Efectos de la radiación electromagnética: Un estudio de caso

Effects of electromagnetic radiation: A case study

DOI: 10.46932/sfjdv2n5-052

Received in: Oct 1st, 2021

Accepted in: Dec 30th, 2021

Paula Andrea Benito Benito

Estudiante de Licenciatura en Matemáticas
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja-Colombia
E-mail: paula.benito01@uptc.edu.co

Manuel Yecid Fernandez Torres

Estudiante de Licenciatura en Matemáticas
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja-Colombia
E-mail: manuel.fernandez@uptc.edu.co

Jhonny Orlando Tolosa Cetina

Magister en Ciencias de Materiales
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja-Colombia
E-mail: jhonnyorlando.tolosa@uptc.edu.co

RESUMEN

En este trabajo se analizan los efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas a partir de la recopilación y comparación de fuentes bibliográficas que evidencian el estudio de dicho fenómeno físico, analizado mediante una metodología cualitativa basada en la revisión bibliográfica de trabajos que reportan aspectos fundamentales del tema en cuestión y examinados por medio de una matriz de análisis que recoge los puntos de vista más importantes de cada investigación. Dentro de los resultados obtenidos no hay coincidencia, ya que algunos autores apoyan la idea de que estas radiaciones son perjudiciales para la salud humana, mientras que otros no descartan la posibilidad de que estas puedan ser inofensivas para el ser humano, pero sin desechar el riesgo de que a largo plazo puedan generar problemas de salud. Después de realizar las evaluaciones correspondientes y utilizar los métodos ya mencionados con anterioridad, se concluye que las radiaciones electromagnéticas pueden llegar a ser perjudiciales para la salud humana a exposiciones prolongadas, por esto se advierte sobre posibles enfermedades y se dan recomendaciones al respecto.

Palabras clave: Radiación electromagnética, salud, efectos biológicos, radiación ionizante, radiación no ionizante.

ABSTRACT

This work analyzes the biological effects of electromagnetic radiation based on the compilation and comparison of bibliographic sources that evidence the study of this physical phenomenon, analyzed by means of a qualitative methodology based on the bibliographic review of works that report fundamental aspects of the subject in question and examined by means of an analysis matrix that gathers the most

important points of view of each research. Within the results obtained there is no coincidence, since some authors support the idea that these radiations are harmful to human health, while others do not rule out the possibility that they may be harmless to humans, but without discarding the risk that in the long term they may generate health problems. After performing the corresponding evaluations and using the methods mentioned above, it is concluded that electromagnetic radiations may be harmful to human health with prolonged exposure, and for this reason a warning is given about possible diseases and recommendations are given in this regard.

Keywords: Electromagnetic radiation, health, biological effects, ionizing radiation, nonionizing radiation

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad los avances tecnológicos han aportado en el desarrollo científico e intelectual de la sociedad, pero si bien es cierto que así como han sido beneficiosos también han generado impactos negativos, como por ejemplo en el campo, de la salud pública; investigaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) dan fe de esta problemática y admiten que entre los factores principales se encuentran las telefonías móviles que transmiten información mediante señales de radiofrecuencia (RF) generando campos de RF que son los causantes del daño en el cuerpo humano, a esto se le adicionan efectos generados por algunos electrodomésticos comunes, por otro lado, es importante aclarar que esta problemática no es reciente, desde años anteriores se viene presentando e investigando este fenómeno, como lo expresa la propia OMS:

Un motivo de inquietud común en relación con las antenas de las estaciones de base y de las redes locales inalámbricas es el relativo a los efectos a largo plazo que podría tener en la salud la exposición de todo el cuerpo a señales de RF. Hasta la fecha, el único efecto de los campos de RF en la salud que se ha señalado en los estudios científicos se refería al aumento de la temperatura corporal ($> 1^{\circ}\text{C}$) por la exposición a una intensidad de campo muy elevada que sólo se produce en determinadas instalaciones industriales, como los calentadores de RF. (OMS, 2006, p.1)

Cuando se estudian los efectos de la radiación electromagnética existen ciertos aspectos importantes relacionados a este fenómeno físico, entre estos encontramos los dos tipos de radiaciones en la naturaleza: la radiación ionizante y la radiación no ionizante. Para el caso de las radiaciones ionizantes se presenta una energía emitida suficiente para romper uniones químicas; por ejemplo, los rayos gamma y rayos X. Por otro lado, en las radiaciones no ionizantes no se presenta la energía suficiente como para romper uniones químicas, pero esto no quiere decir que a largo plazo no se puedan generar problemas en la salud; por ejemplo, las radio frecuencias (RF) y los microondas.

2 DESARROLLO

2.1 MARCO TEÓRICO

En la naturaleza se encuentran dos tipos de radiación: radiaciones ionizantes y no ionizantes; si se habla de radiaciones no ionizantes, estas pueden ser de origen artificial (exceptuando la luz solar), es decir, provienen de dispositivos electrónicos creados por el hombre, por otro lado, las radiaciones ionizantes son ondas electromagnéticas con frecuencia alta; por ejemplo, Rayos-X y Rayos Gamma. Para el caso de estas dos radiaciones (ionizante y no ionizante), existen algunas características y ejemplos mostrados a continuación:

Tabla 1 Cuadro comparativo entre radiaciones ionizantes y no ionizantes

RADIACIÓN IONIZANTE	RADIACIÓN NO IONIZANTE
Frecuencia alta y longitud de onda más corta que la luz visible.	Frecuencia baja y longitud de onda más larga que la luz visible.
La energía emitida es suficiente para romper uniones químicas.	No tiene nunca la suficiente energía, como para romper uniones químicas.
Puede presentar problemas como: Cáncer, destrucción de tejidos vivos.	Puede presentar problemas como: Cefaleas, alteraciones de sueño y daños de retina.
Algunos ejemplos de estas radiaciones son: Rayos Gamma, Rayos-X.	Algunos ejemplos de estas radiaciones son: Radio frecuencias (RF), microondas.

Según diversos estudios estas radiaciones son responsables de múltiples afecciones a la salud, ya sea a corto plazo (para el caso de las ionizantes) o a largo plazo (para el caso de las no ionizantes); la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), presenta un informe donde expone la problemática relacionada a la exposición de campos electromagnéticos (CEM) generados por las nuevas tecnologías (estaciones base y redes inalámbricas) que para entonces se encontraban en aumento y que suponían un problema en el campo de la salud a largo plazo, se muestra detalladamente los posibles factores que podrían ser los causantes de esta problemática. Entre los resultados obtenidos en este informe se tiene que para ese momento no se presentaba efectos adversos a la salud debido a los bajos niveles de exposición, pero ya se planteaba posibles futuras investigaciones para dar una conclusión definitiva sobre esta problemática, esto se evidencia según la OMS cuando afirma que:

Aunque nada hace pensar que la exposición a campos de RF de estaciones de base y redes inalámbricas tenga efectos en la salud, la OMS sigue fomentando las investigaciones para determinar si la exposición a la mayor RF de los teléfonos móviles puede repercutir en la salud. (OMS, 2006, p.3)

Por otro lado, según Guerrero y Pérez (2006) las radiaciones no ionizantes presentan efectos térmicos, no térmicos y atérmicos sobre la salud humana. En cuanto los efectos térmicos se presenta un aumento medible de la temperatura, esto debido a que la intensidad de la radiación actúa perpendicularmente sobre el organismo humano, causando alteraciones en organismos como: el cristalino,

humor vítreo del ojo, los órganos parenquimatosos y glándulas como el hígado, páncreas, ganglios linfáticos, las gónadas, órganos huecos como el estómago, vejiga y vesícula biliar.

En los efectos no térmicos no existe energía de onda suficiente para elevar la temperatura por encima de las oscilaciones de temperaturas normales del sistema biológico, sin embargo, se reportan evidencias de que a prolongadas exposiciones a estas radiaciones de baja intensidad pueden llegar a ser altamente nocivas para la salud, esto por el efecto no térmico de la exposición a radiaciones. Finalmente, los efectos atérmicos son aquellos donde hay energía suficiente para elevar la temperatura corporal, sin que se perciban cambios en la temperatura debido al enfriamiento ambiental.

En esta investigación Guerrero y Pérez (2006) señalan algunas influencias de las radiaciones no ionizantes sobre la salud humana; por ejemplo, en el aparato reproductor, esfera neuropsíquica, sistema inmunológico, genéticas, aparato cardiovascular y sistema hematopoyético y de las cuales se resaltan puntualmente afecciones como: mayor probabilidad de aborto en mujeres expuestas a campos electromagnéticos, sin embargo, algunas investigaciones no concuerdan con estos resultados; por otro lado, se presentan alteraciones relacionadas a infartos cardiacos muchos años después de estar expuesto a CEM.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo se enfoca en el estudio de las radiaciones no ionizantes, ya que estas se encuentran en nuestro entorno debido al uso de dispositivos electrónicos; en investigaciones realizadas sobre REM se evidencia este hecho, como es el caso de Moreano cuando enfatiza:

El entorno en que nos encontramos es un lugar lleno de ondas electromagnéticas no ionizantes que por todos lados interactúan siempre con nosotros y nos influyen de alguna manera, ya sea que estas ondas sean de alta o baja potencia (claro está, si hay mayor potencia, habrá mayor influencia) y lo menos que deberíamos saber es en qué forma actúan esas ondas con nosotros. (Moreano, 2003, p. 25)

El propósito de este proyecto es estudiar los efectos biológicos y demás aspectos generales a partir de un estudio bibliográfico que facilite el análisis y comprensión del fenómeno físico en cuestión, y así poder realizar contribuciones en cuanto a información sobre las consecuencias existentes por frecuente exposición a esta radiación. Para poder llevar a cabo esta investigación primero debemos definir los conceptos de dosimetría, densidad de potencia y tasa de absorción específica (TAE), ya que de esto depende la interacción y el efecto biológico, además nos permiten una mayor comprensión sobre los fenómenos físicos que intervienen en el objeto de estudio; para el caso de dosimetría, se refiere en términos generales a la cantidad de energía suministrada por un CEM. Cuando se habla de dosimetría se derivan los aspectos antes mencionados y estos a su vez relacionados con la incidencia de energía y absorción de

energía respectivamente, como se plantea en el artículo titulado efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos, publicado en la revista médica de Risaralda (Colombia):

En el campo de la biología de las RNI (radiaciones no ionizantes), la dosis es definida en términos de energía y la tasa de dosis se define en términos de potencia. Sabiendo esto la TAE (tasa de absorción específica), determina la cantidad de energía absorbida por el organismo, y se expresa en W/Kg. Un parámetro igualmente importante es la densidad de potencia (S) incidente en una superficie, que se da en W/m². (Torres y Alzate, 2006, p.47).

2.3 METODOLOGIA

Esta investigación adopta un enfoque cualitativo, ya que este permite identificar, recolectar y comparar aspectos importantes de investigaciones realizadas en el campo de la salud pública, concerniente a los efectos de las radiaciones electromagnéticas (radiaciones no ionizantes) en el ser humano mediante una revisión bibliográfica.

El instrumento utilizado para realizar la recolección y comprensión de la información bibliográfica consultada en este documento, consiste en una matriz de análisis que incluye: tipo de documento (tesis maestría, artículo científico, informe de investigación) nombre de documento, autor, año, conceptos claves, ideas fundamentales, objetivo de la investigación y conclusiones. Con los aspectos antes mencionados se facilita la interpretación de las investigaciones que apoyan el presente trabajo, para posteriormente generar discusiones que permitan una mayor comprensión de la problemática abordada.

A continuación, se exponen algunos autores a nivel internacional y nacional que llevaron a cabo investigaciones relacionadas a las radiaciones electromagnéticas, los cuales fueron clasificados dependiendo el carácter de la investigación, es decir, se tuvo en cuenta si las investigaciones estaban más dirigidas hacia las causas o consecuencias de las radiaciones electromagnéticas, especificando el año en que se llevaron a cabo estas investigaciones por autor. Las categorías de clasificación que se tuvieron en cuenta son fundamentales para el desarrollo de la presente investigación ya que en estas se encuentra marcado el objetivo principal del estudio en curso.

Tabla 2 Autores consultados por categoría

Categoría	Internacionales	Nacionales
Causas de las Radiaciones Electromagnéticas	Organización Mundial de la Salud (OMS) (2006) García Silvera, Edgar (2017)	Aponte Guillermo, Escobar Adolfo & Pinedo Carlos (2007) Fandiño Milena & Arana Victoria (2018) Barrera Monsalve, Óscar & Mosquera Téllez, Jemay (2018)
Consecuencias de las Radiaciones Electromagnéticas	Cabal Claudia, Ortero Gerardo & Acuña José (2005) Moreano Calero, Gonzalo (2003) Guerrero Jaqueline & Pérez José (2006)	Torres Ignacio & Alzate Luis (2006)

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, los resultados obtenidos se recogen a continuación mediante una matriz de análisis, que destaca los aspectos más importantes de algunas investigaciones realizadas en cuanto a REM se refiere y sus posibles consecuencias biológicas sobre la salud humana. Con esta matriz se pretende organizar las referencias bibliográficas para lograr un mejor tratamiento de la información y así poder generar una discusión que apunte hacia una tesis, sobre los efectos de las REM en el cuerpo humano.

No	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO	AUTOR	AÑO	CONCEPTOS CLAVES	TESIS CENTRAL	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	CONCLUSIONES
1	Artículo	Contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre	Barrera, O & Mosquera, J	2018	Electromagnetismo, ondas no ionizantes, magnetismo, medición, contaminación ambiental	Abordar la contaminación ambiental ocasionada por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre	Estimar la contaminación ambiental generada por ondas electromagnéticas no ionizantes en una población urbana con exposición a estaciones base de telefonía móvil.	La contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes generadas por tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre cambia en función de la distancia a las estaciones base de telefonía móvil, condiciones topográficas del área, densidad y tipología de las edificaciones.
2	Artículo	Medición de campos electromagnéticos en la ciudad de Cali, Colombia	Aponte, G; Escobar, A; Pinedo, C & Arizabaleta, G	2007	Campo electromagnético, estaciones base, telefonía celular, medición	Medir el CEM generado por instalaciones de radio y telecomunicaciones en zonas urbanas de Cali, Colombia y que originan preocupación pública por posibles efectos nocivos a la salud	Conocer y cuantificar los niveles de CEM existentes en el medio ambiente de la ciudad	Los valores obtenidos estuvieron por debajo del 0,5% del límite establecido por la comisión internacional para la protección de las radiaciones no ionizantes ICNIRP ($0,2 \text{ mW/cm}^2$), aun así se presentaron dos casos donde los niveles superaron este límite.
3						<i>“La humanidad en la actualidad depende totalmente de la</i>		

	Artículo	¿ Son dañinas o no la radiaciones electromagnéticas para la salud humana?	García, E	2017	Radiaciones electromagnéticas, salud, tecnologías, epidemiología	tecnología, equipos como celulares, hornos microondas, equipos eléctricos y otros equipos usados en los servicios médicos como ultrasonidos, resonancia magnética nuclear, láser óptico son un ejemplo de ello. Todos estos equipos emplean radiaciones electromagnéticas”(García, 2017, p. 44)	Analizar las implicaciones de las radiaciones electromagnéticas en la salud humana	Los CEM son perjudiciales para la salud humana y están sujetos a la intensidad y frecuencia de la exposición de estas radiaciones.
4	Artículo	Análisis comparativo de los niveles de exposición a campos electromagnéticos irradiados por estaciones de telefonía móvil en el municipio de Soledad, Atlántico, en Colombia	Fandiño, M; Arana, V & Trilleras, J	2018	Campos electromagnéticos, estaciones base, radiofrecuencia, exposición poblacional, densidad de potencia	Realizar un estudio en el municipio de Soledad, Atlántico que sirva como estudio base para futuras investigaciones y obtenido con ayuda de investigaciones anteriores	Realizar una evaluación teórica y experimental de la REM presente en el municipio de Soledad, Atlántico generad por estaciones base de telefonía móvil	Los resultados obtenidos de las mediciones muestran valores de densidad de potencia muy por debajo de los límites permisibles de acuerdo a la normatividad colombiana e internacional, por ejemplo $4.5 \frac{W}{m^2}$ y $9.0 \frac{W}{m^2}$ para frecuencias de 900 MHz y 1800 MHz respectivamente.

5	Artículo	Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos	Torres, J & Alzate, L	2006	CEM, Radiaciones, radiaciones no ionizantes, sistemas biológicos	Plantear los conceptos precisos para comprender la interacción de los seres vivos con los CEM no ionizantes, de igual forma los efectos de esta interacción en los organismos.	Analizar literatura ya existente concerniente a estudios de efectos por la exposición a CEM en la salud humana. <i>“Además de plantear la discusión sobre los efectos nocivos también relaciona algunos efectos útiles de dichos campos en la medicina”</i> (Torres & Alzate, 2006, p. 44)	Según algunas investigaciones, el potencial cancerígeno de los campos magnéticos (CM) es muy bajo, aun cuando la exposición es de niveles altos, sin embargo, no se ha logrado probar la completa ausencia de riesgo. Por otro lado, se encuentran respuestas por parte de organismos biológicos expuestos a CEM, dichas respuestas son benéficas para la recuperación de diversas afecciones.
6	Artículo	Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana	Guerrero, J & Pérez. J	2006	Bioelectromagnetismo, radiaciones no ionizantes, equipo de radiolocalización	<i>“Los bombardeos por radiaciones electromagnéticas son continuos, incesantes e imperceptibles; unos de forma natural y otros producidos por el hombre”</i> (Guerrero, 2006, p. 1)	Realizar un examen bibliográfico con el fin de ubicarlo en una perspectiva relacionada con la salud humana.	Algunos efectos biológicos sobre la salud humana pueden ser inofensivos, como es el caso de la radiación solar, sin embargo, existen otros que pueden provocar enfermedades como cáncer y esterilidad (y otras menos conocidas)
7								En países industrializados la REM- FEB componen un contaminante ambiental físico presente en diferentes partes del entorno, por otro lado, la

	Artículo	Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas	Ferrís, J & otros	2010	Radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas, leucemia aguda, campos magnéticos, principio de precaución	Destacar la especial vulnerabilidad e indefensión de los niños que se encuentran expuestos a radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas (REM-FEB)	Difundir los efectos desfavorables presentes en la población infantil a causa de las REM-FEB	población infantil es especialmente vulnerable a exposiciones crónicas a la REM-FEB, consideradas inofensivas para los adultos. El riesgo a desarrollar leucemia aguda (LA) infantil aumenta un 100% cuando la exposición residencial a CM es igual o superior a $0.4 \mu T$, respecto a exposiciones menores a $0.1 \mu T$ (resultados estadísticamente significativos).
8	Tesis Pregrado	La influencia de las radiaciones electromagnéticas en los seres humanos, sus	Moreano, G	2003	Ondas electromagnéticas, interacción humana con ondas, efectos, recomendaciones,	Analizar la influencia de las REM en los seres humanos teniendo en cuenta sus	Estudiar las REM partiendo de conceptos básicos de las ondas electromagnéticas para posteriormente dar razones sobre sus efectos en el ser humano y así dar	<i>“A la fecha no existe información por parte de las autoridades al respecto, los pocos datos disponibles dentro del sitio de la Comisión Federal de Telecomunicaciones en relación a los efectos biológicos y riesgos potenciales en CEM son solo un link al sitio de internet de la Federal Communication Comision (FCC) donde existe una</i>

	(Ingeniería Electrónica)	efectos, consecuencias y recomendaciones			radiofrecuencia, radiación en telefonía móvil	efectos, consecuencias y recomendaciones.	recomendaciones pertinentes.	<i>mayor información al respecto”</i> (Moreano, 2003, p. 121)
9	Artículo	Informe sobre campos electromagnéticos y la salud humana	Cabal, J; Otero, G & Acuña, J	2005	Campo eléctrico, campo magnético, campos electromagnéticos, campo lejano, campo cercano, radiación no ionizante, radiación ionizante, efectos biológicos, densidad de potencia	Involucrar al lector con los principales conceptos relacionados con los CEM y sus posibles efectos en la salud humana	Destacar los resultados de estudios, criterios y recomendaciones propuestos por organizaciones internacionales que analizan esta temática.	Según la ICNIRP la información sobre los efectos potenciales a largo plazo es insuficiente para dar una base para el establecimiento de restricciones a la exposición, por otro lado la OMS propone a distintos países adoptar las recomendaciones de la ICNIRP ya que estas se fundamentan la información disponible respecto a CEM.

Si se observa con detalle la matriz, se encuentran diferentes puntos de vista en cuanto al fenómeno físico en cuestión, es decir, se reportan algunos estudios donde se plantea efectos a largo y corto plazo, mientras que en otros no se informa sobre efectos adversos. Sin embargo, para ambos casos se advierte y se dan recomendaciones en cuanto a la exposición a CEM, ya que habiendo o no reportes sobre afecciones a la salud tampoco se tiene total certeza sobre si son dañinas o no estas radiaciones. De ahí la importancia de realizar constantes investigaciones en este campo para poder determinar definitivamente si son nocivas o no estas emisiones de radiaciones provenientes de dispositivos electrónicos.

3 CONCLUSIONES

Las radiaciones electromagnéticas no ionizantes constituyen una problemática ambiental y de salud pública que ha estado presente en nuestra sociedad desde hace muchos años, aun así, se reportan pocas investigaciones sobre este fenómeno, pero las existentes no llegan a ser totalmente concluyentes o al menos no llegan a coincidir en cuanto a resultados obtenidos. Mientras que algunos autores defienden la hipótesis de que estas radiaciones son dañinas, otros al contrario afirman que estas no llegan a presentar efectos adversos a la salud humana. Aun así, todas estas investigaciones advierten sobre posibles afecciones a la salud, puesto que ninguna de las dos posiciones en cuestión se llega a comprobar con totalidad. Es así que cabe resaltar la importancia en cuanto a prevención de exposiciones prolongadas a estas radiaciones y de este modo evitar posibles enfermedades a largo plazo.

REFERENCIAS

- Torres, J. I., & Alzate, L. H. (2006). Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos. *Revista Médica de Risaralda*, 12(2), 5.
- Aponte, G., Escobar, A., Pinedo, C. R., & Arizabaleta, G. (2007). Medición de campos electromagnéticos en la ciudad de Cali, Colombia. *Información tecnológica*, 18(3), 39-47.
- Fandiño, M. P., Arana, V. A., & Trilleras, J. E. (2018). Análisis Comparativo de los Niveles de Exposición a Campos Electromagnéticos Irradiados por Estaciones de Telefonía Móvil en el Municipio de Soledad, Atlántico, en Colombia. *Información tecnológica*, 29(4), 157-166.
- Guerrero Abreu, J., & Pérez Alejo, J. L. (2006). Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(3), 0-0.
- i Tortajada, J. F., García, J. O., Soldin, O. P., Camba, E. N., i Castell, J. G., & Soler, J. F. (2010). Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas. *Rev Esp Pediatr*, 66(3), 151-161.
- Silvera, E. E. G. (2017). ¿Son dañinas o no las radiaciones electromagnéticas para la salud humana? *Revista Científica "Conecta Libertad"* ISSN 2661-6904, 1(2), 44-53.
- Monsalve, Ó. G. B., & Téllez, J. M. (2018). Contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre. *Revista Mutis*, 8(2), 57-72.
- Moreano Calero, G. X. (2003). La influencia de las radiaciones electromagnéticas en los seres humanos, sus efectos, consecuencias y recomendaciones (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2003).
- Cabal, C., Otero, G., & Acuña, J. (2005). Informe sobre Campos electromagnéticos y la salud humana. Instituto de Ing. Eléctrica.
- Sandoval Casilimas, C. A. (1996). Investigación cualitativa.
- Corbetta, P. (2007). Metodología y técnicas de investigación social (Segunda ed.). (J. M. Cejudo, Ed., S. D. Ugarte, & M. D. Ugarte, Trads.) Madrid, Aravaca, España: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el octubre de 2019, de <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/metodologc3ada-ytc3a9cnicas-de-investigac3b3n-social-piergiorgio-corbetta.pdf>
- OMS. (n.f de mayo de 2006). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 11 de febrero de 2020, de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/es/>
- Carazo, P. C. (mayo de 2006). El método de estudio de caso. *Investigación & Desarrollo*, 27(1), 193. Recuperado el enero de 2020, de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/viewFile/3576/2301>