



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**Área Académica de Ciencias de la Salud**  
**Coordinación de la Maestría en Salud Pública**

**Percepción de riesgos para la salud de habitantes de lugares cercanos a  
antenas que generan radiaciones electromagnéticas**

**TRABAJO RECEPCIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA  
ÁREA SALUD COMUNITARIA**

**Aspirante: Hiram Navarrete Andrade**

**Director de TRT: Dr. en C. Rogelio Fernández Arguelles**  
**Codirectora: Dra. en C.D.S. Luz Arminda Quiñónez Zárate**

**Trabajo realizado con el apoyo de una beca nacional de CONACYT**



**Junio 2019**

## Índice

Resumen.....	3
Índice de acrónimos.....	4
Marco Teórico.....	5
Marco Histórico.....	30
Antecedentes.....	34
Planteamiento del problema.....	35
Pregunta de investigación.....	36
Justificación.....	36
Objetivos.....	37
Objetivos específicos.....	37
Metodología.....	38
Resultados y discusión.....	47
Sesgos y limitaciones.....	58
Conclusiones.....	59
Referencias Bibliográficas.....	60

## Resumen

**Introducción:** La tecnología se ha apoderado del ser humano y de sus estilos de vida conjugando riesgos y beneficios. Existe una polémica mundial sobre la seguridad de la energía electromagnética que emiten las antenas de telecomunicaciones, en especial las de baja intensidad no ionizantes. La población no siempre está consciente del riesgo potencial de esta tecnología.

**Objetivo:** Conocer la percepción de personas que habitan cerca de una Estación Base de Telecomunicaciones sobre contaminación electromagnética y los riesgos a los que se están expuestos y su relación con variables sociodemográficas.

**Metodología:** Estudio observacional, transversal y correlacional en la colonia “Luis Echeverría Álvarez”, de la ciudad de Tepic, Nayarit, por medio de un muestreo no probabilístico (n=40) mediante una encuesta estructurada de 10 preguntas y una pregunta global, relacionada con la percepción hacia los riesgos a la salud provocado por las radiaciones no ionizantes. La encuesta se aplicó mediante una entrevista. Se usó Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) para el análisis de los datos.

**Resultados.** Aproximadamente el 70% de los encuestados tiene un desconocimiento sobre el peligro potencial de las antenas, y además considera que las autoridades también lo desconocen. La percepción del riesgo está relacionada con la edad y los años que los encuestados llevan viviendo en la zona.

**Conclusión:** Los análisis estadísticos de la muestra nos hacen pensar que los factores sociodemográficos de la muestra de personas encuestadas, tiene influencia en la desinformación que prevalece sobre el tema, por lo tanto, aún si conocieran sobre los riesgos que pueden tener al vivir en esa zona, valoran más el tiempo que tienen viviendo ahí y consideran que los problemas podrían ser a largo plazo. Se requiere que las personas conozcan el riesgo que para su salud pueden presentar aspectos tecnológicos medioambientales como pilar elemental de su autonomía y derecho como seres humanos para decidir por su salud.

## Índice de acrónimos

CEM: Campos electromagnéticos

COFEPRIS: Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

EBTM: Estación Base de Telefonía Móvil

GPS: Global Positioning System

GSM: Global System for Mobil Communication

HZ: Hercio

ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiations Protection

LAN: Local Area Network

MHZ: Megahercio

REM: Radiaciones electromagnéticas

RF: Radiofrecuencias

RI: Radiaciones Ionizantes

RNI: Radiaciones No Ionizantes

SA: Absorción Específica de Energía

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

UV: Ultravioleta

W/kg: Watt/kilogramo

## **Marco Teórico**

### **Contaminación invisible**

El electromagnetismo es la consecuencia de cargas eléctricas y campos magnéticos estáticos y en movimiento. El electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los cuales intervienen cargas eléctricas y flujos magnéticos en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre la materia y el espacio vacío. Esta teoría de campos y las explicaciones y predicciones se basan en magnitudes físicas vectoriales o tensoriales dependientes de la posición en el espacio y del tiempo (1).

Se conoce como contaminación invisible o contaminación electromagnética a la invasión de nuestros cuerpos y el espacio que nos rodea por campos electromagnéticos artificiales. El origen de los campos electromagnéticos artificiales es consecuencia de los descubrimientos sobre el magnetismo y la electricidad desde el siglo XVIII.

El crecimiento poblacional, la industrialización, y los sistemas de comunicación han impactado significativamente, el grado de contaminación ambiental, pero ninguno con tanta rapidez y progresión como la contaminación electromagnética que ha ocurrido durante el final del siglo XX y el comienzo del siglo XXI. Este desarrollo inevitable y necesario ha creado muchas interrogantes sobre los posibles efectos sobre la calidad de vida, la salud y bienestar de la población mundial (2).

En el interior de la vivienda y el ámbito laboral se inducen campos eléctricos en el interior de nuestro cuerpo desde de generadores de ondas electromagnéticas que invaden nuestra actividad diaria (3).

- Mandos a distancia como algún tipo de control remoto.
- Consolas de juegos inalámbricos.
- Teléfonos inalámbricos y móviles.
- Teclados y ratones del ordenador inalámbrico.
- Routers, ordenadores, impresoras, escáneres, cámaras fotográficas, teléfonos móviles y más aparatos que funcionan con Wi-Fi.

- Bluetooth.
- Campos electromagnéticos emitidos por motores de todo tipo, transformadores y fuentes de alimentación de aparatos electrónicos.
- Los cables de la instalación de la electricidad doméstica y laboral, incluidos los prolongadores de enchufes.

Los campos electromagnéticos emitidos en el exterior por todas las antenas de transmisión de datos e información a través de ondas electromagnéticas: (3)

- Proveniente de las viviendas y locales colindantes,
- Antenas de telefonía móvil,
- Wi-Fi colectivo en establecimientos comerciales, estaciones de transporte público aeropuertos y ciudades,
- Antenas de televisiones y radio emisoras comerciales.
- Antenas de seguridad y emergencias: policía, ejército, privada (alarmas), organismos oficiales con inhibidores (que emiten a más potencia que los posibles detonadores a distancia), radares.
- Antenas de radioaficionados.
- El transporte y transformación de la electricidad con las líneas de alta y baja tensión, los transformadores instalados en los bajos de las construcciones y las centrales distribución.
- Satélites artificiales de telecomunicaciones y GPS.
- Radares y radio faros de la navegación aérea y marítima.

Las frecuencias que manejan los diversos medios o elementos eléctricos son: (4)

- Red ferroviaria: 16 Hz.
- Red eléctrica: 50 - 60 Hz.
- Radio, televisores: 30 - 3000 MHz.
- Telefonía móvil GSM: 900 MHz – 1.8 GHz.
- Teléfonos inalámbricos DECT: 1.9 GHz.

- Telefonía móvil 3ª generación UMTS: 1.9 - 2 GHz.
- Red local de LAN: 2.4 GHz.
- Hornos microondas: 2.4 GHz.
- Radares: 2.7 – 3.3 GHz (hasta 300 GHz).

En la actualidad todo el espacio urbano está invadido por campos electromagnéticos de múltiples frecuencias y amplitudes generados por la tecnología actual, los cuales hacen que la contaminación electromagnética se incremente y sea un gran riesgo por el simple hecho de ser una contaminación.

### **Radiaciones electromagnéticas**

Las radiaciones electromagnéticas o también conocidas por REM, es un proceso de emisión de energía pura en forma de ondas o partículas, que viaja prácticamente a la velocidad de la luz a través de una fuente electromagnética. La energía que escapa de un circuito o equipo eléctrico se asume como energía electromagnética radiante(5). Las ondas electromagnéticas tienen componentes eléctricos y magnéticos. A diferencia de otros tipos de onda como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío. Este fenómeno se presenta cuando la frecuencia es mayor a 0 Hz. Los campos estáticos con corriente directa, no emiten ondas electromagnéticas (6).

### **Campos electromagnéticos**

Según la OMS, un campo electromagnético es el campo de fuerza creado en torno a una corriente eléctrica el cual está compuesto por un campo eléctrico y un campo magnético (7).

Los campos electromagnéticos naturales son, por ejemplo, el campo magnético estático de la tierra al que estamos continuamente expuestos, los campos eléctricos causados por cargas eléctricas presentes en las nubes, la electricidad estática que se produce cuando dos objetos se frotan entre sí o los campos eléctricos y magnéticos súbitos resultantes de los rayos.

Los campos electromagnéticos de origen humano son, por ejemplo, los generados por fuentes de frecuencia extremadamente baja tales como las líneas eléctricas, el cableado y los electrodomésticos, así como por fuentes de frecuencia más elevada, tales como las ondas de radio y de televisión o, más recientemente, de teléfonos móviles y de sus antenas. Para poder entender mejor el funcionamiento de un campo electromagnético, se subdivide en dos partes que son: campo eléctrico y campo magnético.

### **Campo eléctrico**

Un campo eléctrico es un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas (la causa del flujo eléctrico) y se mide en Voltios por metro (V/m). El flujo decrece con la distancia a la fuente que provoca el campo (8).

En los campos eléctricos, encontramos los campos electrostáticos; los cuales son campos eléctricos que no varían con el tiempo y habitualmente su frecuencia es de 0 Hz. Este tipo de campo eléctrico se genera por cargas eléctricas fijas en el espacio que producen campos eléctricos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas (9), a diferencia de los campos electromagnéticos generados por electrodomésticos que utilizan corriente alterna o por teléfonos móviles, etc.

Existen los denominados “campos eléctricos variables” que son de baja frecuencia como la radiación No- Ionizante, los cuales interaccionan con el cuerpo humano por inducción de corrientes eléctricas, formación de dipolos eléctricos o reorientando los dipolos eléctricos presentes en el tejido. La importancia relativa de unos u otros efectos radica directamente de la conductividad eléctrica (para la generación de corrientes) y de la permisividad eléctrica (para la generación de dipolos) del tejido en cuestión, y estas a su vez, dependen del valor de la frecuencia del campo eléctrico. Cabe destacar que la distribución de las corrientes es función de la posición del sujeto en relación con el campo eléctrico externo y de la forma y tamaño del cuerpo expuesto (10).

## **Campo magnético**

El campo magnético natural es la suma de un campo interno debido a la acción de la Tierra como un imán permanente y un campo externo generado en el medioambiente por la actividad solar.

Los campos magnéticos artificiales provienen principalmente de los electroimanes o los imanes permanentes que se encuentran en diversos equipos electrónicos y eléctricos. Superan en muchos órdenes de magnitud al terrestre.

El cuerpo humano es relativamente transparente a los campos magnéticos estáticos. Tales campos interactúan fundamentalmente con los materiales ferromagnéticos y con cargas en movimiento. Teóricamente en condiciones extremas, los efectos magnéticos podrían reducir la velocidad de la sangre que circula en un campo magnético intenso y producir un aumento de la presión arterial (11).

Las frecuencias de las ondas electromagnéticas son enormemente variables, desde el tamaño de una partícula subatómica hasta el de una ciudad, de modo que las energías asociadas a ellas también lo son (12). Esta clasificación, que se fundamenta en la longitud de onda y la frecuencia, establece la radiación electromagnética presente en el universo conocido. Este rango presenta dos extremos no visibles divididos por una pequeña franja visible (13).

Con base en el espectro electromagnético existen 2 tipos de radiaciones:

- Ionizante
- No ionizante.

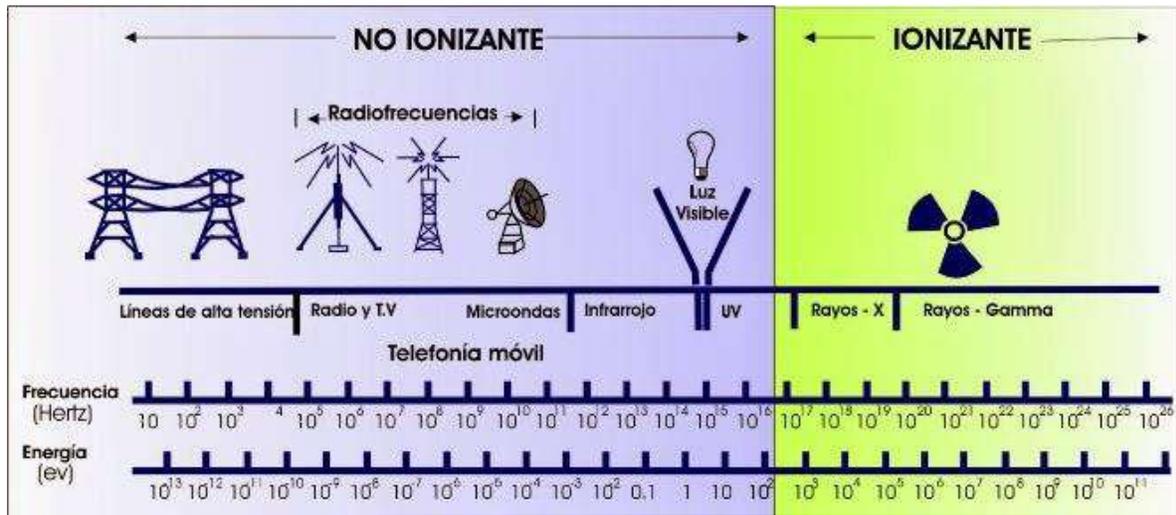


Figura No.1

Fuente: LAS RADIACIONES NO IONIZANTES Y SU EFECTO SOBRE LA SALUD HUMANA. Rev Cubana Med Milit 2006;35(3)

## Radiación No ionizante

Entre las radiaciones no ionizantes de las ondas electromagnéticas se incluyen, los campos estáticos (resonancia nuclear magnética), de los campos de baja frecuencia (redes de energía eléctrica, trenes, etc.), la radiofrecuencia (telecomunicaciones, diatermia quirúrgica, etc.), los campos de microondas (telecomunicaciones, radar, hornos microondas), la radiación infrarroja la luz visible, la radiación ultravioleta, etc. (14).

Esta radiación no tiene la energía suficiente para remover electrones desde los átomos.

Se clasifican en:

- Ondas de radio.
- Microondas.
- Infrarroja.
- Espectro visible.
- Rayos Ultravioleta.

## **Ondas radio**

Específicamente son un tipo de radiación electromagnética, las cuales tienen una longitud de onda mayor que la luz visible y éstas son utilizadas con frecuencia en las comunicaciones. Son las de menor energía. Se generan alimentando una antena con corriente alterna (15)

## **Microondas**

Las microondas son ondas de radio de alta frecuencia (campos de radiofrecuencia) y como la radiación visible (luz), son parte del espectro electromagnético. Las microondas son usadas principalmente para la difusión de TV, radar para la ayuda a la navegación aérea y marítima, y las telecomunicaciones incluyendo- los teléfonos móviles. También son usados en la industria para procesar materiales, en medicina para el tratamiento por diatermia y en las cocinas para la preparación de los alimentos (16). Este tipo de onda es poco energética.

Las microondas están dentro de una gama de frecuencia de 300 MHz (longitud de onda 1 m) a 300 GHz (longitud de onda de 1 mm) (16).

## **Infrarroja**

La radiación infrarroja (IR) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 760-780 nm, limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10.000 o 15.000 nm (según autores), limitando con las microondas (17)

## **Espectro visible**

Se denomina espectro visible a la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama luz visible o simplemente luz. No hay límites exactos en el espectro visible; un típico ojo humano responderá a longitudes de onda desde

400 a 700 nm aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780 nm (18)

### **Rayos ultravioleta**

Los rayos ultravioleta son una parte de la energía radiante que proviene del sol y constituye la porción más energética del espectro electromagnético que incide en la superficie de la tierra. Las radiaciones UV de mayor energía son las de tipo C, con longitudes de onda de 100 a 280 m, pero éstas junto a otras radiaciones (radiación X, Gamma y Cósmica), son retenidas totalmente por la capa de ozono en la estratósfera y no alcanzan la superficie terrestre. Las radiaciones UV de tipo B se encuentran entre las longitudes de onda de 280 a 320 m y las menos energéticas son las de tipo A con longitudes de onda de 320 a 400 (19).

### **Antenas**

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia/desde el espacio libre. Una antena transmisora transforma corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa. En el caso de que las antenas estén conectadas por medio de guía ondas, esta función de transformación se realiza en el propio emisor o receptor. Se utilizan en la radio, televisión, teléfonos móviles, routers inalámbricos, mandos remotos, etc., unas veces visibles y otras ocultas en el interior del propio dispositivo (20).

También se pueden definir como los dispositivos que adaptan las ondas guiadas, que se transmiten por conductores o guías, a las ondas que se propagan en el espacio libre (21).

Diversas empresas tienen diferentes tipos de antenas empleadas para ellas. En algunos sistemas, las propiedades direccionales de las antenas están diseñadas en torno a las características operativas del sistema y para lo que en realidad se necesite dependiendo de su frecuencia y alcance (22). Cabe resaltar que las antenas se utilizan simplemente para transmitir energía electromagnética.

### **Tipos de antenas:**

En la azotea de un edificio se puede encontrar, aparte de pararrayos y antenas de radio y televisión, antenas de telefonía fija, radioenlaces y antenas de telefonía móvil para los sistemas analógico y digital (23).

Una de las maneras más prácticas y comunes de clasificar los tipos de antenas es por la forma de su radiación y también de las direcciones que ésta toma. De esta clasificación se obtienen tres tipos de antenas. Las cuales son:

- Antenas omnidireccionales
- Antena direccional
- Antenas inteligentes

### **Antenas inteligentes**

Existen las antenas inteligentes, las cuales son más modernas y tienen otra tecnología más avanzada.

Una antena inteligente es aquella que, en vez de disponer de un diagrama de radiación fijo, es capaz de generar o seleccionar haces muy directivos enfocados hacia el usuario deseado, e incluso adaptarse a las condiciones radioeléctricas en cada momento (24).

Una antena inteligente es la combinación de un arreglo de antenas (arrays) con una unidad de Procesamiento Digital de Señales (DSP) que optimiza los diagramas de transmisión y recepción dinámicamente en respuesta a una señal de interés en el entorno. Es aquella que, en vez de disponer de un diagrama de radiación fijo, es capaz de generar o seleccionar haces muy directivos enfocados hacia el usuario deseado, e incluso adaptarse a las condiciones radioeléctricas en cada momento (25).

Las redes inalámbricas por lo regular se clasifican en:

- Redes inalámbricas de área local.
- Redes inalámbricas para comunicación móvil.

Este tipo de redes actualmente tienen que ver con los sistemas de internet denominados Wifi (Wireless Fidelity) y WLAN (Wireless Local Area Network) que permite a varios dispositivos estar conectados al mismo tiempo de una red sin necesidad de utilizar cables (26).

## **Normatividad**

Las normas y leyes son fundamentales para la existencia de un equilibrio entre las empresas que ponen antenas por ejemplo y la población.

## **Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP).**

Tiene como principal objetivo, establecer recomendaciones para limitar la exposición a los campos electromagnéticos con el objetivo de proveer protección contra efectos adversos a la salud conocidos. Un efecto adverso a la salud causa un deterioro detectable de la salud de los individuos expuestos o sus descendencia; un efecto biológico, por otra parte, puede o no puede resultar en un efecto adverso a la salud (27).

Cada país puede poner sus propias normas basándose en las necesidades que tenga su población.

## **Normativa europea**

En Europa, la mayoría de las normas nacionales se basan en las directrices elaboradas por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones no ionizantes (ICNIRP). Esta organización publicó en 1998 unas directrices para limitar la exposición del público general y de los trabajadores a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables con el tiempo (hasta 300 GHz). Los límites propuestos se basan en efectos para la salud inmediatos y a corto plazo.

Basándose en estas directrices, el Consejo de la Unión Europea publicó en 1999, la Recomendación 1999/519/CE relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), que establece un marco de restricciones básicas y niveles de referencia para limitar la exposición de los ciudadanos a fuentes artificiales de campos electromagnéticos.

Estas recomendaciones no son vinculantes por lo que cada país de la Unión Europea establece sus propias normas nacionales sobre exposición a campos electromagnéticos. Asumiendo los criterios de esta recomendación, en el Estado se publicó en 2001 el RD 1066/2001 por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (9).

### **Normas establecidas a exposiciones de radiaciones no ionizantes en América Latina**

Dentro de las normas que cada país tiene respecto a las regulaciones de las radiaciones electromagnéticas, estos países de América latina que son: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, usan como referencia las recomendaciones de la ICNIRP en sus respectivas leyes en prevención de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes (28).

### **Normatividad en México**

Las normas en México están plasmadas en el Diario Oficial de la Federación, éstas mismas explican detalladamente su función y en qué casos se deben utilizar (29).

En México contamos con el Instituto Federal de Telecomunicaciones el cual tiene como objetivo el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las Telecomunicaciones en México apegados a lo establecido en la Constitución. Lo cual para lograrlo debe regular, promover y supervisar el uso y explotación del espectro radioeléctrico, las redes, prestaciones de servicios públicos de radiodifusión y telecomunicaciones, entre otros (30).

## **Radiación no ionizante**

De igual manera en el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo estipula en su artículo 37, las obligaciones del empresario en cuanto a la protección de los trabajadores frente a emisiones de radiaciones electromagnéticas no ionizantes (31).

Estos requisitos en cuanto a la gestión de la prevención para este tipo de riesgos profesionales vienen específicamente regulados y desarrollados principalmente por dos normas:

- Norma Oficial Mexicana: NOM-013-STPS- 1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Establecer las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, para prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones, incluyen ondas de radio, microondas, radiaciones: láser, infrarroja, visible y ultravioleta (32).

En cuanto a sistemas de radiocomunicación y telefonía se encuentran:

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-SCT1-1993 está dirigida a los Sistemas de radiotelefonía con tecnología celular que operan en la banda de 800 MHz.

En ella se establecen las reglas de carácter general que deben seguir los Sistemas de Radiotelefonía Móvil con Tecnología Celular que operan en la banda de 800 MHz, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de transmisión y recepción, tanto fijos como móviles necesarios para proporcionar este servicio (33).

Como resultado de los diferentes enfoques y frecuencias utilizadas, las normas en todo el mundo sobre exposición continua del público a radiofrecuencias procedentes de antenas de estaciones base varían entre 0.2 y 1.2 mW/cm<sup>2</sup>.

No está por demás saber que la norma mexicana NOM-081-SCT1-1993 no contempla una guía de recomendaciones de protección a la salud de los mexicanos ni tampoco establece los requisitos de instalación y operación de estaciones base

de telefonía móvil celular que por lo general se instalan en áreas urbanas de las ciudades en la república mexicana con la consecuente inconformidad de la ciudadanía y con la complacencia de las autoridades que al menos deberían elaborar reglas de prevención o precaución y requisitos técnicos o en su defecto comprometer a los organismos del gobierno a resolver esta problemática que de seguir así podría afectar las comunicaciones, el desarrollo de la tecnología de punta y a las empresas de la especialidad (34).

También en cuanto a telecomunicaciones y radiocomunicación se tiene la NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-2009, Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz-Especificaciones, límites y métodos de prueba (35).

Tiene como objetivo establecer las especificaciones mínimas y límites para los equipos de radiocomunicación por espectro disperso (Salto de Frecuencia, Modulación Digital e Híbrido) en las bandas de frecuencias a que se circunscribe esta NOM, previéndose que cuando operen no causen interferencias perjudiciales a otros equipos de operación autorizada, ni a las redes y servicios de telecomunicaciones de servicios autorizados; y asimismo previéndose que al operar los equipos no inhiban la existencia y coexistencia del mayor número posible de sistemas de radiocomunicación por espectro disperso y de modulación digital. También tiene por objeto establecer los métodos de prueba para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones y límites que aquí se establecen; y asimismo contribuir al cuidado del interés de los consumidores de estos equipos.

En 2012, se planeaba tener una NOM-126 la cual se trataba de conciliar la preocupación de los ciudadanos y el aumento en la adopción de servicios de telecomunicaciones, en ese entonces la COFETEL inició el procedimiento para la creación de la Norma Oficial Mexicana NOM126-SCT1-SSA1-2012, la cual dictaría las medidas de operación para el cumplimiento de los límites de exposición máxima para seres humanos a las ondas emitidas por las antenas, y cuyo cumplimiento

aseguraba que no existan riesgos para la salud. Establecía también un conjunto de límites máximos de exposición para seres humanos cercanos a emisores de campos electromagnéticos en el entorno de radiocomunicaciones.

La COFEPRIS señaló en 2013, que no existía riesgo a la salud producido por antenas, dejando el anteproyecto de la NOM-126 en solo eso (36).

### **Riesgos a la salud por radiaciones electromagnéticas**

Los riesgos por radiaciones electromagnéticas producidos por antenas de telefonía móvil según pueden causar problemas de salud como cambios en la actividad eléctrica del cerebro, depresiones, insomnio o cáncer. Las potencias emitidas por los teléfonos móviles son miles de veces inferiores a las de las antenas pero su intensidad sobre el cuerpo humano es muy superior a la producida por ellas porque la distancia es demasiado corta (37).

Se considera que los Campos electromagnéticos de Baja Frecuencia (CEM-BF) producen en un organismo vivo alteraciones a nivel de la membrana celular, cambios en el ácido desoxirribonucleico (ADN), en el equilibrio de los iones de calcio, en la secreción de la hormona melatonina y en la modificación del funcionamiento del sistema inmunológico. Estos cambios constituyen la base para el desarrollo de afecciones a la salud importantes como el cáncer y las enfermedades degenerativas del sistema nervioso central (38).

Se ha demostrado que mientras más antenas haya, las radiaciones son menores debido a que las antenas no se sobrecargan para mandar señales que producen radiaciones.

Lo ideal desde un punto sanitario sería instalar una antena de baja potencia en cada edificio. El problema aquí es que para las empresas que se dedican por ejemplo a las compañías telefónicas les representa un costo elevado ya que cada estación de base es muy cara.

La exposición a ondas de radiofrecuencia de antenas de telefonía móvil puede ser peligrosa si ésta es muy intensa o bien si la distancia entre la persona y la antena es muy corta. Algunos artículos manejan que puede producir cataratas, quemaduras de piel, quemaduras internas, golpes de calor, alteraciones en el comportamiento, alteraciones en el desarrollo embrionario. Específicamente en exposiciones a menos de 6 metros de una antena es cuando existe posibilidad de daño (39).

En los tejidos, la SAR, suele definirse en el cuerpo entero o promediada para un cierto valor de masa de tejido. Es proporcional al cuadrado del campo eléctrico interno, la distribución del SAR en promedio es altamente dependiente de la forma que tenga la parte del cuerpo expuesta al campo, así como de la ubicación exacta y geometría de la fuente (exposición a campo lejano o cercano), presencia de objetos, efectos de toma de tierra, etc. Alcanzando valores máximos en condiciones de campo lejano, si el eje mayor del cuerpo humano es paralelo al vector del campo eléctrico, y para el hombre adulto sin conexión a tierra eléctrica, hay una frecuencia de resonancia de la absorción próxima a los 70 MHz (40).

En base a trabajos publicados, se suele establecer una clasificación del espectro electromagnético atendiendo a la zona de interacción térmica con el cuerpo humano (41):

- En un rango de 100 kHz – 20 MHz: la absorción se produce fundamentalmente en el cuello y las piernas.
- Rango de 20 MHz – 300 MHz: la absorción es relativamente alta en todo el cuerpo.
- Rango de 300 MHz – 10 GHz: la absorción es localizada y no uniforme.
- Mayor a > 10 GHz: la absorción se produce en la superficie del cuerpo.

## **Cáncer y radiaciones electromagnéticas**

Se han hecho varios estudios acerca de la relación entre las radiaciones electromagnéticas y el cáncer. Según un informe que elaboró la Junta Nacional Británica de Protección Contra las Radiaciones, en la cual reconocieron la relación entre exposición baja y alta frecuencia y la aparición de leucemia infantil (42).

El “Schwarzenburg Study”, expuso que había alteraciones del sueño y disminución de melatonina en función de las dosis de radiación, lo que demuestra la profunda sensibilidad del cerebro a las radiaciones de radiofrecuencias, reduciendo la neurohormona melatonina, involucrada en la regulación del sueño y el cáncer (43).

## **Electrosensibilidad o Síndrome de microondas**

La electrosensibilidad forma parte de las nuevas enfermedades surgidas en el seno de las sociedades desarrolladas. Se trata de una enfermedad notoria recurrente provocada por la exposición a campos electromagnéticos. La hipersensibilidad eléctrica significa poseer un conjunto de síntomas como dolor de cabeza, cansancio crónico, dificultad para dormir etc. Estos se activan o se producen por estar cerca de aparatos eléctricos, transformadores, antenas de telefonía móvil y/u otras fuentes de radiaciones (44).

Sin embargo, la persona afectada no aparenta tener problema alguno mientras no se exponga a los campos eléctricos. Toda enfermedad recurrente que sea producida por radiaciones, y que disminuya o desaparezca cuando uno se aleja de la fuente que los genera, constituye un caso de hipersensibilidad electromagnética. Esta enfermedad también conocida como “síndrome de microondas” principalmente afecta a personas con sistemas inmunes débiles o en cualquier fase de desarrollo. Puede ir en este caso desde los niños hasta en adultos mayores. Aunque incluso puede afectar a cualquier persona en general con un buen estado de salud pero con grandes riesgos de exposiciones intensas o prolongadas. En sí esta enfermedad o bien estos síntomas no llegan a ser mortales pero si pueden desencadenar otro tipo de enfermedades que se pueden volver graves.

Este síndrome fue descrito originalmente por los investigadores médicos soviéticos y consiste según ellos en:

- Un síndrome neurasthenic: fatiga, irritabilidad, náusea, dolores de cabeza, anorexia, depresión.
- Un síndrome cardiovascular: vértigos, bradicardia, taquicardia, hipertensión
- Un síndrome diencefálico de la tensión arterial baja, problemas de la memoria, dificultades de la concentración, la exposición crónica del insomnio a las microondas se asocia a lesiones dermatológicas, leucemia, a la enfermedad de Parkinson, a la enfermedad de Alzheimer, etc. (45).

Lamentablemente se hace referencia para todos los estudios en general sin tener ese peso tan grande que se necesita, al menos la Organización Mundial de la Salud, hasta la fecha no ha dado el veredicto final sobre las afecciones reales de estos problemas.

### **¿Efectos biológicos o efectos sobre la salud? ¿Qué es un peligro para la salud?**

Los efectos biológicos son respuestas mensurables a un estímulo o cambio en el medio. Estos cambios no son necesariamente perjudiciales para la salud. Por ejemplo, escuchar música, leer un libro, comer una manzana o jugar al tenis son actividades que producen diversos efectos biológicos. No obstante, no esperamos que ninguna de estas actividades produzca efectos sobre la salud. El organismo dispone de mecanismos complejos que le permiten ajustarse a las numerosas y variadas influencias del medio en el que vivimos (46).

Los efectos de la radiactividad en los seres vivos pueden ser inmediatos o tardíos, según la dosis. Aun cuando las personas no sean afectadas por los factores destructivos térmicos y mecánicos, pueden serlo por los niveles elevados de radiación, ya sea con la muerte inmediata por el síndrome de irradiación agudo, o posterior, dependiendo de las dosis de radiación recibidas. Un efecto perjudicial para la salud es el que ocasiona una disfunción detectable de la salud de las personas expuestas o de sus descendientes; por el contrario, un efecto biológico puede o no producir un efecto perjudicial para la salud (47).

El principal parámetro que determina el tipo de mecanismo de interacción con los tejidos biológicos es la frecuencia. De forma general puede afirmarse que a bajas frecuencias la interacción se produce por acoplamiento campo eléctrico/campo magnético con el cuerpo, mientras que a frecuencias superiores, por encima de 100 kHz, la interacción se genera básicamente por la transferencia y consecuentemente absorción de energía en el medio biológico (48).

No se pone en cuestión que por encima de determinados umbrales los campos electromagnéticos puedan desencadenar efectos biológicos. Según experimentos realizados con voluntarios sanos, la exposición a corto plazo a los niveles presentes en el medio ambiente o en el hogar no produce ningún efecto perjudicial manifiesto. La exposición a niveles más altos, que podrían ser perjudiciales, está limitada por directrices nacionales e internacionales. La controversia que se plantea actualmente se centra en si bajos niveles de exposición a largo plazo pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas (49).

### **Efectos biológicos que intervienen directamente en la salud de las personas.**

Los estudios de efectos biológicos en la salud debido a exposición a los campos electromagnéticos se iniciaron aproximadamente en los años 50 y, actualmente, la base de datos de la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), tiene más de 2500 estudios para radiofrecuencia, incluyendo aproximadamente 1500 estudios sobre telefonía móvil (50).

Cuando una entidad biológica se expone a un campo electromagnético (CEM), se produce una interacción entre la potencia del campo, la corriente eléctrica inducida y las cargas del tejido corporal. El efecto biológico es la respuesta fisiológica a esa interacción, que puede ser o no, perceptible por el organismo expuesto.

El efecto biológico no tiene por qué ser necesariamente una lesión. Se produce una lesión cuando el efecto biológico supera las propiedades biológicas de compensación del organismo. Los efectos producidos por exposición a CEM desde el punto de vista clínico se pueden clasificar en agudos y crónicos. Los efectos agudos se relacionan con efectos inmediatos y objetivos, y los crónicos no son ni

inmediatos ni objetivos, se pueden denominar a largo plazo, además se pueden clasificar como nocivos y benéficos (47).

Las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia, dependiendo de su intensidad, producen una elevación térmica de los tejidos. “La mayoría de las normas internacionales consideran que los mecanismos implicados en los efectos biológicos principales involucran un efecto térmico, y se basan en los efectos térmicos inducidos por estas radiaciones” (51).

Los campos eléctrico y magnético que interactúan con el cuerpo debidos a una fuente próxima pueden causar dos tipos de efectos biológicos, unos térmicos y otros no térmicos.

Aquí se desarrollan mecanismos que actúan de manera directa en los efectos biológicos de radiaciones específicamente de las NO IONIZANTES. Los cuales se dividen anteriormente dicho en:

- Efectos térmicos.
- Efectos no térmicos

### **Efectos térmicos:**

En los efectos térmicos lo que nos dice es que las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia, según su potencia, producen una elevación térmica de los tejidos. “La mayoría de las normas internacionales consideran que los mecanismos implicados en los efectos biológicos principales involucran un efecto térmico, y se basan en los efectos térmicos inducidos por estas radiaciones” (52).

Una elevación de la temperatura puede afectar el funcionamiento de diversos sistemas biológicos y si es más pronunciada, causar un daño irreversible. No obstante, aún las elevaciones moderadas inducen la síntesis, por parte de las células afectadas, de proteínas de choque térmico (HSP), las cuales por un lado protegen a las células contra las altas temperaturas y otras condiciones de stress físico o químico, pero también protegen a las células neoplásicas de la acción de agentes farmacológicos terapéuticos usados en el tratamiento del cáncer y pueden proteger a la célula cancerosa contra su destrucción por el sistema inmunológico.

Además, como las HSP intervienen en la modulación de la acción de diversas hormonas, pueden afectar la acción de éstas provocando alteraciones de diverso tipo e incluso favoreciendo el desarrollo de cánceres hormono-dependientes (53).

Los tejidos que más se alteran son los que tienen un mayor porcentaje de agua en ellos (sistema nervioso central, globo ocular), lo cual se manifiesta frecuentemente como cefaleas, insomnio, y otras alteraciones bajo el efecto de exposición a este tipo de radiaciones. En órganos con poca circulación sanguínea como el globo ocular, el daño puede ser más grave porque la pérdida de calor es más lenta (54).

Otro efecto que es considerado como térmico es el aumento de permeabilidad de la barrera hematoencefálica, “lo que permite el paso de diversas moléculas desde la sangre al cerebro, entre ellas, moléculas tóxicas que normalmente son detenidas por esta barrera” (55).

#### **Efectos no térmicos:**

Los efectos no térmicos se producen bajo intensidades mucho menores que aquellas que producen efectos térmicos. “Se considera que la absorción de energía bajo 0,08 W/kg para la población general y bajo 0,4 W/kg para los trabajadores no estaría produciendo efectos térmicos”. Sin embargo, bajo esos niveles se pueden estar produciendo efectos por mecanismos menores como microtérmicos, por inhibición de la secreción de la hormona melatonina por igual mecanismo que el de la luz, por interacción con los mecanismos de repolarización de neuronas, alteración en la estructura y función de diversas enzimas, alteración de canales iónicos, entre otros (56).

La radiación electromagnética también aumenta la proliferación celular, en especial en algunas líneas celulares tumorales, lo que también puede contribuir a incrementar el desarrollo de tumores (57).

A continuación, se describen algunos efectos más significativos relacionados con los efectos no térmicos (58):

- **Sistema nervioso.** Sobre efectos de campos de radiofrecuencia de niveles intermedios y bajos muestran que la exposición a niveles de SAR bajos (siempre menores que 2W/kg), bajo ciertas condiciones, pueden afectar al sistema nervioso, efectos morfológicos, electrofisiológicos, en la actividad neurotransmisora y en el metabolismo.
- **Sistema inmunológico.** También se han descrito efectos sobre el sistema inmunológico, sobre la morfología de los genes y los cromosomas, concentración de iones, morfología celular etc.
- **Hormonas.** La influencia de los campos de RF/MW pueden influir sobre la concentración de hormonas en la sangre.

También se encuentran las alteraciones celulares, cromosómicas y genéticas, alteraciones del ritmo cardíaco y de la tensión arterial, alteraciones del encefalograma, efectos endocrinos y neuroendocrinos, efectos en la sangre, efectos sobre la audición, efectos sobre la reproducción y el desarrollo, aumento del flujo de calcio, cambios de comportamiento en los individuos (59).

- **Alteraciones en la membrana celular.** Se ha demostrado que las radiaciones electromagnéticas afectan diversos canales iónicos de las membranas celulares, aumentan el paso de calcio a través de las membranas celulares, proceso en el cual parecen estar involucrados los radicales libres. Las células poseen un voltaje a través de sus membranas y utilizan iones de calcio para muchos de los procesos de regulación en las células. Una alteración del campo eléctrico sobre la superficie de las células cambia la eficiencia de su comportamiento. Algunos estudios han encontrado cambios en la concentración de iones (58).

### **Percepción acerca de riesgos a la salud.**

La percepción social es el estudio de las influencias sociales sobre la percepción. Hay que tener en cuenta que las mismas cualidades pueden producir impresiones diferentes, ya que interactúan entre sí de forma dinámica (60).

En las primeras apariciones de los conceptos de percepción, se creía que ésta era única y exclusivamente del área de psicología y que dependía de las características estructurales de la estimulación y del funcionamiento del sistema nervioso. Se cita a Bruner y Goodman a partir del año 1949, que a través de la corriente llamada new look o teoría de los estados, hicieron hincapié en los llamados factores funcionales de los procesos perceptivos, por lo que mencionan que la percepción no depende sólo de la naturaleza de los estímulos, sino que sobre ella influyen los estados y disposiciones del organismo. La percepción es seleccionar, formular hipótesis, decidir, procesar la estimulación eliminando, aumentando o disminuyendo aspectos de la estimulación. Pero también resulta afectada por el aprendizaje, motivación, emoción y todo el resto de características que son permanentes o momentáneas en cada sujeto (61).

Percepción, según Carterette y Friedman (62), es una parte esencial de la conciencia, es la parte que consta de hechos intratables y, por tanto, constituye la realidad como es experimentada. Esta función de la percepción depende de la actividad de receptores que son afectados por procesos provenientes del mundo físico. La percepción puede entonces definirse como el resultado del procesamiento de información que consta de estimulaciones a receptores en condiciones que en cada caso se deben parcialmente a la propia actividad del sujeto. Dice Barthey que según el diccionario 1. "La percepción es cualquier acto o proceso de conocimiento de objetos, hechos o verdades, ya sea mediante la experiencia sensorial o por el pensamiento; es una conciencia de los objetos, un conocimiento 2. "La referencia que una sensación hace a un objeto externo". 3. "Un conocimiento inmediato o intuitivo, o juicio; un discernimiento análogo a la percepción sensorial con respecto a su inmediatez y al sentimiento de certidumbre que lo acompaña, frecuentemente implica una observación agradable o una discriminación sutil" (63).

Al modo de ver de Barthey, en estas definiciones hay varios significados diferentes del término. La percepción, así, es tanto una forma de pensamiento como una conducta inmediata. Esta definición convierte a la percepción en un sinónimo de la conciencia.

La segunda definición hace de la percepción un problema sensorial, teniendo la sensación una naturaleza psíquica y siendo una especie de proceso de copia de la realidad externa.

La tercera definición equipara la percepción a un juicio, que se da no solo a partir de los datos sensoriales, sino como una pura intuición.

En un estudio reciente acerca de la percepción social de las Tecnologías Electromagnéticas en comunas de La Granja, Santiago y Ñuñoa pertenecientes a la provincia de Santiago, Chile. Dicha intervención alcanzó las 1200 encuestas para observar la percepción de la ciudadanía respecto de las tecnologías electromagnéticas y como estas impactan en su bienestar. La intervención se realizó basada en cuatro dimensiones: (i) Uso Consciente; (ii) Tecnología; (iii) Salud; y (iv) Utilidad. La muestra se caracterizó a través de los grupos etarios, nivel educativo y área laboral. Los resultados permiten observar que existe una disonancia cognitiva en los diferentes grupos debido a que mencionan lo importante que es la tecnología electromagnética y a la vez reconocen que ellos perciben la misma tecnología como dañina a su salud. Este fenómeno se produce por la alta introducción de la tecnología en la vida cotidiana y la ausencia de educación no solo sobre la utilidad del artefacto tecnológico sino también sobre la necesidad de su uso (64).

En otro estudio sobre la percepción del riesgo a radiaciones electromagnéticas en las mujeres del proyecto INMA- Gipuzkoa. Los datos sobre percepción se recogieron mediante cuestionarios en dos diferentes periodos. Durante el embarazo 625 madres seleccionaron 5 problemas ambientales relevantes en su lugar de residencia de una lista de 16. A los 8 años de edad de los niños, 386 madres puntuaron, en una escala de 0 a 10, su percepción sobre el nivel de exposición a RF y el riesgo para la salud derivado de esa exposición. Durante el embarazo un 31,8 % de madres eligieron la cercanía a antenas de RF como uno de los 5 problemas ambientales más importantes. A los 8 años de edad de los niños el 98,0 % y el 90,3 % de las mujeres referían niveles de percepción medios o altos (entre 5 y 10) respecto a la exposición y el riesgo para la salud, respectivamente. Se

encontró una correlación moderada entre percepción de exposición y de riesgo (0,5). No existe relación entre percepción de la exposición a RE y los niveles reales obtenidos mediante mediciones en las viviendas. Conocer los factores asociados con la percepción de los riesgos por la ciudadanía ayudará a gestionarlos de forma adecuada (65).

En últimas publicaciones en los titulares de las noticias de los últimos años, han surgido ideas de diversos aspectos y factores que preocupan a la sociedad en general. También en el transcurso de la última década, se han planteado dudas relativas a los efectos sobre la salud de numerosas fuentes de campos electromagnéticos, como las líneas de conducción eléctrica, los hornos de microondas, las pantallas de computadora y de televisión, los dispositivos de seguridad, los radares y, más recientemente, los teléfonos móviles y sus estaciones base (65).

### **Percepción del riesgo por los científicos y por el público general**

La persona que desconoce un tema, no dispone a veces de algunos datos sobre los peligros que corre. Sin embargo, la idea básica que se hace de un riesgo es mucho más rica que la del experto y refleja inquietudes legítimas que éste suele ignorar en su evaluación. En consecuencia, las iniciativas de comunicación sobre los riesgos y la gestión de los riesgos están condenadas al fracaso si no se conciben como un proceso bidireccional. Cada una de las partes, los expertos y el público, tiene algo válido que aportar; cada una deberá respetar la manera personal de ver y entender de la otra (66).

Los debates sobre la percepción de los riesgos siguen enquistándose a menudo entre posturas polarizadas y simplistas: entre los conocimientos de los expertos (científicos) y la percepción del público general (no especializado); entre evaluaciones cuantitativas (objetivas) y cualitativas (subjetivas) de los riesgos; y entre respuestas analíticas racionales y respuestas emotivas irracionales. Estos estereotipos, presentes en los debates de los años setenta y ochenta sobre la energía nuclear, son hoy de poca utilidad a la hora de considerar los riesgos para la

salud y la manera de prevenir los factores correspondientes. La aceptabilidad de los riesgos depende de muchos aspectos de la percepción que se tenga tanto de los riesgos de las tecnologías e intervenciones como de sus posibles beneficios. Para comprender las causas de algunos comportamientos de riesgo y la razón de que algunas intervenciones sean más aceptables y eficaces que otras hay que considerar tanto los riesgos como los beneficios. Además, es primordial prestar atención a los factores sociales, culturales y económicos para saber cómo percibe y comprende una persona los riesgos que corre su salud (67).

### **Diferencia entre conocimiento y percepción**

Se toma en cuenta que el conocimiento es una mezcla de la experiencia, valores e información que va a servir como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información, resultando fácil para la acción. Para que la información se convierta en conocimiento es necesario realizar acciones como: Comparación con otros elementos, predicción de consecuencias, búsqueda de conexiones y conversación con otros portadores de conocimiento (68).

Mientras que la percepción te puede generar la incertidumbre acerca de un tema para bien o para mal, el conocimiento te ayuda a reafirmar a través de la información sobre lo bueno o malo de algún tema.

### **La Salud Pública ante la contaminación invisible**

Declaración científica internacional para adoptar medidas de protección de la salud frente a la contaminación electromagnética.

El grupo “Electro y Químico Sensibles por el Derecho a la Salud” (EQSDS), asistió al acto, celebrado en Septiembre de 2017 en la Real Academia Nacional de Medicina, que presentó la pionera Declaración Científica Internacional de Madrid enfocada a proteger la salud de la población frente a la contaminación electromagnética. En la jornada, expertos en Bioelectromagnetismo denunciaron que “la exposición a altas y bajas frecuencias generadas por aparatos eléctricos e inalámbricos y dispositivos por radiofrecuencia como móviles, wifi, antenas y otros

sistemas generan una situación indiscutible e insoslayable de impacto en la salud pública” que hay que legislar, proteger y dar a conocer a la opinión pública sin más demora (69).

Asimismo, los ponentes exhortaron a las administraciones a acogerse a los actuales estudios científicos y a los llamamientos científicos sobre los riesgos documentados en un momento además en que *“la sociedad cada vez es más consciente de estos riesgos y exige más medidas de prevención y protección”*, señaló el ingeniero en telecomunicaciones y sociólogo Pedro Costa, Premio Nacional de Medioambiente quien defendió el derecho de las personas informadas a protegerse. Además aseveró que “es técnicamente posible la reducción de niveles de exposición” pero que la respuesta de la industria ante la preocupación ciudadana ha sido el camuflaje de las antenas (70). Todo esto se da en los países desarrollados, los cuáles implementan estrategias para mantener informada a la población.

El análisis crítico es fundamental en una sociedad moderna y democrática, para impedir que los poderes fácticos de turno nos engañen de manera descarada y que las administraciones públicas reaccionen de forma tardía y lenta, como ha pasado con el tabaco, asbesto, disruptores endocrinos, cambio climático (71) y tantos otros casos que afectan a la salud pública y que claro está que representa un problema para la salud pública por los problemas económicos, sociales y sobre todo de salud, que puedan presentarse, derivados de la contaminación geo ambiental.

## **Marco Histórico**

### Electromagnética.

En breves antecedentes sobre el electromagnetismo podemos destacar lo siguiente:

Charles-Augustin de Coulomb, fue uno de los pioneros de las teorías eléctricas, observó y analizó profundamente el fenómeno de la atracción electrostática formulando así sus respectivas ecuaciones de fuerza y estudió los fenómenos

magnéticos, mejorando el uso de la brújula y entendiendo su funcionamiento. En 1785 impulsó la teoría Magnética y Eléctrica (72).

En 1801, las matemáticas necesarias para el electromagnetismo fueron desarrolladas por Carl Friedrich Gauss. Las que serían tomadas más tarde por Farady para intentar explicar los fenómenos eléctricos y/o magnéticos, como consecuencia surge una ley, la que Faraday llamó, ley de Gauss (73).

En 1820, Hans Christian Ørsted, descubrió el fenómeno en el cual un cable por el que circula una corriente, modifica la dirección de una brújula cercana. De esta forma supo que una corriente genera un campo magnético y por lo tanto, estos estaban relacionados. En su nombre se le puso a la relación entre electricidad y magnetismo: reluctancia magnética (74).

En 1820, otro de los aportes al electromagnetismo surgió por Jean-Baptiste Biot y Félix Savart, que elaboraron la Ley de Biot-Savart, que expresa el campo generado por una corriente eléctrica (74).

En 1822, André-Marie Ampère, estableció varias leyes de la electrostática y electrodinámica, agregando teorías magnéticas y descubrió las leyes que hacen que justamente, una brújula se mueva al circular una corriente por un conductor.

En su honor se le asignó su nombre a la unidad de la intensidad del campo eléctrico (Amper) (75).

En 1831, Joseph Henry con ayuda de sus fundamentos electromagnéticos, inventó el telégrafo, y fue el quien lo volvió funcional a largas distancias. En su honor, la unidad de inductancia magnética recibe su nombre (Henrio) (75).

En 1821, Michel Faraday fue uno de los primeros en construir un motor eléctrico, que él llamaba "Rotación electromagnética". Diez años más tarde, en 1831, Faraday comenzó a experimentar con éxito la inducción electromagnética, esa tecnología también es usada hoy en día. En su honor se le asignó la unidad de capacidad eléctrica (Faradio) (76).

En 1866, James Clerk Maxwell hizo la primera formulación completa del electromagnetismo, unificó las teorías Magnéticas y Eléctricas a través de sus ecuaciones. Inicialmente, sus ecuaciones eran veinte, y el mismo Maxwell redujo a trece. Agregó el concepto de "Corriente de Desplazamiento" a la ley de Ampère 1866 (77).

Y finalmente en 1888, Heinrich Rudolf Hertz, demostró por primera vez la existencias de la radiación electromagnética al poder emitir señales y recibirlas a un metro de distancia, confirmando lo dicho por Maxwell y Faraday (78).

### Desarrollo de las antenas

Las antenas tuvieron su desarrollo a lo largo del siglo XX. La historia de las antenas se remonta al físico británico James Clerk Maxwell, quien unificó las teorías de electricidad y magnetismo de anteriores científicos como Coulomb, Gauss, Ampère o Faraday, relacionándolas en las famosas ecuaciones de Maxwell, publicadas en 1873 (79).

En 1886, otro físico, el alemán Heinrich Rudolf Hertz, construyó el primer sistema electromagnético sin cables. Éste consistía en un dipolo  $\lambda/2$  que actuaba como generador de ondas electromagnéticas de 4 m de longitud, creando una chispa la cual producía otra chispa en un aro situado a 30 m que hacía las veces de receptor (79).

A finales del siglo XIX, el ingeniero eléctrico serbio Nikola Tesla, desarrollador de la corriente alterna, su homólogo italiano Guglielmo Marconi y el físico ruso Alexander Stepanovich Popov, pugnaron por la invención de la radio como sistema de transmisión de señales, cuya patente le está reconocida al primero.

En 1889, el ingeniero español Julio Cervera Baviera desarrolló la transmisión de sonido vía radio y es otro pionero de la radiocomunicación (78).

Unos años más tarde, en 1901, recién comenzado el siglo XX, Marconi logró transmitir señales a largas distancias. En ese mismo año fue capaz de realizar la primera transmisión transatlántica desde Inglaterra hasta Canadá, enviando la letra

“S” en código Morse. Para ello utilizó desde los albores de las primeras antenas hasta los años cuarenta, la tecnología predominante en la construcción de éstas eran los cables radiantes que alcanzaban frecuencias de hasta UHF (0.3-3 GHz), pudiendo ser usados como elementos singulares o formar arrays (79).

El uso de ésta energía se ha visto reflejado en las últimas 4 décadas desde que comenzó la evolución y los mayores alcances de las señales electromagnéticas producidas por las antenas y dispositivos móviles. Con esto, algún porcentaje de la población mundial ha expresado su preocupación a raíz de advertencias lanzadas por diferentes fuentes acerca de los problemas que ocasiona la exposición cercana a estas energías.

Como consecuencia del incremento exponencial del uso de las radiofrecuencias en las comunicaciones, también ha aumentado de forma considerable la preocupación por los posibles efectos de esta nueva forma de contaminación y los posibles riesgos que pueda tener para la salud humana y el medio ambiente esta nueva forma de contaminación. (Contaminación electromagnética FCC 1997) (80).

La preocupación sobre los efectos de ésta energía en especial, tuvo su origen durante la segunda guerra mundial (81). En los años 50 y 60 fueron publicados los primeros informes sobre todo en Europa del Este y la Unión Soviética. Como era de esperarse, en un principio no fueron tomados como un factor implicado en la salud humana, ya que muchos de sus posibles efectos no fueron atribuidos a su uso, como es el caso de los operadores de radio en la marina durante la guerra. A pesar de ello las primeras normativas de protección de los trabajadores con microondas proceden de la URSS en la década de los 70. En 1974, la asociación internacional para la protección de las radiaciones (IRPA) formó un grupo de trabajo para el estudio de las radiaciones no ionizantes que en el congreso de Paris (1977) paso a denominarse International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC). Los campos electromagnéticos de radiofrecuencias aparecen como una nueva preocupación en la salud pública a raíz de los trabajos desarrollados por Wertheimer y Leeper en 1979 sobre el aumento de cáncer en niños relacionado con la proximidad a líneas de alta tensión. Tan solo en las décadas de los 80's y 90's se publicaron más de

30.000 artículos relacionados directa o indirectamente con esta área de investigación multidisciplinar. Los informes abarcaron una gran variedad de campos y disciplinas física, ingeniería, biofísica, genética-molecular, biología-celular, fisiología de animales y plantas, conducta humana, aplicaciones clínicas, y estudios ecológicos (82).

### **Antecedentes**

En las últimas décadas se han publicado revisiones importantes sobre este tema (83) indicando unas que las investigaciones son insuficientes y carecen de resultados concluyentes para establecer relaciones “sólidas” de causa-efecto generalizables y otras encontrando importantes indicios suficientes como para aconsejar medidas de precaución (84). Esto dio pie a iniciar con normativas que sirven como instrumento para prevenir a la población y se pueda hacer compatible el desarrollo de ésta energía con la salud pública.

En México se desconoce si las antenas de telecomunicaciones están cumpliendo estas normas e incluso quedó pendiente de emitirse la denominada NOM-126-SCT1-SSA1-2012, que regularía las recomendaciones que se hacen a nivel internacional.

Derivado de distintas solicitudes de información pública presentadas ante la antiguamente llamada: “Comisión Federal de Telecomunicaciones”, que hoy se ha convertido en un Instituto, el organismo ha informado que continúa elaborando dicha norma para el cumplimiento de los límites de exposición máxima para seres humanos a radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia no ionizantes en el intervalo de 100 kHz a 300 GHz en el entorno de emisores de radiocomunicaciones (85).

El objetivo de esta norma, de acuerdo con el oficio CFT/D01/UE/282/2013, pretendía establecer un conjunto de límites máximos de exposición para seres humanos a emisores de campos electromagnéticos en el entorno de las

radiocomunicaciones, además de construir métodos de prueba para evaluar la conformidad de los límites a los cuales se encuentra expuesta la población, respecto de dichos campos electromagnéticos (85).

El anteproyecto de dicha norma, que vía la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública fue proporcionado por el ahora Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), indica que los concesionarios deberían proporcionar datos como el tipo de emisor y potencia de la antena, frecuencia de la señal portadora, características de modulación, número de emisores, y generación de frecuencias no deseadas (85).

A manera de justificación, se advirtió que era necesario prevenir daños a la salud humana, debido a la emisión de radiaciones electromagnéticas.

La NOM quería responder a la creciente preocupación de la población acerca de la proliferación de instalaciones y equipos generadores de campos electromagnéticos en el ambiente diario como consecuencia del acelerado desarrollo tecnológico en el ámbito de las telecomunicaciones.

### **Planteamiento del problema**

En el mundo nos exponemos a diversos factores o determinantes que provocan algún tipo de contaminación en el ambiente. En muchas ocasiones, no prestamos mucha importancia debido a que ciertos tipos de contaminantes son difíciles de ver a simple vista, pero que están presentes y terminan repercutiendo en problemas de salud.

La contaminación electromagnética o contaminación invisible, es un tipo de contaminación la cual está presente entre toda la población de manera constante debido a que es producida por las tecnologías procedentes de telefonía móvil y de la electrificación de los hogares y las propias ciudades.

La inquietud de abordar este tema con éste tipo de contaminación, surge a través de la gran controversia que engloba sobre opiniones buenas, opiniones malas, pero sobre todo muchas grandes incógnitas por parte de ciertos sectores de las poblaciones debido al desconocimiento sobre lo que pueden provocar el tipo de radiaciones no ionizantes, considerando que en las normas establecidas en el Diario Oficial de la Federación, no se encuentra alguna que haga referencia acerca de los límites reales de las antenas en la ciudad. De aquí se genera la importancia de que los ciudadanos tengan el interés sobre las posibilidades de que existan riesgos a la salud producidos por las antenas y así poder exigir alguna ley o norma que proteja a la población.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es la percepción en cuanto a riesgos a la salud que tiene la población acerca de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes y su relación con variables demográficas?

### **Justificación**

El presente proyecto de investigación tiene la inquietud y necesidad de abordar este tema debido a que en el municipio de Tepic, contamos con la presencia de antenas de telecomunicaciones y radiodifusión, las cuales pueden presentar un nivel potencial de riesgos a la salud.

Las radiaciones electromagnéticas, específicamente las no ionizantes, son las que habitualmente están presentes en nuestro entorno y medio ambiente.

Como población, estamos expuestos a éste tipo de contaminación ambiental y existe la probabilidad de que la mayoría de los habitantes no conozcan acerca de los niveles de radiación permitidos por una antena y si existe un problema real que propicie la presencia de alguna enfermedad en los humanos.

Queda claro que la opinión que tienen los expertos del tema y las personas que desconocen del tema es de suma importancia. Cada parte tiene algún aporte hacia el tema.

Es de suma importancia conocer la percepción que tienen las personas hacia cualquier factor de riesgo al que puedan estar vulnerables. Para posteriormente buscar las soluciones necesarias.

Actualmente son pocos estudios en México sobre efectos en la salud de poblaciones por contaminación electromagnética al igual que en el estado de Nayarit.

En Tepic, Nayarit, no se cuenta con algún programa o medida preventiva establecida como tal en la ciudad y hasta la fecha se desconoce de la existencia sobre algún estudio realizado en la ciudad sobre la percepción que tiene la población acerca de los riesgos que pueden producir las radiaciones no ionizantes emitidas por las antenas.

### **Objetivo general**

Conocer la percepción de las personas entrevistadas acerca de la contaminación electromagnética y los riesgos a los que se están expuestos al vivir cerca de una Estación Base de Telecomunicaciones y su relación con variables sociodemográficas.

### **Objetivos específicos**

Conocer la información que tiene la población sobre el riesgo potencial de las antenas

Conocer la relación entre la percepción que tiene la población sobre el riesgo de las antenas y algunas variables sociodemográficas.

## Metodología

El tipo de estudio que se utilizó es observacional, descriptivo, correlacional. Cabe destacar que previamente se registró el protocolo de investigación ante la CEBIOETICA de Nayarit.

Para conocer la percepción de riesgo de los individuos se aplicó el instrumento llamado “Paradigma Psicométrico” que lo tomamos como base del documento *Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación* de Portell y Solé (86), así como la estimación de la magnitud del riesgo percibido.

Este instrumento es oficial de la Nota Técnicas de Prevención NTP 578: Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Es un instrumento fácilmente adaptable a diferentes contextos laborales y sociales.

Se aplicó en una muestra poblacional (muestreo a conveniencia), en una zona seleccionada, de la ciudad de Tepic, mediante una encuesta, en forma de entrevista, para conocer la percepción a los riesgos que tengan las personas evaluadas y con esa información saber que conocen y que es lo que desconocen.

La zona estudiada es la colonia Luis Echeverría Álvarez de Tepic Nayarit, México, ahí se encuentra una de las estaciones base de telecomunicaciones grande y está relativamente cerca de las viviendas. Según datos del INEGI, la población estudiada la tomamos del corte AGEB que viene por zonas e incluye aparte de ésta colonia a otras 3 colonias con una población total de 4,076 (87).



La colonia Luis Echeverría Álvarez, se encuentra entre 3 antenas de telecomunicaciones y a 250 metros aproximadamente de la Estación base de Telecomunicaciones.

Dentro de nuestras variables estudiadas están: sexo, edad, años viviendo en la zona, grado de estudios, y las 11 preguntas del paradigma psicométrico (encuesta).

**Criterios de inclusión:** personas que cumplieran con las siguientes características:

- Ser mayores de 18 años (padre o madre de familia o titular de la casa).
- Que tengan viviendo más de 10 años en la zona.

### **Factores de riesgo a evaluar**

Estos están compuestos por los factores de riesgo posibles a los cuales la población está expuesta a través de las radiaciones no ionizantes que emiten las estaciones base de telecomunicaciones y si están familiarizados con conceptos sobre prevención.

### **Selección de los atributos de riesgo a evaluar**

Estos atributos se tomaron de referencia por los nueve atributos establecidos en el documento *Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación* de Portell y Solé (86), así como la estimación de la magnitud del riesgo percibido.

Según el paradigma psicométrico, la percepción del riesgo se basa en los juicios intuitivos; por ende, es necesario identificar cuáles son los atributos que expresan dicha percepción y que van a permitir entender la respuesta social del riesgo a evaluar.

Por lo tanto, para el diseño y aplicación de la encuesta se tuvieron en cuenta estos nueve atributos que corresponden a: conocimiento por parte del sujeto expuesto, posible conocimiento por parte de los responsables de la gestión, temor que produce, vulnerabilidad, gravedad de las consecuencias, voluntariedad para realizar acciones preventivas, control, potencial catastrófico y tiempo de manifestación de los efectos o consecuencias (ver Tabla 1).

**Tabla 1.- Descripción sobre los atributos del riesgo evaluado en el método del paradigma psicométrico (basado en riesgo percibido: un procedimiento de evaluación (Portel y Solé. 2000).**

Atributos del riesgo	Descripción
A1, A2. Conocimiento por parte del sujeto expuesto.	Explora el conocimiento general que las personas tienen de los posibles daños que pueden desencadenarse del factor de riesgo.
A3. Posible conocimiento por parte de los responsables de la gestión.	Indaga sobre el conocimiento general que las personas les atribuyen a los responsables de la gestión en el municipio, con respecto a los daños que pueden generarse del factor de riesgo. El conocimiento de los responsables se ha relacionado con la credibilidad y con las medidas de reducción o prevención que se proponen o se llevan a cabo.
A4. Temor que produce.	Evalúa la respuesta emocional de temor que representa para las personas el factor de riesgo.
A5. Vulnerabilidad	Valora la percepción de la gravedad de las consecuencias. La gravedad se relaciona con la magnitud de la pérdida, la cual es una de las variables que integran la definición de riesgo.
A6. Gravedad de las consecuencias.	Está relacionada con la percepción de control de daño. Pretende indagar la visión que tienen las personas con respecto a su capacidad para realizar acciones preventivas.
A7. Voluntariedad para realizar acciones preventivas.	Se centra en el grado de control percibido por las personas, que frecuentemente está relacionado con la percepción de la propia vulnerabilidad, Es necesario para descartar actitudes fatalistas frente a una situación de riesgo ( pasa cuando pasa y yo no puedo evitarlo); sin embargo, una alta percepción de control puede desencadenar un sentimiento de invulnerabilidad.
A8. Control	Explora el nivel de daño que puede generar el factor de riesgo en un lapso corto. Este atributo mantiene una relación alta y positiva con el riesgo total percibido.
A9. Potencial catastrófico.	Es un atributo que indaga sobre la percepción de la demora de las consecuencias o de los impactos negativos. La demora es un parámetro crítico en el momento de explicar las actitudes y el comportamiento de las personas; en sí, cuando más demoran las consecuencias menos nos impacta. Además, el impacto no se percibe en un corto plazo ni se evidencia como algo acumulativo en el tiempo.
A10. Demora de las consecuencias.	Es un atributo de tipo global y se dirige a obtener una estimación de la magnitud del riesgo percibido; en otras palabras, la magnitud del riesgo es la medida que las personas pueden atribuirle al riesgo, dicha medida es atribuida subjetivamente por las personas.
G1. Magnitud del riesgo.	Es un atributo de tipo global y se dirige a obtener una estimación de la magnitud del riesgo percibido; en otras palabras, la magnitud del riesgo, dicha medida es atribuida subjetivamente por las personas.

## **Estructura de la encuesta**

Esta encuesta está diseñada para analizar la percepción social del riesgo, dirigida a las personas que viven en los alrededores de la colonia Luis Echeverría Álvarez de Tepic, Nayarit, cerca de la localización de las antenas. Consiste en once preguntas que evalúan los atributos de riesgo (numeradas desde la A1 a la A10) y una pregunta global (G1) que pretende obtener una estimación de la magnitud del riesgo percibido. Para cada pregunta de la encuesta se emplea una escala de 1 a 7. Los encuestados seleccionan el número que mejor represente su valoración. Las preguntas permitieron observar según las respuestas, el nivel de percepción de riesgo percibido que tiene la población encuestada hacia las RNI.

## **Encuesta sobre la percepción al riesgo**

A continuación se debe valorar, utilizando una escala del 1 al 7, los nueve aspectos relacionados con el factor de riesgo percibido de las estaciones base de telefonías móviles en la zona que usted habita. Recuerde que debe subrayar la respuesta que considere su opinión al respecto.

En la Pregunta G1, valore la magnitud de este riesgo subrayando la línea que mejor refleje su opinión, considerando que riesgo muy bajo es (0) y el riesgo muy alto es (10).

**Instrumento: Encuesta**



**Universidad Autónoma de Nayarit**

**Maestría en Salud Pública**

**Área de salida: Salud comunitaria**

**Encuesta sobre la percepción al riesgo para la salud de las personas que habitan en zonas cercanas a la Estación Base de Telecomunicaciones.**

A continuación se debe valorar, utilizando una escala del 1 al 7, los nueve aspectos relacionados con el factor de riesgo percibido de las estaciones base de telefonías móviles en la zona que usted habita. Recuerde que debe subrayar la respuesta que considere su opinión al respecto.

En la Pregunta G1, valore la magnitud de este riesgo subrayando la línea que mejor refleje su opinión, considerando que riesgo muy bajo es (0) y el riesgo muy alto es (10).

Nombre: \_\_\_\_\_

Sexo: (F) (M)                      Edad: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_                      Colonia: \_\_\_\_\_

Municipio: Tepic

Años viviendo en ésta zona: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Grado de estudios: Primaria ( ) Secundaria ( ) Preparatoria ( )

Licenciatura ( ) Maestría ( ) Doctorado ( ) Otros ( )

## Preguntas

**Pregunta A1.- ¿Qué tanto conoce usted si las antenas son un peligro para su salud?**

Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto.
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

**Pregunta A2.- ¿Qué tanto conoce usted sobre los posibles daños que puede causarle el funcionamiento de las estaciones base de telefonías móvil?**

Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto.
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

**Pregunta A3.- ¿Qué tanto considera usted que las entidades responsables de la prevención y la reducción del riesgo en el municipio conocen sobre los posibles daños generados por el funcionamiento de las estaciones base de telefonía móvil (EBTM)?**

Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto.
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

**Pregunta A4.- ¿Cuánto le teme a los daños que puedan derivarse del funcionamiento de las EBTM?**

Grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Grado muy alto.
----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

**Pregunta A5.- La posibilidad de que usted personalmente experimente un daño (inmediatamente o más adelante) como consecuencia del funcionamiento de las EBTM es:**

Posibilidad de control muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad de control muy alto.
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------------

**Pregunta A6.- En caso de que el funcionamiento de las EBTM genere una afectación en la salud, ¿qué tan grave considera usted que pueden ser los daños?**

Gravedad muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Gravedad muy alta.
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	--------------------

**Pregunta A7.- ¿En qué grado puede evitar que el funcionamiento de las EBTM afecte su entorno?**

Grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Grado muy alto.
----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

**Pregunta A8.- ¿Qué posibilidad considera usted que tiene para reducir los daños que puede causarle el funcionamiento de las EBTM?**

Posibilidad de control muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad de control muy alto.
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------------

**Pregunta A9.- ¿Qué tanto el funcionamiento de las EBTM puede afectar a las personas en un lapso de 2 a 5 años?**

Grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Grado muy alto.
----------------	---	---	---	---	---	---	---	-----------------

**Pregunta A10.- ¿Cuándo considera usted que se manifiestan los efectos generados por el funcionamiento de las EBTM?**

Inmediatamente (1-2)	En un corto plazo (3-4)	En un largo plazo (5-7)
----------------------	-------------------------	-------------------------

**Pregunta G1.¿Cómo valora el riesgo que puede generar en la salud el funcionamiento de las EBTM?**

Riesgo muy bajo	0	1-2	3-4	5	6-7	8-9	10	Riesgo muy alto.
-----------------	---	-----	-----	---	-----	-----	----	------------------

### **Manejo estadístico de los datos**

Se procedió a aplicar el instrumento en 40 viviendas que fue el equivalente a 40 habitantes que viven en la colonia Luis Echeverría Álvarez de la ciudad de Tepic, Nayarit. Los resultados fueron analizados en Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 21. Para analizar los datos se realizó un análisis descriptivo con frecuencias y porcentajes, que consistió en caracterizar, describir y concluir sobre la muestra de datos, esto nos permitió ver las respuestas más frecuentes para cada pregunta de la encuesta aplicada. Y también con un Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) en el que pudimos observar que variables se relacionan con el posible riesgo que se tiene por parte de las personas.

El Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) resulta una técnica de análisis multivariado de gran utilidad en la investigación por encuestas, tanto por su potencial en términos exploratorios como por su adecuación para el tratamiento de variables categóricas. (88)

### **Selección de la muestra**

Diseñado el instrumento basado y adaptado en el paradigma psicométrico que ya se utilizó anteriormente en otros estudios, se modificaron las preguntas a la encuesta y se procedió a seleccionar la muestra (muestreo por conveniencia ya que no todos los habitantes de la colonia quisieron participar) que dio como resultado 40 viviendas de 130 que están en un perímetro de 250 metros cerca de la estación base y en la zona inferior que está rodeada por otras dos antenas de menor intensidad. Se consideró la participación de los habitantes.

### **Características sociodemográficas de los encuestados**

De los resultados obtenidos de las características sociodemográficas (edad, género, grado de estudio y años que tiene habitando en la vivienda), se observó que del total de 40 personas encuestadas, el 47.5% fueron mujeres y el 52.5% fueron hombres. Según la edad, el 30% eran mayores de 50 años, el 32.5% estaba entre los 30 años y 49 años y el resto de los 18 a 28 años (37.5%).

El grado de estudios se muestra de la siguiente manera: los grados de estudio que resultaron con mayor frecuencia fueron secundaria y preparatoria con el 30% cada una, primaria y licenciatura con un 20% cada una.

En relación a los años vividos en esa zona la media fue de 23-24 años, teniendo solamente a una persona que ha vivido por 9 años ahí y la de mayor tiempo habitando ahí es de 53 años.

## Resultados y discusión

### Análisis descriptivo

Los resultados encontrados con respecto a cada atributo analizado se exponen a continuación.

**Pregunta A1.-** ¿Qué tanto conoce usted si las antenas son un peligro para su salud?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel de conocimiento muy bajo	16	40.0	40.0	40.0
Nivel de conocimiento bajo	11	27.5	27.5	67.5
Nivel de conocimiento medio bajo	7	17.5	17.5	85.0
Nivel de conocimiento medio	3	7.5	7.5	92.5
Nivel de conocimiento medio alto	2	5.0	5.0	97.5
Nivel de conocimiento alto	0	0	0	0
Nivel de conocimiento muy alto	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Más de la mitad de los encuestados (67.5%) mostró tener un conocimiento muy bajo (valor 1) o bajo (valor 2) sobre un posible peligro a la salud por las antenas. Esto se explica por la poca publicidad que se da al tema y por su ausencia en los temas de la educación en México

**Pregunta A2.-** ¿Qué tanto conoce usted sobre los posibles daños que puede causarle el funcionamiento de las estaciones base de telefonías móvil?

**Resultados de la pregunta A2**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel de conocimiento muy bajo	24	60.0	60.0	60.0
Nivel de conocimiento bajo	7	17.5	17.5	77.5
Nivel de conocimiento medio bajo	2	5.0	5.0	82.5
Nivel de conocimiento medio	4	10.0	10.0	92.5
Nivel de conocimiento medio alto	2	5.0	5.0	97.5
Nivel de conocimiento alto	0	0	0	0
Nivel de conocimiento muy alto	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 60% de las personas menciona tener un nivel de conocimiento bajo en conocimientos sobre posibles daños que pueden causarles el funcionamiento de las antenas. Puede explicarse con los mismos argumentos que la pregunta anterior

**Pregunta A3.-** ¿Qué tanto considera usted que las entidades responsables de la prevención y la reducción del riesgo en el municipio conocen sobre los posibles daños generados por el funcionamiento de las estaciones base de telefonía móvil (EBTM)?

**Resultados de la pregunta A3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel de conocimiento muy bajo	39	97.5	97.5	97.5
Nivel de conocimiento bajo	1	2.5	2.5	100.0
Nivel de conocimiento medio	0	0	0	0
bajo				
Nivel de conocimiento medio	0	0	0	0
Nivel de conocimiento medio	0	0	0	0
alto				
Nivel de conocimiento alto	0	0	0	0
Nivel de conocimiento muy alto	0	0	0	0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

En éste resultado se tomó en cuenta que el 97.5% de las personas destacan un nivel de conocimiento bajo por parte de las entidades responsables y hacen alusión a que el problema sea más por cuestiones de interés debido a que éste tipo de empresas son multinacionales y representan muchos intereses de por medio.

**Pregunta A4.-** ¿Cuánto le teme a los daños que pueden derivarse del funcionamiento de las EBTM?

**Resultados de la pregunta A4**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Grado muy bajo	9	22.5	22.5	22.5
Grado bajo	3	7.5	7.5	30.0
Grado medio bajo	6	15.0	15.0	45.0
Grado medio	10	25.0	25.0	70.0
Grado medio alto	4	10.0	10.0	80.0
Grado alto	3	7.5	7.5	87.5
Grado muy alto	5	12.5	12.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Los valores de grado medio (25%) y grado muy bajo (22.5%) dejan ver que las personas encuestadas no muestran un temor grande a éste riesgo.

**Pregunta A5.-** La posibilidad de que usted personalmente experimente un daño (inmediatamente o más adelante) como consecuencia del funcionamiento de las EBTM es:

**Resultados de la pregunta A5**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Posibilidad de control muy bajo	13	32.5	32.5	32.5
Posibilidad de control bajo	7	17.5	17.5	50.0
Posibilidad de control medio bajo	6	15.0	15.0	65.0
Posibilidad de control medio	8	20.0	20.0	85.0
Posibilidad de control medio alto	2	5.0	5.0	90.0
Posibilidad de control alto	3	7.5	7.5	97.5
Posibilidad de control muy alto	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Un 85% de los encuestados se caracterizó en gran parte, por considerar que tienen desde la posibilidad de control media (20%) pasando por la baja (17.5%) y llegando a la muy baja (32.5%). Indicando con esto que la mayoría de los encuestados no creen que les traerá algún daño como consecuencia del funcionamiento de las EBTM.

**Pregunta A6.-** En caso de que el funcionamiento de las EBTM genere una afectación en la salud, ¿qué tan grave considera usted que pueden ser los daños?

**Resultados de la pregunta A6**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Gravedad muy baja	11	27.5	27.5	27.5
Gravedad baja	8	20.0	20.0	47.5
Gravedad media baja	2	5.0	5.0	52.5
Gravedad media	6	15.0	15.0	67.5
Gravedad media alta	4	10.0	10.0	77.5
Gravedad alta	5	12.5	12.5	90.0
Gravedad muy alta	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Debido a que no se le teme a los posibles riesgos, ni que los encuestados crean en la posibilidad de que personalmente experimenten un daño por radiaciones electromagnéticas no ionizantes, creen que la gravedad sería muy baja (27.5%).

**Pregunta A7.-** ¿En qué grado puede evitar que el funcionamiento de las EBTM afecte su entorno?

**Resultados de la pregunta A7**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Grado muy bajo	38	95.0	95.0	95.0
Grado bajo	0	0	0	0
Grado medio bajo	0	0	0	0
Grado medio	0	0	0	0
Grado medio alto	0	0	0	0
Grado alto	2	5.0	5.0	100.0
Grado muy alto	0	0	0	0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 95% de los encuestados mencionan que pueden evitar en un grado muy bajo que el funcionamiento de las EBTM afecte su entorno. También mencionan algunas de estas personas que no habían hecho nada frente al caso por no desconocer a quien pertenece el terreno e instalaciones de la estación base. Además comentaron desconocer cualquier tipo de ley reguladora para éstas instalaciones.

**Pregunta A8.-** ¿Qué posibilidad considera usted que tiene para reducir los daños que pueden causarle el funcionamiento de las EBTM?

**Resultados de la pregunta A8**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Posibilidad de control muy bajo	36	90.0	90.0	90.0
Posibilidad de control bajo	1	2.5	2.5	92.5
Posibilidad de control medio bajo	1	2.5	2.5	95.0
Posibilidad de control medio	1	2.5	2.5	97.5
Posibilidad de control medio alto	0	0	0	0
Posibilidad de control alto	0	0	0	0
Posibilidad de control muy alto	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 90% de los encuestados manifestó tener una posibilidad de control muy baja para reducir los daños que pueden causarles el funcionamiento de las EBTM.

**Pregunta A9.-** ¿Qué tanto el funcionamiento de las EBTM puede afectar a las personas en un lapso de 2 a 5 años?

**Resultados de la pregunta A9**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Grado muy bajo	18	45.0	45.0	45.0
Grado bajo	2	5.0	5.0	50.0
Grado medio bajo	8	20.0	20.0	70.0
Grado medio	6	15.0	15.0	85.0
Grado medio alto	4	10.0	10.0	95.0
Grado alto	1	2.5	2.5	97.5
Grado muy alto	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 80% de los encuestados opinó que el grado de afectación generado por la exposición a las radiaciones electromagnéticas emitidas por las EMT, en un lapso de 2 a 5 años, puede ser medio (15%), medio bajo (20%) y muy bajo (45%).

**Pregunta A10.-** ¿Cuándo considera usted que se manifiestan los efectos generados por el funcionamiento de las EBTM?

**Resultados de la pregunta A10**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Inmediatamente (1-2)	8	20.0	20.0	20.0
En un corto plazo (3-4)	8	20.0	20.0	40.0
En un largo plazo (5-7)	24	60.0	60.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 60% (24 encuestados) consideró que los efectos generados por el funcionamiento de las EBTM se manifiestan en un largo plazo.

**Pregunta G1.-** ¿Cómo valora el riesgo que puede generar en la salud el funcionamiento de las EBTM?

**Resultados de la pregunta G1**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Riesgo muy bajo (0)	7	17.5	17.5	17.5
Riesgo bajo (1-2)	4	10.0	10.0	27.5
Riesgo medio bajo (3-4)	3	7.5	7.5	35.0
Riesgo medio (5)	12	30.0	30.0	65.0
Riesgo medio alto (6-7)	7	17.5	17.5	82.5
Riesgo alto (8-9)	4	10.0	10.0	92.5
Riesgo muy alto (10)	3	7.5	7.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 30% (porcentaje mayor) consideró que la magnitud del riesgo generado por el funcionamiento de las EBTM tiene un riesgo medio. En ésta pregunta general se puede observar que las personas no consideran las radiaciones electromagnéticas de las antenas como algo de muy alto riesgo ni de muy bajo riesgo. Desconocen del tema pero se les tiene cierta consideración, dado que no tienen un conocimiento adquirido.

### **Análisis de Correspondencias Múltiple**

Con los resultados del análisis descriptivo, se procedió a realizar el análisis de correspondencias múltiple, el cuál utilizaremos para representar la relación que tienen las variables sociodemográficas con los atributos de riesgo que tiene cada pregunta.

En ésta tabla nos muestra que los resultados arrojados por las 40 personas fueron procesados de manera correcta y no hubo alguna exclusión.

<b>Historial de iteraciones</b>			
Número de iteraciones	Varianza explicada		Pérdida
	Total	Incremento	
40 <sup>a</sup>	6.690351	.000009	8.309649

- a. Se ha detenido el proceso de iteración debido a que se ha alcanzado el valor de la prueba para la convergencia.

En ésta siguiente tabla, encontramos la fiabilidad del análisis, a través del Alfa de Cronbach y la Inercia. Cabe recordar que a mayor valor de Alfa, mayor es la fiabilidad. El mayor valor teórico de Alfa es 1 y en general pasando el 0.80 se considera una fiabilidad aceptable.

Lo que ocurre con la inercia es que de las dos dimensiones, no debe de haber una mayor diferencia de inercia.

**Resumen del modelo**

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total (Autovalores)	Inercia	% de la varianza
1	.918	7.001	.467	46.676
2	.903	6.379	.425	42.528
Total		13.381	.892	
Media	.911 <sup>a</sup>	6.690	.446	44.602

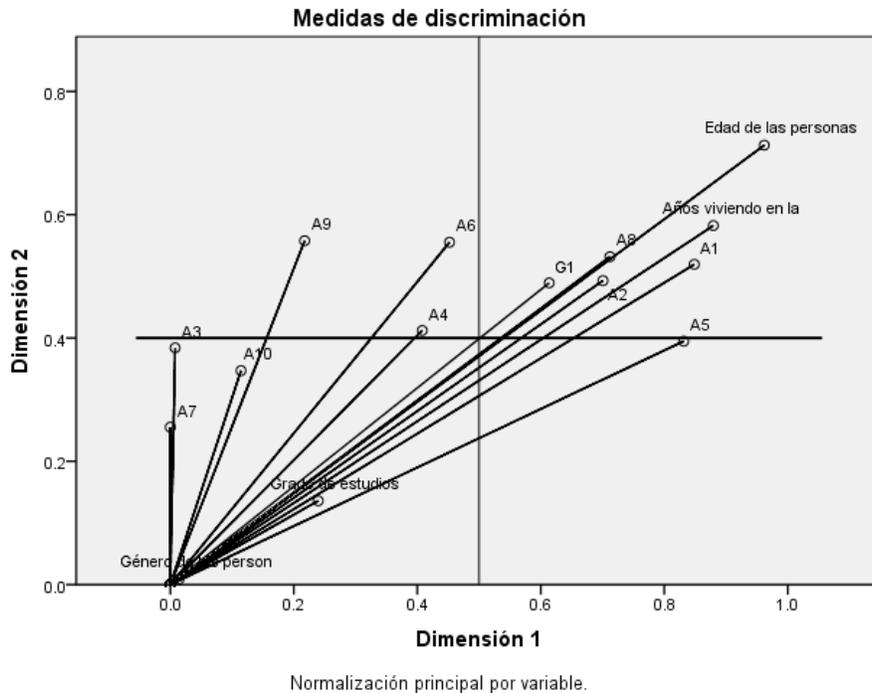
a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

Esta tabla permite ver cuánto discrimina cada variable en cada dimensión; indican la importancia de cada variable para cada una de las dimensiones.

**Medidas de discriminación**

	Dimensión		Media
	1	2	
Edad de las personas	.962	.713	.837
Género de las personas	.014	.009	.011
Grado de estudios	.240	.136	.188
Años viviendo en la zona	.879	.582	.731
A1	.849	.519	.684
A2	.701	.493	.597
A3	.008	.384	.196
A4	.408	.412	.410
A5	.831	.395	.613
A6	.452	.555	.504
A7	.000	.255	.128
A8	.712	.532	.622
A9	.218	.558	.388
A10	.115	.347	.231
G1	.614	.489	.551
Total activo	7.001	6.379	6.690
% de la varianza	46.676	42.528	44.602

El gráfico presenta la misma información que la tabla. Mientras más lejos del origen, es más explicable la variable, y la cercanía con una u otra dimensión dan cuenta de su relación con ésta.



En la explicación de los resultados arrojados en el gráfico, podemos apreciar que las respuestas de las preguntas A1, A2 (Conocimiento por parte del sujeto expuesto), A8 (control) e incluso de la pregunta global que es la G1 (magnitud del riesgo) están relacionadas con las variables de la edad de las personas y los años que éstas tienen viviendo en esa zona.

Las respuestas de la A5 (vulnerabilidad), A6 (gravedad de las consecuencias) y A9 (potencial catastrófico), están cerca de la dimensión dos pero también más cercanos al punto de origen.

Las variables de género y grado de estudios quedan demasiado cerca del punto de origen, lo que nos dice que éstas variables no tienen relación con los resultados de las preguntas.

Lo anterior, permite inferir que las respuestas de cada pregunta de la encuesta variaron según los resultados con relación a estas características sociodemográficas; lo que demuestra que la percepción del riesgo está influenciada por las diferentes características sociodemográficas de las personas.

A partir del análisis de correspondencias múltiples, podemos apreciar que la desinformación acerca de los riesgos estuvo representada en el gráfico de medidas de discriminación, quedando claro que las personas, aun conociendo sobre los riesgos, valoran más los años que llevan viviendo en esa zona en específico.

Se puede observar también, que las variables que no fueron significativas como género y en específico el grado de estudios, no se relaciona con ninguna pregunta, debido a que probablemente estos temas no se estudian en ningún nivel de la educación en México, sino en carreras muy especializadas.

### **Sesgos y limitaciones**

La muestra de 40 personas resulta pequeña para el tipo de análisis que se utiliza. La idea es que el estudio se pudiera realizar en toda la ciudad para poder contemplar un mayor número de variables.

El cuestionario que utilizamos, se ha usado para diversos estudios. Algunas preguntas pueden resultar inconsistentemente escritas, más sin embargo, nos ayuda a encontrar los objetivos del estudio.

## **Conclusiones:**

La percepción de riesgo a la salud es una variable importante a la salud de la población, pues en el caso de estar injustificada genera toda una serie de fenómenos que atentan contra el bienestar y de ser justificada serviría para promover acciones para reducirlo.

Existe un gran desconocimiento del tema, pero eso mismo hace que se perciba un riesgo importante para la salud en una parte considerable de la población.

La percepción del riesgo está relacionada con variables como la edad y el tiempo que llevan viviendo en la zona.

Es necesario que el Estado Mexicano exija a las empresas que manejen las estaciones emisoras que den todas las facilidades para que las personas que habitan cerca de las mismas tengan la mayor información posible sobre el riesgo potencial de esas radiaciones y puedan decidir libre y de maneta autónoma si aceptan o no el riesgo aunque sea mínimo.

El sistema de educación debe introducir dentro de los temas de la vida cotidiana un enfoque de riesgo y su valoración para empoderar a la población y justificar la toma de decisiones autónomas sobre su salud.

## Referencias bibliográficas

1. Comité de Seguridad y Salud de la Universidad de Murcia. Informe sobre contaminación por radiación electromagnética en la UMU: situación actual, riesgos para la salud y alternativas [Internet] Universidad de Murcia. 2016. [citado el 03 de abril de 2017]. Disponible en: <https://www.um.es/ccoo/documentos/PDF/UMU%20-%20CSS%20-%20CCOO%20-%20Informe%20CCOO%20al%20CSS%20sobre%20CEM%20-%20DEFINITIVO%20160613.pdf>
2. Alcívar, C. Ortiz, K. Muñoz, R. El crecimiento poblacional y su impacto la contaminación ambiental. [internet] Revista: CCCSS Contribuciones a las Ciencias Sociales. 2015. [citado el 03 de abril de 2017]. ISSN: 1988-7833. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2015/01/poblacion.html>.
3. de la Rosa, R. Electrosensibilidad. La enfermedad silenciada. [Internet] Revista Vivo Sano. 2018. [citado el 10 de Julio de 2018]. (3) Dispobile en: <https://www.vivosano.org/la-enfermedad-silenciada-entrevista-a-raul-de-la-rosa/>
4. Stutzman W, Tech V, Group A. Antennas and Propagation. En Communication Systems : Past , Present , and Future. 2016;683–4.
5. Torres JI, Alzate LH. Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos. Revista Médica Risaralda. 2006;12(2):44–54.
6. Corona C, Oviedo J. Avances De Normatividad Internacional En Electromagnetismo. Una Propuesta Para La Normatividad En México. J Chem Inf Model. 2012;53(9):1689–99.
7. Organización Mundial de la Salud. Campos electromagnéticos. [Internet]. 2017 [citado el 5 de Junio de 2017]. Disponible en: [http://www.who.int/topics/electromagnetic\\_fields/es/](http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/es/)
8. Campo eléctrico. [Internet]. Green Facts. 2017 [citado el 5 de Junio de 2017]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/campo-electrico.htm>
9. Licitra G, D'Amore G, Magnoni M. Noise and Vibrations, Electromagnetic Fields and Ionizing Radiation. En: Physical in the Agents in the Environment and Wlorkplace.

Taylor & F. Boca Raton; 2018. p. 115–179.

10. Martín T, Serrano A. Campo magnético. [Internet]. Curso de física básica. 2014 [citado el 5 de Junio de 2017]. Disponible en: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/campomag.html>
11. Patel N, Vo K, Hernandez M. Electromagnetic Radiation. [Internet]. Libretexts. 2015.[citado el 5 de Junio de 2017]. Disponible en: [https://chem.libretexts.org/Textbook\\_Maps/Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\\_Textbook\\_Maps/Supplemental\\_Modules\\_\(Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\)/Spectroscopy/Fundamentals\\_of\\_Spectroscopy/Electromagnetic\\_Radiation](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Fundamentals_of_Spectroscopy/Electromagnetic_Radiation)
12. OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [citado el 6 de Junio de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
13. Instituto Nacional de Investigaciones y Capacitación de Telecomunicaciones. Que son radiaciones no ionizantes. Universidad Nacional de Ingeniería. 2017.
14. Isaza J. Las ondas. Física y Química cidead. 2010;179–211.
15. Cócera J. Las microondas. En: Seguridad en las instalaciones de telecomunicación e informática. Madrid, España.; 2004. p. 35–37.
16. Sendra F, Martinez M. Radiacion Infrarroja. 2006;1–6. Disponible en: <http://files.sld.cu/rehabilitacion-fis/files/2010/11/radiacion-infrarroja.pdf>
17. García, J. Gili, P. Filtros ópticos contra el efecto fototóxico del espectro visible en la retina: Experimentación animal. [Tesis doctoral en internet]. Universidad Europea de Madrid. 2010. [citado el 10 de julio de 2018]. Disponible en: <http://www.celiasanchezramos.com/archivos/investigacion/segunda-tesis-CeliaSanchezRamosRoda.pdf>.
18. González-Púmariega M, Vernhes M, Sánchez-Lamar A. La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. Theoria. 2009;18(2):69–80.
19. Huidobro, J. Antenas de telecomunicaciones. [Internet] Revista Digital de ACTA. 2013. [citado el 5 de Junio de 2017]. Disponible en:

<https://www.ea1uro.com/pdf/Comunicaciones%20aeronauticas%20y%20maritimas.pdf>

20. Ferrando M, Valero A. Parámetros de Antenas. Universidad Politécnica de Valencia. 2005;1–16.
21. Khan AQ, Riaz M, Bilal A. Various Types of Antenna with Respect to their Applications: A Review. *Int J Multidiscip Sci Eng*. 2016;7(3):1–8.
22. Ayuntamiento de la Coruña. Antenas y Salud. [Internet] Museos Científicos Coruñenses. 2002. [citado el 12 de Julio de 2017] Disponible en: [http://www.academia.edu/6225229/antenas\\_y\\_salud\\_02\\_Monograf%C3%ADas\\_de\\_Comunicaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica](http://www.academia.edu/6225229/antenas_y_salud_02_Monograf%C3%ADas_de_Comunicaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica)
23. Jiménez ÓM, Javier I, Martín F. Introducción a la tecnología de antenas inteligentes . Aplicación a UMTS. *Comun Telefónica I+D*. 2001;21:43–56.
24. Guital C, Muñoz E, Fierro N. Antenas inteligentes y su desempeño en redes wireless. *Síntesis Tecnológica*,. 2007;2:97–109.
25. Rouse M. LAN inalámbrica (WLAN o Wireless Local Area Network). *Techtarget*. 2017.
26. Court LA, Grandolfo M, Repacholli MH, Swicort ML. Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos. *Int Comm Non-ionizing Radiat Prot eV*. 1977;
27. Skvarca J, Aguirre A. Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan Am J Public Health*. 2006;20:205–12.
28. Diario Oficial de la Federación. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.
29. Diario Oficial de la Federación. Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante. NOM-012-STPS 2012.

30. Diario Oficial de la Federación. Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes. NOM-026-NUCL-2011 2011.
31. Diario Oficial de la Federación. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes. NOM-013-STPS-1993. 1993 p. 1–17.
32. Diario Oficial de la Federación. Sistemas de radiotelefonía con tecnología celular que operan en la banda de 800 MHz. NOM-081-SCT1-1993 1993.
33. Diario Oficial de la Federación. Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MH. NOM-121-SCT1-2009 2009.
34. La redacción. Rechaza Cofepris que exposición a antenas de telecomunicaciones dañe la salud. Proceso. 2013.
35. Blackman, C. Blank, M. Un fundamento sobre los estándares de exposición pública de los campos electromagnéticos basándose en la biología (ELF –frecuencias extremadamente bajas- y RF –radiofrecuencias-). [Internet] Informe BioIniciativa (BioInitiative Report) 2007. Disponible en: [http://www.apdr.info/electrocontaminacion/Documentos/Investigacion/bioinitiative/bioinitiative\\_resumen\\_cast.pdf](http://www.apdr.info/electrocontaminacion/Documentos/Investigacion/bioinitiative/bioinitiative_resumen_cast.pdf)
36. Panagopoulos D, Johansson O, Carlo G. Polarization: A key difference between manmade and natural electromagnetic fields, in regard to biological activity. Nature.com. 2016.
37. Vergara M, Morales N. Antenas, Polarización y Diagramas de Radiación. Universidad de Chile. 2012;1–25.
38. Boletín Oficial del Estado. Prevención de riesgos laborales. Madrid.; 2018. 737 p.
39. Roach WP. Review of Literature on Biological Effects of High Peak Power (HPP) Pulses, Electromagnetic Pulse (EMP), and Ultra-Wideband (UWB) Pulses. Radio Freq Radiat Dosim Handb (Fifth Ed. 2010;(11):101–10.

40. Piñón A, Pérez J, Maderas O, Morera L, García M, Martín S. Actividad cognitivo-conductual de sujetos expuestos a las radiaciones electromagnéticas (radiaciones no ionizantes). *Rev Cubana Med Milit.* 2006 Jun;
41. Pérez L, Miranda R. Radiaciones electromagnéticas y salud en la investigación médica. *Revista Cubana de Medicina Militar.* 2010;39(1):35–43.
42. Cela A. Estudios de Electrosensibilidad. [Internet] Acupirámide. 2018. [citado el 31 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://acupiramide.es/investigacion-sobre-la-electro-sensibilidad/>
43. Sosa C. Víctimas de las irradiaciones electromagnéticas en el mundo. [Internet] Next-up Organization. 2007 [citado el 20 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.next-up.org/pdf/DrCarlosSosaVictimasDeLasIrradiacionesElectromagneticasEnElMundo31122007.pdf>
44. Roa, L. Vargas, B. Artículo de reflexión la salud del ser humano y su armonía con el ambiente. 2016;24(1):111–22.
45. Díaz J. Efectos biológicos de las radiaciones. [tesis en Internet] Universidad Galileo. 2013. [citado el 20 de mayo de 2017]. Disponible en: [https://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Efectos\\_biologicos\\_de\\_las\\_radiaciones.pdf](https://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Efectos_biologicos_de_las_radiaciones.pdf)
46. Torres J, Alzate L. Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes en Sistemas Biológicos. *Rev Médica Risaralda.* 2007;12(2).
47. Gallastegi M, Jiménez-zabala A, Santa-marina L, Aurrekoetxea J, Ayerdi M. Percepción del riesgo a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la cohorte INMA-Gipuzkoa. *Revista de Salud Ambiental.* 2016;16(2):118–26.
48. Cruz V, Gonzales J, Medina A. Protección Radiológica contra Radiaciones No Ionizantes de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú. *Revista Paid XXI.* 2014;4:180–92.
49. Israel M. An historical overview of the activities in the field of exposure and risk assessment of non-ionizing radiation in Bulgaria. *Electromagn Biol Med.*

2015;8378(3):183–9.

50. Morgan WF, Sowa MB. Non-targeted effects induced by ionizing radiation: Mechanisms and potential impact on radiation induced health effects. *Cancer Lett.* 2015;356(1):17–21.
51. Solano MA, Sáiz J. Efectos biológicos del campo electromagnético. [Tesis de maestría] Cantabria, España. Universidad de Cantabria.; 2013. Disponible en: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1926/course/section/2221/apuntes\\_4.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1926/course/section/2221/apuntes_4.pdf)
52. Febles, V. Efectos Radiaciones No Ionizantes en el Cuerpo Humano. [Tesis de Doctorado] Catalunya, España. Universitat Oberta de Catalunya.; 2015. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42931/4/vfeblesTFM220615presentaci%C3%B3n.pdf>
53. Escobar A, Gómez B. Barrera hematoencefálica. Neurobiología, implicaciones clínicas y efectos del estrés sobre su desarrollo. *Revista Mexicana de Neurociencia.* 2008;9(5):395–405.
54. Knave, B. Campos eléctricos y magnéticos y consecuencias para la salud. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.* 1998; (1) 49.2-49.4.
55. Mora, C. Recomendaciones relevantes para la protección de personas expuestas a campos electromagnéticos y mejorar la gestión de estudios de impacto ambiental. [Tesis de maestría] Bogotá D.C. Universidad Militar Nueva Granada; 2013. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/9a88/fb28f8c55113ddbadd1cda7111e21a539c3d.pdf>
56. García, L. Magnetita en el cuerpo humano, consecuencias potenciales y caracterización básica de la magnetita biogénica nanométrica. [Tesis de doctorado] Cartagena, Co. Universidad Politécnica de Cartagena; 2013. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3716/tfpfd21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
57. Lliurió, A. Radiaciones no ionizantes y efectos sobre la salud de los trabajadores Cuaderno preventivo: Radiaciones No ionizantes. [Internet] 2012. [citado el 18 de Junio de 2019]. Disponible en:

[http://www.ugt.cat/download/salut\\_laboral/higiene\\_industrial/quadern\\_radiaciones\\_nono\\_ionizantes.pdf](http://www.ugt.cat/download/salut_laboral/higiene_industrial/quadern_radiaciones_nono_ionizantes.pdf)

58. Ponce E, Ponce D, Andresen M. Efectos neurológicos por teléfonos celulares: Revisión bibliográfica y modelos matemáticos. *Interciencia*. 2014;39(12):843–849.
59. Morales D, Rodríguez J, Sosa D, Tadeo M. La percepción social con base a los estereotipos. *Angela Segovia de Serrano*; 2016.
60. Salazar J, Montero M, Muñóz C, Sánchez E, Santoro E, Villegas J. Percepción social. En: *Psicología Social*. México.; 2012. p. 77–109.
61. Carterette, E. y Friedman, M. *Manual de percepción. Raíces históricas y filosóficas*. México: Trillas. 1982. p68.
62. Arias C. Enfoques teóricos sobre la, percepción que tienen las personas. *Horiz Pedegóg*. 2006;8(1):9–22.
63. Rodriguez AB, Ramirez LJ. Percepción Social de las Tecnologías Electromagnéticas. *Inf Tecnológica*. 2016;27(6):227–36.
64. Gallastegi M, Jiménez-zabala A, Santa-marina L, Aurrekoetxea JJ, Ayerdi M. Percepción del riesgo a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la cohorte INMA-Gipuzkoa. *Revista Salud Ambiental*. 2016;16(2):118–26.
65. Tutivén, P. Los Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas de Radiofrecuencia en la Salud Humana. [Internet] *Fundació Càtedra Iberoamericana - Universitat de les Illes Balears*. 2017.[citado el 20 de Noviembre de 2017. Disponible en: [http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/fundacioCatedralberoamericana/index/assoc/tutiven\\_.dir/tutiven\\_lopez.pdf](http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/fundacioCatedralberoamericana/index/assoc/tutiven_.dir/tutiven_lopez.pdf)
66. Slovic P. *La percepción del riesgo*. Londres: Earthscan; 2000. p. 473.
67. OMS. Percepción de los riesgos. [Internet] *Informe sobre la salud en el mundo 2002*. [citado el 18 de Junio de 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/whr/2002/en/Overview\\_spain.pdf?ua=1](https://www.who.int/whr/2002/en/Overview_spain.pdf?ua=1)
68. EcoHabitar. Declaración científica internacional para adoptar medidas de protección de la salud frente a la contaminación electromagnética. [Internet]. *Revista*

- EcoHabitar. 2017. [citado el 18 de Julio de 2018]. Disponible en: <http://www.ecohabitar.org/tag/contaminacion-electromagnetica/>
69. Gutiérrez, C. Contaminación electromagnética y salud. [Internet]. Adelantos digital: Historias y noticias de la ciencia. [citado el 18 de Julio de 2018]. Disponible en: <http://www.adelantosdigital.com/web/contaminacion-electromagnetica-y-salud/>
70. Davenport, T. Prusak, L. Working Knowledge: How organizations Manage What They Know. Harvard Businnes School Press. 1998. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/229099904\\_Working\\_Knowledge\\_How\\_Organizations\\_Manage\\_What\\_They\\_Know](https://www.researchgate.net/publication/229099904_Working_Knowledge_How_Organizations_Manage_What_They_Know)
71. Vargas L. Apuntes de electromagnetismo. [Internet] Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Chile 2009. [citado el 14 de junio de 2017]. Disponible en: [https://www.u-cursos.cl/usuario/e7fc0ba9bcbf9574ec297b783608d078/mi\\_blog/r/electro\\_vargas.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/e7fc0ba9bcbf9574ec297b783608d078/mi_blog/r/electro_vargas.pdf)
72. Carrillo F. El príncipe de las matemáticas. Apuntes Historia de las matemáticas. 2002;1(2):27–38.
73. Pérez C, Varela P. Orígenes del electromagnetismo. Oersted y Ampere. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 2005;2:118–9.
74. Beléndez A. La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la “síntesis electromagnética” de Maxwell. Revista Brasileira de Ensino de Física. 2008;30:3–19.
75. Lamberti PW. Las Investigaciones de Heinrich Hertz Sobre las Ondas Electromagnéticas. FaMAF -UNC. 2014;(5000):1–15.
76. Cepeda F. Materiales para un primer seminario de ciencia y sociedad. In: Dávila P, editor. Función social de la ciencia a través de la historia. 1st ed. Saltillo, Coahuila.; 2013. p. 321–331.
77. Pérez O. 150 años de telecomunicaciones en españa. In: De las señales de humo a la sociedad del conocimiento. JdeJ edito. Madrid.; 2006. p. 11–13.
78. Joskowicz J. Breve Historia de las Telecomunicaciones. Historia de las telecomunicaciones. 2015;11:1–53.

79. OET Bulletin. Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields. 65 Edition 97-01 august.1997.
80. Asenjo P. Aplicación de Algoritmos de Optimización Convexa a la Síntesis de Diagramas de Radiación de Arrays de Antenas. [Internet] UAM biblioteca. 2015.[citado el 26 de Septiembre de 2017]. Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/668153>
81. Wertheimer N Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer Am. J. Epidemiol 109:273-284:1979.
82. Health effects of low frequency electric and magnetic fields. (Executive Summary), Prepared by an Oak Ridge Associated Universities Panel for the Committee on Interagency Radiation Res. and Policy Coordination, June, NTIS Publication Nos. ORAU 92/F-9 (Executive Summary only) and ORAU 92/F-8 (Complete report) or US Government Printing Office (GPO) Publication No. 029-000- 00443-9, 17 pp., 1992.
83. Raskmark P, Veyret B COST 244 Design of exposure systems for in vitro and in vivo RF experiments. Position document. Brussels:European Union.2000
84. Cherry N. Criticism of the health assessment in the ICNRIP Guidelines for radiofrequency and microwave radiation. Lincoln University 2000.
85. Gómez E. La incertidumbre de la Tecnología: las antenas de telefonía celular. [Internet] Métrica: Periodismo y transparencia. 2015. [citado el 30 de enero de 2019] Disponible en: <http://metricadigital.com/la-incertidumbre-de-la-tecnologia-las-antenas-de-telefonía-celular>.
86. Portell, M. Solé, D. Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación. [Internet] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2001. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_578.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_578.pdf)
87. INEGI. [Internet] Inventario Nacional de Viviendas 2016. [citado el 20 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>
88. Ledesma, R. Software de análisis de correspondencias múltiples: una revisión comparativa. Universidad Nacional del mar de la Plata. Argentina. Volumen 10, 2008, 59-75.

