían relación con la magnética y las ondas electromagnéticas.

En cuanto a las opiniones que se han emitido por parte de algunos científicos que realmente están preocupados, y que se observa que han sido desarmados solo por dar una opinión distinta a la oficial, cuando la ciencia siempre se ha tratado de discutir las cuestiones con pruebas contundentes de las cuales en los grupos mayoritarios que no son tomado en cuenta, siempre han dado pruebas y datos de los cuales se pueden comparar con los datos oficiales, pero en la actualidad no existe esa discusión objetiva. Cuando la ciencia se diferencia de la Religión, porque se debe constantemente cuestionar y crear discusión objetiva, para poder sacar conclusiones. Por lo que si una rama de la ciencia no admite dudas o no admite que se refute, entonces no pasaría a ser cuestión de ciencia, sino de religiosidad.

El objetivo específico del estudio se cumplió, dado que el estudio se conformó con más de la mayor parte de los estudios tanto de organizaciones como de instituciones, sin embargo, en su mayoría son estudios independientes, de los cuales poseían la temática de posibles efectos adversos por las radiaciones no ionizantes, dando como resultado varios tipos de estudios con información sumamente importante para completar el presente estudio.

En este estudio se atraso al plan de tesis, dado que se logró terminar con fecha del 11 de diciembre del 2019, cuando el plan de tesis indicaba la fecha de término el día 3 de diciembre.

12.1 Referencias

- A, D. C. (2 de Febrero de 2018). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29402696>
- Abdulaziz Gul, H. Ç. (25 de Febrero de 2009). *Springer Link*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00404-009-0972-9>
- ADECOM. (20 de marzo de 2019). *Amazonaws*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32975756/La_evolucion_de_la_telefonia_movil.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1553180008&Signature=LVXi77chfhDTzkswg0mIK8aDqnl%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLECTURAS_La
- Adel Zalata, A. Z.-S.-B. (9 de Abril de 2015). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4410031/>
- Ahmad Fauzi, D. C. (Noviembre de 2015). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/309358226_The_Effect_of_EMF_Radiation_Emitted_by_Mobile_Phone_to_Insect_Population_using_Drosophila_melanogaster_as_a_Model_Organism
- Alkis ME, B. H. (16 de Agosto de 2018). *Taylor and Francis Group*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15368378.2019.1567526?journalCode=iebm20>
- Allan Binder, G. P.-J. (31 de Marzo de 1984). *The Lancet*. Obtenido de [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(84\)92219-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(84)92219-0/fulltext)
- American Cancer Society . (21 de Septiembre de 2017). *Cancer.Org*. Obtenido de <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-seno/acerca/que-es-el-cancer-de-seno.html>
- Amponsah, P. S. (25 de Junio de 2016). *Science in School*. Obtenido de <https://www.scienceinschool.org/es/content/las-reacciones-redox-celulares-la-que%3ADmica-de-la-vida>
- Amy Nordrum, K. C. (27 de junio de 2017). *spectrum ieee*. Obtenido de <https://spectrum.ieee.org/video/telecom/wireless/everything-you-need-to-know-about-5g>
- Ana María Gagneten, A. I. (2015). *Universidad Nacional del Litoral* . Obtenido de http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_02.pdf.pdf
- Ana Marija Marjanovic Cermak, I. P. (21 de Junio de 2017). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10934529.2017.1383124?scroll=top&needAccess=true&journalCode=lesa20>

- appeal 5G. (30 de abril de 2019). *5gappeal*. Obtenido de <http://www.5gappeal.eu/the-5g-appeal/>
- APPLE. (s.f.). *Apple*. Obtenido de <https://www.apple.com/legal/rfexposure/iphone9,3/es/>
- Arcos, J. G. (Enero de 2016). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD DEL ECUADOR*. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/656/1/TORRES%20ARCOS%20JENNIFER%20GRACIELA.pdf>
- Areti K. Manta, D. P. (14 de Diciembre de 2016). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5406167/>
- Arno Thielens, D. B. (2 de Marzo de 2018). *Journal Nature Report*. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22271-3>
- arostegui, v. (19 de Mayo de 2017). *fullseguridad.net*. Obtenido de <https://fullseguridad.net/2017/06/02/listado-agentes-cancerigenos-segun-iarc/>
- Ashok Agarwal, N. R. (4 de Octubre de 2009). *Wavewallcases*. Obtenido de https://www.wavewallcases.com/wp-content/uploads/2018/01/Effects_of_radiofrequency_electromagnetic_waves.pdf
- Autismo. (s.f.). *Autismo*. Obtenido de <https://www.autismo.com.es/autismo/que-es-el-autismo.html>
- B. Blake Levitt, H. L. (2010, Abril 30). *Canadian Science Publishing*. Retrieved from <https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/A10-018?src=recsys&>
- B. Blake Levitt, H. L. (6 de Agosto de 2010). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/233593841_Biological_effects_from_exposure_to_electromagnetic_radiation_emitted_by_cell_tower_base_stations_and_other_antenna_arrays
- Bahreyni Toossi MH, S. H. (26 de Diciembre de 2016). *Taylor & Francis Group*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14767058.2017.1315657?journalCode=ijmf20>
- Ball, P. (9 de Abril de 2008). *Nature*. Obtenido de International journal Science: <https://www.nature.com/articles/452676a>
- Bassett, C. A. (1 de Abril de 1993). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8496242#targetText=These%20include%20nerve%20regeneration%2C%20wound,possible%20benefits%20in%20controlling%20malignancy.>
- BBC. (6 de Abril de 2019). *BBC NEWS*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47827626>
- Berdonces, J. L. (s.f.). Obtenido de NATURA MEDICATRIX: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4989282.pdf>

- BioInitiative. (Diciembre de 2012). *bioinitiative.org*. Obtenido de <https://bioinitiative.org/table-of-contents/>
- BioInitiative. (2019). *bioinitiative.org*. Obtenido de Sumarios: <https://bioinitiative.org/research-summaries/>
- BioInitiative. (2019). *bioinitiative.org*. Obtenido de <https://bioinitiative.org/wp-content/uploads/2019/05/Lai-Geno-Percent-Graphic-2019.pdf>
- BioInitiative. (2019). *BioInitiative.org*. Retrieved from <https://bioinitiative.org/participants/>
- BioInitiative Report. (n.d.). *BioInitiative.org*. Retrieved from <https://bioinitiative.org/participants/why-we-care/>
- Blank, M. (2009). Electromagnetic Fields (EMF) Special Issue. *Pathophysiology*, 67-250.
- Bowen Guan, D. D. (s.f.). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/316570613_The_electromagnetic_wave_absorbing_properties_of_cement-based_composites_using_natural_magnetite_powders_as_absorber
- Brendan J. Houston, B. N. (21 de Septiembre de 2018). *frontiersin.org*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2018.00270/full>
- Brown, W. (4 de septiembre de 2018). *Resonance Science*. Obtenido de <https://resonancescience.org/mapping-magnetite-in-the-human-brain/>
- Cabello, C. (3 de Octubre de 2019). Subtel cierra acuerdos con servicios públicos para instalar antenas 5G en sus dependencias. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.latercera.com/pulso/noticia/subtel-sella-acuerdos-servicios-publicos-instalar-dependencias-antenas-5g/844884/>
- Cabús, D. S. (s.f.). *Barna Clinic*. Obtenido de <https://www.barnaclinic.com/blog/cirugia-del-pancreas/pancreas-funcion-enferma/>
- Candelas, F. G. (21 de Febrero de 2002). *Universitat de València*. Obtenido de <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/que-es-el-genoma-2.html>
- Carol Bernstein, C. M. (10 de Marzo de 2011). *Journal of Carcinogenesis & Mutagenesis*. Obtenido de <https://www.omicsonline.org/bile-acids-promoters-or-carcinogens-in-colon-cancer-2157-2518.1000101e.php?aid=1491>
- Carpenter, D. O. (Junio de 2010). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/43353127_Electromagnetic_Fields_and_Cancer_The_Cost_of_Doing_Nothing
- Chul-Ho Kim, C. M.-G.-K. (8 de Agosto de 2019). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08037051.2019.1649591>

- Cid Badani, I. G. (2015). *Repositorio Academico de Universidad de Chile*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137231>
- Clinic Mayo. (17 de Mayo de 2019). *mayoclinic.org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/schwannoma/cdc-20352974>
- Clinic Mayo. (12 de Abril de 2019). *mayoclinic.org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/glioma/symptoms-causes/syc-20350251>
- Clinica Mayo. (s.f.). *MayoClinic Org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/alzheimers-disease/symptoms-causes/syc-20350447>
- Clinica Mayo. (s.f.). *mayoclinic.org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/drugs-supplements-melatonin/art-20363071>
- Clínica Universidad de Navarra. (s.f.). *Clínica Universidad de Navarra*. Obtenido de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/canal-calcio>
- Coll, V. B. (s.f.). *Universitat de València*. Obtenido de https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/AcidosNucleicos_veronica.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). *biodiversidad.gob*. Obtenido de https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/Bacterias/bacteria.html
- Costas, G. (25 de Noviembre de 2018). *Ciencia y Biología*. Obtenido de <https://cienciaybiologia.com/que-es-el-atp/>
- D., F. (13 de Abril de 2011). *Springer Link*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-011-0016-x>
- Davis, D. (2015). *Environmental Health Trust*. Obtenido de <https://ehtrust.org/wp-content/uploads/2015/12/Dr-Devra-Davis-Melb-Uni-Lecture.pdf>
- Davis, D. (2 de Diciembre de 2015). The truth about mobile phone and wireless radiation: what we know, what we need to find out, and what you can do now. Melbourne, Australia.
- Delgado, M. D. (s.f.). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/800/course/section/857/Tema%25208.%2520Introduccion%2520al%2520metabolismo.pdf>
- Dr. Ananya Mandal, M. (26 de Febrero de 2019). *News Medical Life Sciences*. Obtenido de [https://www.news-medical.net/life-sciences/Macrophage-Function-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/Macrophage-Function-(Spanish).aspx)
- Dutta, D. S. (20 de Agosto de 2019). *News Medical*. Obtenido de [https://www.news-medical.net/health/Hippocampus-Functions-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Hippocampus-Functions-(Spanish).aspx)

- Electromagnetic Radiation South Africa. (2019, Abril 25). *Electromagnetic Radiation South Africa*. Retrieved from <https://www.emrsa.co.za/mobile-phones-and-health-is-5g-being-rolled-out-too-fast/>
- emfscientist. (s.f.). *emfscientist.org*. Obtenido de <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>
- EMFscientist.org. (2019, Agosto 10). *EMFscientist.org*. Retrieved from <https://www.emfscientist.org/>
- Entel. (s.f.). *Entel*. Obtenido de <http://www.entel.cl/m/4g/>
- Environmental Health Trust. (s.f.). *Environmental Health Trust*. Obtenido de <https://ehtrust.org/about/dr-devra-davis/>
- Environmental Health Trust. (s.f.). *Environmental Health Trust*. Obtenido de <https://ehtrust.org/about/dr-devra-davis/>
- Equipo de Expertos. (s.f.). *Universidad Internacional de Valencia*. Obtenido de <https://www.universidadviu.com/adn-arn/>
- Escuelapedia. (s.f.). Obtenido de <http://www.escuelapedia.com/glandulas-sudoriparas/>
- Esther Viada Pupo, L. G. (Enero de 2017). *scielo.sld.cu*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812017000100014
- FCC. (8 de Septiembre de 2017). *Federal communications commission*. Obtenido de Comisión Federal de comunicaciones: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/sar-para-telefonos-celulares-lo-que-significa-para-usted>
- FCC. (s.f.). *The Federal Communications Commission*. Obtenido de <https://www.fcc.gov/about/overview>
- Fernández, J. L. (10 de junio de 2019). *Fiscalab*. Obtenido de <https://www.fiscalab.com/apartado/reflexion-refraccion-ondas#contenidos>
- Fernández, J. L. (10 de junio de 2019). *Fiscalab*. Obtenido de <https://www.fiscalab.com/apartado/difraccion-ondas#contenidos>
- Fisher, T. (03 de julio de 2019). *Lifewire*. Obtenido de <https://www.lifewire.com/5g-availability-world-4156244>
- FONTANES, B. A. (2009). *Universidad Austral de Chile*. Obtenido de cybertesis.uach: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfci435e/doc/bmfci435e.pdf>
- G., A. F. (12 de Octubre de 2015). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/705/618>

- Gallón, D. I. (15 de agosto de 2018). *dtm.unicauca.edu*. Obtenido de <http://dtm.unicauca.edu.co/pregrado/conmutacion/transp/1-Introduccion.pdf>
- Geoffry N. De luliis Rhiannon J. Newey, B. V. (31 de Julio de 2009). <https://journals.plos.org>. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0006446>
- Gieré, R. (11 de Octubre de 2016). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5087066/>
- Gobierno de Chile. (02 de junio de 2019). *Gob.cl*. Obtenido de <https://www.gob.cl/cuentapublica2019/>
- Goldberg, S. (4 de octubre de 2018). *citizensfor5gawareness.org*. Obtenido de <https://citizensfor5gawareness.org/dr-sharon-goldberg-testifies-at-michigans-5g-small-cell-tower-legislation-hearing-october-4-2018/>
- Grande, A. H. (2001). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de https://www.etsist.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web_salud_medioamb/Informes/informes_PDF/camposelectromagneticos/OndasEMySalud.pdf
- H. Arellano, D. M. (2008). *SISTEMAS NEWTONIANOS*. Obtenido de Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad De Chile.: https://www.google.com/url?url=https://www.ucursos.cl/ingenieria/2008/1/FI1A2/2/material_docente/bajar%3Fid_material%3D174371&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjn4O-dpNHIAhWkzVkkHT4YDsUQFghCMAk&usg=AOvVaw18gquSEgz0jxwajPoFieYd
- H. Salazar, A. J.-O. (1 de Abril de 2009). *Neurologia*. Obtenido de <https://www.neurologia.com/articulo/2009124>
- Hambling, D. (2 de Junio de 2009). *Wired*. Obtenido de <https://www.wired.com/2009/02/pain-beam-getti/>
- Hamers, L. (18 de Febrero de 2016). *Science*. Obtenido de <https://www.sciencemag.org/news/2016/02/why-do-our-cells-power-plants-have-their-own-dna>
- Hardell L, C. M. (20 de Abril de 2013). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23261330>
- Hardell, L. (21 de junio de 2017). *spandidos*. Obtenido de International Journal Of Oncology: <https://www.spandidos-publications.com/ijo/51/2/405?text=fulltext>
- Hässig M, J. F. (10 de Octubre de 2009). *Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. Institutos Nacionales de Salud*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19780007>

- Health Engine. (21 de Noviembre de 2011). *Health Engine*. Obtenido de <https://healthengine.com.au/info/sweating-perspiration>
- Heredia, A. (s.f.). *Academia*. Obtenido de https://www.academia.edu/26258222/Composici%C3%B3n_Del_Semen_Composition_of_semen
- Hill, B. (14 de Enero de 1965). *Repositorio Institucional*. Obtenido de <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/16439>
- Hongyan Zuo, 1. T. (9 de Marzo de 2014). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3970093/>
- Huertas, J. M. (2012). *informatica.uv*. Obtenido de Universitat de València: <http://informatica.uv.es/iiguia/TSTD/presentatema2.pdf>
- Ibiwoye MO, P. K. (1 de Junio de 2006). *Wiley Online Library*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/j.orthres.2003.12.017>
- ICNIRP. (31 de marzo de 2019). *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*. Obtenido de <https://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aim-status-history/index.html>
- Ignacio Ferreira González, G. U.-C. (29 de Marzo de 2011). *Revista española de cardiología*. Obtenido de <https://www.revespcardiol.org/es-revisiones-sistematicas-metaanalisis-bases-conceptuales-articulo-S0300893211004507>
- Ingrid Gaby Melgarejo Pomar, E. B. (Octubre de 2017). *scielosp.org*. Obtenido de https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1726-46342017000400677&script=sci_arttext&tlng=en
- Instituto de Educación Secundaria Abastos. (s.f.). *mclibre.org*. Obtenido de http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/2bachillerato/12_metabolismo_2bac.pdf
- Instituto Marqués. (s.f.). *institutomarque*. Obtenido de <https://institutomarques.com/reproduccion-asistida/la-esterilidad/>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (10 de Diciembre de 2012). *cancer.gov*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/sobrellevar/sentimientos/hoja-informativa-estres>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *Cancer Gov*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/metilacion>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *cancer.gov*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/citocina>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *cancer.gov*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/neutrofilo>

- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *Instituto Nacional del Cáncer*. Obtenido de NIH:
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/metastasis>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *Instituto Nacional del Cáncer de EEUU*. Obtenido de NIH:
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/fagocito>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *NIH*. Obtenido de
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/linfocito>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *NIH*. Obtenido de
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/fagocitosis>
- Instituto Nacional del Cáncer de EEUU. (s.f.). *NIH*. Obtenido de
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/apoptosis>
- Instituto Nacional del Genoma Humano. (s.f.). *genome.gov*. Obtenido de
<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Organelo>
- Instituto Nacional del Genoma Humano. (s.f.). *genome.gov*. Obtenido de
<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Mitocondria>
- International Agency for Research on Cancer. (2013). *IARC*. Obtenido de
<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013>
- Jaffar FHF, O. K. (2019, Julio). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31353326>
- Jesús M. Muñoz Calle, L. R. (2010). *CIDEAD*. Obtenido de Centro de Innovación y Desarrollo de la Educación a distancia:
http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/impresos/curso_completo.pdf
- Jesús Merino Pérez, M. J. (s.f.). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/879/course/section/967/Tema%25203-Bloque%2520I-Bioenergetica.pdf>
- Julián Camilo Arango Rincón, L. Y. (diciembre de 2010). *scielo.org*. Obtenido de Sistema NADPH oxidasa: nuevos retos y perspectivas: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932010000400006
- Kavindra Kumar Kesari, A. A. (9 de diciembre de 2018). *biomedcentral*. Obtenido de
<https://rbej.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12958-018-0431-1>

- Kemal Ertilav, F. U. (13 de Junio de 2018). *Springer Science*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11011-017-0180-4>
- Khan Academy. (s.f.). Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/human-biology/neuron-nervous-system/a/the-synapse>
- Khan Academy. (s.f.). *Khan Academy*. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/overview-of-cellular-respiration-steps/a/steps-of-cellular-respiration>
- Khan Academy. (s.f.). *Khan Academy Org*. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/overview-of-cellular-respiration-steps/a/steps-of-cellular-respiration>
- khanacademy. (s.f.). Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/intro-to-cellular-respiration/a/intro-to-cellular-respiration-and-redox>
- khanacademy. (s.f.). Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/prokaryotic-and-eukaryotic-cells/a/plasma-membrane-and-cytoplasm>
- khanacademy. (s.f.). *khanacademy.org*. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/atp-reaction-coupling/a/atp-and-reaction-coupling>
- Kyrylenko S., C. V. (2 de Junio de 2011). *Experimental Oncology*. Obtenido de <http://exp-oncology.com.ua/article/1845/long-term-exposure-to-microwave-radiation-provokes-cancer-growth-evidences-from-radars-and-mobile-communication-systems>
- L. Gandía, A. A. (s.f.). *Departamento de Farmacología y Terapéutica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma. Madrid*. Obtenido de esteve.org: <https://esteve.org/wp-content/uploads/2018/01/136662.pdf>
- La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT. (2001). *La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1410-1-200102-S!!PDF-S.pdf
- labdemicrobiologia. (s.f.). *labdemicrobiologia*. Obtenido de <https://labdemicrobiologia.wixsite.com/scientist-site/c-lula-animal-y-vegetal>
- Learn Engineering. (18 de Febrero de 2018). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=h2oFquv96O8>
- Ledoigt, G. (Junio de 2013). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276492609_Cancer_induction_pathways_and_HF-EMF_irradiation

- LENNART HARDELL, M. C. (23 de Septiembre de 2013). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3834325/>
- Livio Giuliani, M. S. (2010). *National Institute for the Study and Control of Cancer and*. Obtenido de European Journal of Oncology: http://www.teslabel.be/PDF/ICEMS_Monograph_2010.pdf
- LÓPEZ, J. C. (20 de junio de 2019). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/moviles/dilema-5g-todo-mundo-esta-presentando-smartphones-conectividad-5g-verdad-nos-interesan-ahora>
- López, V. V. (2016). *Universidad de Concepción*. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/1961>
- M. Taheri, S. M. (23 de Junio de 2017). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5298474/>
- Macedo-Márquez, A. (31 de Agosto de 2012). *www.scielo.org*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2012000200003
- Makker K, V. A. (18 de Enero de 2009). *Reproductive Medicine Online*. Obtenido de [https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483\(10\)60437-3/pdf](https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483(10)60437-3/pdf)
- Mamani, J. A. (2018). *UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI*. Obtenido de http://190.116.183.244/bitstream/handle/ujcm/329/JAMES%20ROLANDO%20ARREDONDO%20MAMANI_TESIS_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maneesh Mailankot, A. P. (Junio de 2009). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322009000600011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Manuel Megías, P. M. (Julio de 2017). *mmegias.webs.uvigo*. Obtenido de Atlas de Histología Animal y Vegetal: <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/atlas-celula-03-membrana-celular.pdf>
- Marcia Avello, M. S. (2 de Abril de 2006). *scielo*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010
- Martha Patricia Rojas Hurtado, T. M. (2010). *Fedepalma*. Obtenido de http://www.palmadeaceite.org/bigdata/lapalma/pdf/lipidos_y_salud_3.pdf
- Masoumi A, K. N. (10 de Agosto de 2018). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29913098>
- Mayo Clinic. (27 de Abril de 2019). *MayoClinic.org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/meningioma/symptoms-causes/syc-20355643>
- Mayo Clinic. (s.f.). *Mayoclinic.Org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/leukemia/symptoms-causes/syc-20374373>

- Mazda, F. (1993). *Telecommunications Engineer's Reference Book*. Butterworth-Heinemann. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750611626500332>
- MedlinePlus. (s.f.). *MedlinePlus*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002247.htm>
- Michael Carlberg, L. H. (16 de Marzo de 2017). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5376454/>
- Michael Carlberg, L. H. (3 de diciembre de 2018). *US National Library Of Medicine Natonal Institutes Of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6341832/>
- Miller, A. B. (2013). *Dalla Lana School of Public Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3834325/>
- Ministerio de Educación de España. (s.f.). *Gobierno de España*. Obtenido de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos7.htm>
- Ministerio de Educación de España. (s.f.). *Ministerio de educación de España*. Obtenido de Gobierno de España: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos6.htm>
- Ministerio De Trabajo Y Asuntos Sociales De España. (31 de diciembre de 198+). *Instituto Nacional De seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_234.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES. (20 de Agosto de 2019). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de LEY GENERAL DE TELECOMUNICACIONES: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29591>
- Ministerio del medio ambiente. (s.f.). Obtenido de <https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/>
- Misek J, B. I. (22 de Febrero de 2018). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29469164>
- Morando soffritti, L. G. (24 de febrero de 2019). *onlinelibrary wiley*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bcpt.13215>
- Moya, J. M. (2014). *telecomunicaciones. tecnologias, redes y servicios 2° edición*. Ra-Ma.
- Myriam Ben Salah, H. A. (Nobiembre de 2013). *Science Direct*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668913001609>
- Nadia Gisela Ramírez-Vargas, L. R.-R.-P.-G. (2011). *Rev Alergia Mex*. Obtenido de <http://cmica.info/wp-content/uploads/2018/01/REVISTA-2-2011.pdf#page=48>
- National Human Genome Research Institute. (s.f.). *genome.gov*. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Nucleotido>

- National Human Genome Research Institute. (s.f.). *NIH*. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-mitochondrial>
- Neelam Pandey, S. G. (21 de Marzo de 2018). *SAGE Journals*. Obtenido de https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0748233718758092?rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&journalCode=tiha
- Neelima R. Kumar, S. S. (18 de Enero de 2011). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3052591/>
- NIH . (17 de Mayo de 2018). *MedlinePlus*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000778.htm>
- NIH. (2 de Julio de 2019). *MedlinePlus*. Obtenido de https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19263.htm
- NIH. (s.f.). *Instituto Nacional del Cáncer de EEUU*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/barrera-hematoencefalica>
- NIH. (s.f.). *Instituto Nacional del Cáncer de EEUU*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/neuroconductual>
- NIH. (s.f.). *Instituto Nacional del Cáncer de EEUU*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/testiculo>
- NIH. (s.f.). *medlineplus.gov*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>
- NIH. (s.f.). *National Genome Human Research Institute*. Obtenido de <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/Cromosomas>
- NIH. (s.f.). *National Human genome Reseach Institute*. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Electroforesis>
- NIH. (s.f.). *National Human Genome Research Institute*. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Proteina>
- Nisarg R Desai, K. K. (22 de Octubre de 2009). *US National Library of Medicine* . Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2776019/>
- O'Hagan, D. J. (2017). *Public Health England*. Retrieved from GOV.UK: <https://www.gov.uk/government/groups/advisory-group-on-non-ionising-radiation-agair>
- Oberli, C. (15 de Diciembre de 2006). *SUBTEL*. Obtenido de https://www.subtel.gob.cl/images/stories/articles/subtel/asocfile/informe_final_303.pdf

- OIE (Organización Mundial De Sanidad Animal). (20 de febrero de 2014). *oie*. Obtenido de http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull_2014-2-ESP.pdf
- Om P Gandhi, G. L. (2 de Febrero de 1996). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/3119751_Electromagnetic_Absorption_in_the_Human_Head_and_Neck_for_Mobile_Telephones_at_835_and_1900_MHz
- OMS. (5 de abril de 2019). *WHO*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index3.html>
- OMS. (29 de abril de 2019). *WHO.int*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index4.html>
- OMS. (29 de abril de 2019). *WHO.int*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index6.html>
- Organizacion Mundial de la Salud. (31 de marzo de 2019). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/es/>
- Organizacion mundial de la salud. (s.f.). *WHO*. Obtenido de World Health Organization : <https://www.who.int/topics/cancer/es/>
- Orhan Koca, A. M. (Octubre de 2011). *Urology Journal*. Obtenido de <http://journals.sbm.ac.ir/uroj/index.php/uj/article/view/2157/733>
- Pall, M. L. (17 de Mayo de 2018). *emfdata.org*. Obtenido de <https://www.emfdata.org/en/documentations/detail&id=243>
- Phillips JL, S. N. (9 de Agosto de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/24180314_Electromagnetic_fields_and_DNA_damage
- Pomeroy, R. (11 de Junio de 2019). *RealClear Science*. Obtenido de https://www.realclearscience.com/blog/2019/06/11/why_is_there_magnetite_in_the_human_brain.html
- Profesor en Línea. (02 de junio de 2019). *Profesor en línea*. Obtenido de <https://www.profesorenlinea.cl/fisica/SonidoOndas.htm>
- Qiong Luo, Y. J.-F. (18 de Septiembre de 2013). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3745709/>
- researchgate. (s.f.). *researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Martin_Pall
- Retana, C. M. (28 de Mayo de 2019). *GeoSalud*. Obtenido de <https://www.geosalud.com/nutricion/tipos-de-lipidos.html>

- Richard Odemer, F. O. (15 de enero de 2019). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719301718>
- Ritu Ranjan Taye, M. K. (16 de Abril de 2017). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Obtenido de <http://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue3/PartU/5-3-142-590.pdf>
- Rodríguez Flores, R. C., & Rodríguez Jiménez, A. D. (Octubre de 2015). *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1557>
- Rodríguez Gámez, O. &. (1 de enero de 2005). *redalyc*. Obtenido de Ciencias Holguín: <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181517913002.pdf>
- Roza K. Sypniewska, N. J. (12 de Noviembre de 2010). *onlinelibrary.wiley*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bem.20598>
- Ruediger, H. W. (Abril de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/24200438_Genotoxic_effects_of_radiofrequency_electromagnetic_fields
- Rural, E. (s.f.). *Ministerio de Educación de Chile por Currículum en línea*. Obtenido de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-26496_recurso_pdf.pdf
- Sally Robertson, B. (23 de Agosto de 2018). *News Medical Life Sciences*. Obtenido de [https://www.news-medical.net/health/What-is-Embryogenesis-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Embryogenesis-(Spanish).aspx)
- SAMSUNG. (s.f.). *Samsung*. Obtenido de https://www.samsung.com/sar/sarMain.do?site_cd=es&prd_md1_name=GT-P1000
- Sánchez-Meca, J. (28 de mayo de 2010). *Universidad de Murcia*. Obtenido de <https://www.um.es/metaanalysis/pdf/5030.pdf>
- SCHEER. (n.d.). *ec.europa*. Retrieved from https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/scheer_en
- Semra Tepe Çam, N. S. (15 de Septiembre de 2011). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/09553002.2012.666005?journalCode=irab20>
- SERNAC. (30 de enero de 2018). *Ranking SERNAC-SUBTEL*. Recuperado el 30 de junio (primer semestre) de 2017, de <https://www.sernac.cl/ranking-sernac-subtel-telefonía-movil-servicio-reclamado-mercado-telecomunicacion/>
- Sharma, A. B., Lamba, O., Sharma, L., & Sharma, A. (14 de marzo de 2019). *IEEE Explore*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8665432/authors#authors>
- Strålsäkerhetsmyndigheten. (s.f.). *Swedish Radiation Safety Authority*. Obtenido de <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/about-the-authority/>

- Subsecretaría de telecomunicaciones. (s.f.). *SUBTEL*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/estudios/tecnologia-y-espectro-radioelectrico/>
- SUBTEL. (29 de Diciembre de 2006). *Subsecretaria de telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/seguridad-en-telefonía-movil/>
- SUBTEL Licitación. (25 de febrero de 2019). *Subsecretaria de telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/gobierno-anuncia-licitacion-de-espectro-para-desarrollo-de-5g/>
- SUBTEL pruebas 5G. (31 de Julio de 2019). *Subsecretaria de telecomunicaciones*. Obtenido de subtel gob: <https://www.subtel.gob.cl/gobierno-y-empresas-realizan-primeras-pruebas-de-5g-industrial-en-chile/>
- SUBTEL. (s.f.). *Subsecretaria de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://antenas.subtel.cl/LeyDeTorres/informacion>
- SUBTEL. (s.f.). *Subtel.gob*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/quienes-somos/>
- Sukesh Kumar Gupta, S. K. (1 de abril de 2019). *sciencedirect*. Obtenido de <https://www.com/science/article/abs/pii/S019701861830634X?via%3Dihub>
- Sultan Ayoub Meo, K. A. (26 de Febrero de 2013). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23771861>
- Sultan Ayoub Meo, Y. A. (12 de Noviembre de 2015). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4661664/>
- Tamir S. Aldad, G. G.-B. (15 de Marzo de 2012). *US National Library of Medicine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3306017/>
- The Gale Group Inc. (21 de marzo de 2019). *Encyclopedia*. Obtenido de <https://www.encyclopedia.com/history/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/digital-technology>
- the International agency for reasearch on cancer (IARC). (22 de Junio de 2011). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/308358728_Carcinogenicity_of_radiofrequency_electromagnetic_fields
- The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2017, Julio 18). *The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*. Retrieved from <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es>

- Theimer, S. (12 de Abril de 2017). *Mayoclinic.Org*. Obtenido de <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/en-algunos-casos-lo-mejor-puede-ser-no-tratar-el-neuroma-acustico/>
- Tsybulin O, S. E. (26 de Marzo de 2013). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/09553002.2013.791408?journalCode=irab20>
- Turmero, P. (s.f.). *monografias*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos107/redes-telefonía-celular-gsm-gprs-umts/redes-telefonía-celular-gsm-gprs-umts2.shtml>
- U.S. Department of Defense. (s.f.). *Non-lethal weapons Program U.S. Department of Defense*. Obtenido de <https://jnlwp.defense.gov/About/Frequently-Asked-Questions/Active-Denial-System-FAQs/>
- Universidad Clínica Navarra . (s.f.). *CUN*. Obtenido de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/flavina-adenina-dinucleotido-fad>
- VAL, J. A. (2013). *Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Fisiología*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/7b3b/b5eeabc7686d824e6896993dee78cb9babd9.pdf>
- Ved Parkash Sharma, N. R. (25 de Mayo de 2010). *gammel.felo.no*. Obtenido de Department of Environment and Vocational Studies, and Department of Zoology, Panjab University: https://www.gammel.felo.no/2010_Bier%20Sharma-Kumar-%7Cfelo%7Ccontent%7Cdownload%7C3923%7C33892%7Cfile%7C2010_Bier%20Sharma-Kumar.pdf.pdf
- VILLAGRAN, F. A. (30 de Marzo de 2012). *das.uchile*. Obtenido de http://www.das.uchile.cl/lab_mwl/publicaciones/Tesis/%5B6%5DMemoria_FrancoC.pdf
- Vini G. Khurana, C. T. (21 de Junio de 2009). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/24241050_Cell_phones_and_brain_tumors_a_review_including_the_long-term_epidemiologic_data
- Vini G. Khurana, L. H. (2010, Septiembre 16). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Retrieved from PUBMED: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20662418>
- Vivotecnia. (s.f.). *Vivotecnia*. Obtenido de <https://www.vivotecnia.com/es/genotoxicidad/>
- Vivotecnia. (s.f.). *Vivotecnia*. Obtenido de <https://www.vivotecnia.com/es/test-de-ames/>
- Vr, E. T.-Z.-r. (17 de abril de 2019). *American Journal of Epidemiology*. Obtenido de <https://academic.oup.com/aje/advance-article-abstract/doi/10.1093/aje/kwz092/5474947?redirectedFrom=fulltext>
- White, M. B. (2019). *The complete guide to understanding wireless technology*.

- Who and IARC. (2011, mayo 31). *IARC*. Retrieved from https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf
- WHO. (s.f.). *Who.int*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/>
- Wilfredo Mañon Rossi, G. G. (16 de Julio de 2016). *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*. Obtenido de http://jppres.com/jppres/pdf/vol4/jppres15.083_4.2.62.pdf
- Wilson, R. M. (30 de Agosto de 2018). *Physics Today*. Obtenido de <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.6.1.20180830a/full/>
- World Health Organization . (1 de marzo de 2019). *World Health Organization*. Obtenido de organizacion mundial de la salud: <https://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index1.html>
- World Health Organization. (1 de abril de 2019). *organizacion mundial de la salud*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index2.html>
- Worldtimezone. (15 de junio de 2019). *Worldtimezone*. Obtenido de <https://www.worldtimezone.com/5g.html>
- Xu S, Z. Z. (22 de Enero de 2010). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19879861>
- Yan-Hui Hao, L. Z.-Y. (17 de Febrero de 2015). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de NCBI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4440565/>
- Zhao L, P. R. (25 de Abril de 2012). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22998825>
- Zothansiam, M. Z. (27 de Abril de 2017). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15368378.2017.1350584>