



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
MAESTRÍA EN BIOQUÍMICA CLÍNICA

“TRABAJO DE TITULACIÓN EXAMEN COMPLEXIVO”

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN BIOQUÍMICA
CLÍNICA

ANÁLISIS DE ARTÍCULO CIENTÍFICO SOBRE EFECTOS DE
RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS SOBRE PROTEÍNAS, ALBÚMINA
Y ÁCIDO ÚRICO

AUTOR: MILTON CRUZ MÁRQUEZ CHAPÍN

TUTOR: GUSTAVO SAÚL ESCOBAR VALDIVIESO. MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

NOVIEMBRE - 2016

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO ESTUDIO DE CASO EXAMEN COMPLEXIVO		
TÍTULO: ANÁLISIS DE ARTÍCULO CIENTÍFICO SOBRE EFECTOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS SOBRE PROTEÍNAS, ALBÚMINA Y ÁCIDO ÚRICO		
AUTOR/ES: Milton Cruz Márquez Chapín		REVISORES:
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: Ciencias Químicas
PROGRAMA: Maestría en Bioquímica Clínica.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		NO. DE PÁGS:
ÁREA TEMÁTICA: Bioquímica Clínica		
PALABRAS CLAVES: Radiaciones naturales, radiaciones artificiales, radicales libres, proteínas, albúmina, ácido úrico, tecnología.		
<p>RESUMEN: Los organismos han coordinado un proceso de adaptación, relativamente, eficiente frente a la hostilidad de las radiaciones naturales. Pero el advenimiento de la modernidad, trajo la presencia de radiaciones artificiales. Este es un escenario desfavorable para los sistemas biológicos. Se analizó el estudio documentado por Martínez, Pérez, García, & Jiménez (2010), para valorar el comportamiento de las variables dependientes: proteínas totales, albúmina y ácido úrico, en 125 sujetos de sexo masculino con edades entre 20-29 años, expuestos 63 pacientes a la variable independiente: radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Esta investigación, a través del método de estudio de caso clínico, se realizó con el propósito de comprender los efectos de las radiaciones electromagnéticas, en el orden de las supra altas frecuencias (SAF – 3 a 30 GHz), sobre proteínas, albúmina y ácido úrico y es de importancia y actualidad por el incremento de la exposición causada por la tecnología. Se revisó información relacionada, publicada en artículos científicos y páginas de la Web, actualizada y de relevancia científica. Los resultados encontrados acerca de los efectos provocados por las radiaciones revelan: Daños sobre las proteínas infligidos por radicales libres que son moléculas hostiles generadas por las radiaciones, aumento significativo de las concentraciones de proteínas y albúmina y la ausencia de efectos significativos sobre el ácido úrico. Se llegó a la conclusión de que las radiaciones electromagnéticas, que transportan energía, en el orden de las supra altas frecuencias, resultan tóxicas para la salud de los seres orgánicos que acumulan moléculas disfuncionales.</p>		
N° DE REGISTRO(en base de datos):		N° DE CLASIFICACIÓN: N°
DIRECCIÓN URL (estudio de caso en la web)		
ADJUNTO URL (estudio de caso en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D
CONTACTO CON AUTORES/ES:	Teléfono:	E-mail:
CONTACTO EN LA INSTITUCION:	Nombre:	
	Teléfono:	

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante Milton Cruz Márquez Chapín, del Programa de Maestría/Especialidad Bioquímica Clínica, nombrado por la Decana de la Facultad de Ciencias Químicas: Q. F. Leila Prias Mogro, M.S.c. CERTIFICO: que el estudio de caso del examen complejo titulado ANÁLISIS DE ARTÍCULO CIENTÍFICO SOBRE EFECTOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS SOBRE PROTEÍNAS, ALBÚMINA Y ÁCIDO ÚRICO, en opción al grado académico de Magíster (Especialista) en Bioquímica Clínica, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente

Gustavo Saúl Escobar Valdivieso

TUTOR

Guayaquil, 13 de septiembre de 2016

DEDICATORIA

A mi hijo Milton David Márquez Pinela.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad de Guayaquil por esta gran oportunidad, a mi familia por inspirarme y a los profesores por facilitarme el conocimiento.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Estudio de caso, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

FIRMA

MILTON CRUZ MÁRQUEZ CHAPÍN

ABREVIATURAS

RNI	Radiaciones no ionizantes
CEM	Campos electromagnéticos
OMS	Organización mundial de la salud
TLE	Transferencia lineal de energía
ICNIRP ionizantes	Comisión internacional para la protección de las radiaciones no ionizantes
ROS	Especies reactivas de oxígeno
SAR	Tasa de absorción específica (<i>specific absorption rate</i>)
PAR	Radiación fotosintéticamente activa
FEB	Frecuencia extremadamente baja
SAF	Supra altas frecuencias
Hz	Hercio o Hertz
Mz	Mega Hertz
GHz	Giga Hertz
TNF	Factor de Necrosis Tumoral
IL	Interleucina
EBTM	Estaciones base de telefonía móvil
SOD	Superóxido dismutasa
CAT	Catalasa
GPX	Glutación peroxidasa

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vi
ABREVIATURAS.....	vii
TABLA DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
Desarrollo.....	5
1 Marco teórico.....	5
1.1 Teorías generales.....	5
1.2 Teorías sustantivas.....	9
1.3 Referentes empíricos.....	13
2 Marco metodológico.....	15
2.1 Metodología.....	15
2.2 Método de estudio de casos.....	15
2.3 Premisa.....	16
2.4 Cuadro de categorías, dimensiones, instrumentos y unidades (CDIU).....	16
2.5 Descripción de las unidades de análisis.....	18
2.6 Gestión de datos.....	18
2.7 Criterios éticos de la investigación.....	19
3 Resultados.....	20
3.1 Antecedentes de la unidad de análisis.....	20
3.2 Presentación de los resultados.....	22
4 Discusión.....	26
4.1 Contrastación empírica.....	26
4.2 Limitaciones.....	27
4.3 Líneas de investigación.....	28
4.4 Aspectos novedosos del estudio de caso.....	28
5 Propuesta.....	29
Conclusiones y recomendaciones.....	30
Referencias bibliográficas.....	1
(II S)	
ANEXOS.....	5
(II S)	
ANEXO A uno.....	5
(II S)	
ANEXO B. Dos.....	6
(II S)	

ANEXO C.	Tres.....	7
(II S)		
ANEXO D.	Cuatro.....	8
(II S)		
ANEXO E.	Cinco.....	9
(II S)		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	8
(II S)	
Figura 2.	9
(II S)	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración de proteínas albúmina y ácido úrico, en gramos por litro, en pacientes expuestos y no expuestos a las radiaciones.....	22
Tabla 2. Espectro de las radiaciones electromagnéticas.....	5
(II S)	
Tabla 3. Radiaciones Ionizantes.....	6
(II S)	
Tabla 4. Origen de las radiaciones.....	7
(II S)	

RESUMEN

Los organismos han coordinado un proceso de adaptación, relativamente, eficiente frente a la hostilidad de las radiaciones naturales. Pero el advenimiento de la modernidad, trajo la presencia de radiaciones artificiales. Este es un escenario desfavorable para los sistemas biológicos. Se analizó el estudio documentado por Martínez, Pérez, García, & Jiménez (2010), para valorar el comportamiento de las variables dependientes: proteínas totales, albúmina y ácido úrico, en 125 sujetos de sexo masculino con edades entre 20-29 años, expuestos 63 pacientes a la variable independiente: radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Esta investigación, a través del método de estudio de caso clínico, se realizó con el propósito de comprender los efectos de las radiaciones electromagnéticas, en el orden de las supra altas frecuencias (SAF – 3 a 30 GHz), sobre proteínas, albúmina y ácido úrico y es de importancia y actualidad por el incremento de la exposición causada por la tecnología. Se revisó información relacionada, publicada en artículos científicos y páginas de la *Web*, actualizada y de relevancia científica. Los resultados encontrados acerca de los efectos provocados por las radiaciones revelan: Daños sobre las proteínas infligidos por radicales libres que son moléculas hostiles generadas por las radiaciones, aumento significativo de las concentraciones de proteínas y albúmina y la ausencia de efectos significativos sobre el ácido úrico. Se llegó a la conclusión de que las radiaciones electromagnéticas, que transportan energía, en el orden de las supra altas frecuencias, resultan tóxicas para la salud de los seres orgánicos que acumulan moléculas disfuncionales.

Palabras claves: Radiaciones naturales, radiaciones artificiales, radicales libres, proteínas, albúmina, ácido úrico, tecnología.

ABSTRACT

The agencies have coordinated an adaptation process relatively efficient against the hostility of natural radiation. But the advent of modernity, brought the presence of artificial radiation. This is an unfavorable scenario for biological systems. The study documented by Martinez, Perez, Garcia, & Jimenez (2010) was analyzed to assess the behavior of dependent variables: total protein, albumin and uric acid in 125 male subjects aged 20-29 years, exposed 63 patients to the independent variable: non-ionizing electromagnetic radiation. This research, through the method of clinical case study was conducted in order to understand the effects of electromagnetic radiation in the order of the above high frequencies (SAF - 3-30 GHz) on proteins, albumin and acid uric and it is of current importance for the increased exposure caused by technology. Related information, published in scientific articles and Web pages, updated and revised scientific relevance. The findings about the effects caused by radiation reveal: Damage on proteins inflicted by free radicals that are hostile molecules generated by radiation, significant increase in the concentrations of protein and albumin and the absence of significant effects on uric acid. It is concluded that electromagnetic radiation transporting energy, in the order of the above high frequencies, are toxic to the health of organic beings accumulating dysfunctional molecules.

Keywords: Natural radiation, artificial radiation, free radicals, protein, albumin, uric acid technology.

INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos que recorren el espacio a la velocidad de la luz se conocen como radiaciones electromagnéticas. Se distinguen radiaciones con masa aparejada y radiaciones electromagnéticas de naturaleza ondulatoria sin masa. Las radiaciones se constituyen en mensajeros de la energía, garantizando su transporte a extraordinarias velocidades, con la capacidad de provocar perturbaciones al interactuar con entidades materiales e inmateriales. Las radiaciones de mayor energía pueden causar perturbaciones de la materia hasta el grado de la ionización de sus átomos. Por otro flanco las radiaciones de menor energía interactúan con los campos generados por los cuerpos materiales. En forma natural, los organismos vivos del planeta están expuestos a radiaciones electromagnéticas o campos eléctricos y magnéticos; pero con los adelantos tecnológicos y la evolución de procesos técnicos, se han exacerbado los riesgos de exposición, debido a que todos aquellos adelantos comportan mayor generación de campos electromagnéticos. En el presente trabajo se realiza un estudio de caso clínico publicado en un artículo científico, por Martínez et al. (2010), sobre los efectos de las radiaciones electromagnéticas sobre proteínas, albúmina y ácido úrico.

Las personas están expuestas a fuentes naturales de radiación ionizante, como el suelo, el agua o la vegetación, así como a fuentes artificiales, tales como los rayos X y algunos dispositivos médicos (OMS, 2016).

La delimitación del problema

En el caso clínico:

Se analizaron los efectos de las radiaciones electromagnéticas en el orden de las supra altas frecuencias (SAF – 3 a 30 GHz) sobre la concentración de proteínas totales, albúmina y ácido úrico en 125 sujetos de sexo masculino, con edades comprendidas entre 20 y 29 años; 63 expuestos a los efectos de las radiaciones por las circunstancias de su trabajo (laboraban operando equipos con radares) y 62 no expuestos que laboraban en oficinas y otras áreas libres de tales radiaciones.

Formulación del problema

En el caso clínico se planteó el problema:

¿Qué efectos patológicos sobre proteínas totales, albúmina, ácido úrico tienen las personas expuestas radiaciones electromagnéticas?

Justificación

Los efectos de las radiaciones electromagnéticas sobre los organismos vivos es motivo de preocupación en la actualidad, porque el desarrollo tecnológico trae nuevas fuentes de campos electromagnéticos; el hombre se ha visto de repente expuesto a una sobre carga de campos electromagnéticos y son urgentes los análisis y estudios de las relaciones específicas de causa – efecto que se verifican entre las radiaciones electromagnéticas y los procesos biológicos. El resultado del estudio del caso clínico ayudará a comprender, específicamente, la problemática de los efectos

de las radiaciones electromagnéticas sobre el comportamiento de proteínas, albúmina y ácido úrico y fundamentará la orientación para la toma de medidas correctivas y de protección en orden a disminuir los riesgos.

A la problemática de la radiación artificial se refirió Capó (2007), explicando que a determinadas dosis puede ser nociva.

Objeto de estudio

En el caso clínico seleccionado:

Se valoró el comportamiento de las proteínas totales, albúmina y ácido úrico, en 125 sujetos de sexo masculino con edades entre 20-29 años, 63 expuestos a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes y 62 no expuestos.

Campo de investigación

En el caso clínico seleccionado:

Se investigó cuál es la relación de causa – efecto de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes sobre la concentración de proteínas totales, albúmina y ácido úrico.

Objetivo general

El objetivo general que se plantea en el caso clínico seleccionado:

Valorar el comportamiento de las proteínas totales, la albúmina y el ácido úrico en sujetos expuestos a las radiaciones electromagnéticas.

Objetivos específicos

1. Comprender la posible influencia de las radiaciones no ionizantes sobre la capacidad antioxidante de las proteínas, albúmina y ácido úrico, mediante el estudio de un caso clínico.
2. Evaluar el mecanismo de afectación de las radiaciones electromagnéticas sobre proteínas totales, albúmina y ácido úrico, mediante estudio de un caso clínico.

La novedad científica

Se pueden establecer los riesgos a los que el ser humano está expuesto por convivir con los productos del adelanto tecnológico.

PROPUESTA

Estimular la realización frecuente de estudios de caso como una herramienta valiosa para la adquisición de conocimiento y generación de teoría.

1 MARCO TEÓRICO

1.1 TEORÍAS GENERALES

1.1.1. RADIACIÓN

La radiación es un fenómeno físico natural presente en el universo, que se concreta en formas de partículas o campos electromagnéticos y se desplazan por el espacio a la velocidad de la luz con movimiento ondulatorio. Los campos electromagnéticos que recorren el espacio a la velocidad de la luz son conocidos como radiaciones electromagnéticas. Los distintos tipos de radiaciones tienen un principio en la dinámica de la estructura atómica (ANEXO C).

Una primera clasificación distingue radiaciones de naturaleza material con masa aparejada y radiaciones electromagnéticas de naturaleza ondulatoria con masa en defecto.

“Las personas están expuestas a fuentes naturales de radiación ionizante, como el suelo, el agua o la vegetación, así como a fuentes artificiales, tales como los rayos X y algunos dispositivos médicos” (OMS, 2016).

El dominio de las radiaciones se concreta en el espectro de las radiaciones que las clasifica, respectivamente, de mayor a menor energía, de menor longitud de onda a mayor, de mayor frecuencia a menor, de izquierda a derecha, desde las ionizantes a las no ionizantes y a grosso modo, en: radiación alfa (tiene masa), radiación beta (tiene masa), radiación gamma (sin masa), rayos X (sin masa), rayos ultravioleta (sin

masa), luz visible (sin masa) rayos infrarrojos (sin masa), microondas (sin masa), ondas de radio (sin masa); de los cuales, los rayos alfa, beta y gamma son ionizantes por su gran energía (radiación dura); el resto de la radiación es no ionizante (radiación blanda). Como lo menciona Álvarez & Martínez (2009) El espectro electromagnético correspondiente a las RNI incluye desde la ultravioleta, pasando por la luz visible y los infrarrojos hasta la microonda y la onda corta (ANEXO A).

La luz solar es energía radiante electromagnética compuesta principalmente por el espectro de luz ultravioleta (100 a 400 nm), luz visible (400 a 760 nm) e infrarroja (760 a 1.800 nm), aunque también están presentes longitudes de onda corta (ionizantes), y onda larga (microondas y radiofrecuencia). Estas radiaciones son modificadas de manera importante por su paso a través de la atmósfera y solamente dos tercios de esta energía penetra en la Tierra. (Cabrera & López, 2006)

Según Wilches, Ruiz & Hernandez (2007) se identifican radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

1.1.1.1. RADIACIONES IONIZANTES

Convierten átomos neutros en iones (partículas atómicas con carga eléctrica) al sacar electrones de sus estructuras. Las radiaciones ionizantes incluyen: rayos alfa, rayos beta, rayos gamma, neutrones, rayos X, y radiación ultravioleta (UV). (ANEXO B)

Menciona Muñoz (1997) que una radiación se denomina ionizante cuando tiene la energía suficiente para provocar la separación de uno o más electrones de un átomo o de una molécula y como consecuencia, producen la liberación de grandes cantidades de energía capaz de romper los enlaces químicos de las moléculas.

1.1.1.2. RADIACIONES NO IONIZANTES

No tienen la energía suficiente para ionizar átomos, su influencia es térmica. Tras su incidencia sobre la materia se verifica una empatía entre los tamaños moleculares y la longitud de onda del rayo, provocando una especie de resonancia o retroalimentación que exagera la vibración molecular y se genera calor. Éste último busca lugar y función en el sistema y los equilibrios se perturban.

Según Ruiz (2003) aun cuando sean de alta intensidad, las radiaciones no ionizantes no pueden provocar la ionización de moléculas, pero pueden provocar efectos de calentamiento en los sistemas biológicos, alteración de las reacciones químicas e inducción de corrientes eléctricas en células y tejidos.

1.1.2. PROTEÍNAS.

1.1.2.1. Definición

Son moléculas orgánicas complejas constituidas principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; en ocasiones las proteínas incluyen otros elementos químicos como el hierro, cobre, fósforo, azufre. Junto a carbohidratos, grasas o lípidos y ácidos nucleicos forma parte de las moléculas esenciales de la vida. Realmente otras moléculas como el agua, anhídrido carbónico, grupo fosfato y una

veintena o más de elementos químicos forman parte de los seres vivos. Las proteínas son moléculas versátiles que cumplen múltiples funciones (ANEXO D): Plástica, enzimática, defensiva, reguladora, transporte, receptora, homeostática, contráctil, reserva. Su afectación, consecuentemente, acarrea múltiples trastornos (ANEXO E).

1.1.2.2. Poder antioxidante de las proteínas

A través de la acción enzimática las proteínas tienen importante función antioxidante. Entre los sistemas antioxidantes según Bravo, Araujo, Vargas, Mesa, Souki, Bermúdez & Cano (2007), se incluyen: superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPX)

1.1.3. ALBÚMINA HUMANA

Es la proteína que se encuentra en mayor proporción en el plasma sanguíneo; el 54,31% de las proteínas plasmáticas es albúmina. En el suero sanguíneo, la albúmina está en una concentración de 3.5 a 5.0 gramos por decilitro. (3.5 – 5.0 g/100ml). Las proteínas plasmáticas totales están a una concentración aproximada de 7.5 gramos por decilitro. Luego de la albúmina, las otras proteínas plasmáticas son conocidas en su conjunto como globulinas. Se le atribuye función antioxidante, Martínez et al. (2010).

1.1.4. ÁCIDO ÚRICO

Es un producto final del catabolismo de purinas. Se postulan beneficios del ácido úrico a través de una actividad antioxidante. Alcaíno, Greig, Castro, Verdejo, Mellado, García, Díaz, Quiroga, Chiong & Lavandero (2011)

1.2 TEORÍAS SUSTANTIVAS

1.2.1. OXIDACIÓN

La oxidación es la pérdida de electrones por parte de un átomo o molécula. Los átomos o las moléculas son sujetos de oxidación cuando se encuentran e interaccionan con un ente químico capaz de robarle electrones. La sustancia que “roba” electrones, a un átomo o molécula es llamada oxidante. El elemento químico oxígeno es el oxidante por excelencia. Pero también otros elementos tienen tal potencial para oxidar o “robar” electrones, vb. El cloro. La sustancia que oxida, sufre el fenómeno contrario a la oxidación que es la reducción. Un oxidante oxida a cuenta de su propia reducción; siendo que la reducción se entiende como la ganancia de electrones. Si un sistema pierde electrones debe haber otro que los gane.

1.2.2. RADICALES LIBRES

Son átomos o grupos atómicos con elevado potencial para reaccionar, en virtud de poseer en su estructura una gran probabilidad para el enlace por causa de tener un electrón desapareado. Un electrón desapareado comporta inestabilidad para el

sistema que busca estabilizarse con la procura de un nuevo electrón o la cesión del solitario. De tal manera los radicales libres son muy reactivos y sacan electrones de cualquier sistema vecino, ocasionando la inestabilidad de tal sistema. Los radicales libres atacan a los átomos y moléculas que encuentran a su paso, roban sus electrones, logrando su propia estabilidad, pero convirtiendo a tales átomos o moléculas en nuevos radicales libres (efecto vampiro) desatando un proceso maligno de retroalimentación positiva siendo el escenario para esto, un organismo vivo; los radicales libres oxidan átomos y moléculas; de tal modo, envejecen tejidos y órganos. Los radicales libres oxidan al organismo (envejecen). Las fuentes de radicales libres son: el propio organismo y sus procesos intrínsecos (metabolismo, respiración, defensa). Pero además la carga de radicales libres se exagera por factores externos, estrés, tabaco, condimentos, todo tipo de contaminación ambiental.

Los investigadores Ferramola & Sancovich (2006) mencionan que el alto contenido de oxígeno en los sistemas biológicos estimula la formación de radicales libres de oxígeno (ROS), que si no son controladas por el sistema endógeno de antioxidantes, afectan el estado redox de las células y generan daños tisulares, esto es lo que se conoce como estrés oxidativo. Este es un proceso tóxico que puede ser agravado por la exposición a la radiación.

La formación de radicales libres de otras especies moleculares, según lo explica Neus (2009) también generan especies reactivas de oxígeno (ROS en las siglas en ingles. *Reactive Oxygen Species*), que al final acaban oxidando diferentes constituyentes celulares, como pueden ser lípidos, proteínas o también el DNA (ácido desoxiribonucleico).

De Castro & Pérez (2006) se refieren a los daños infligidos a las proteínas por la toxicidad de los radicales libres de oxígeno, actuando, principalmente, sobre los enlaces insaturados, los anillos aromáticos y los grupos tiol de los aminoácidos. Los efectos tóxicos son versátiles, desactivando algunas enzimas (p. ej., antiproteasas), activando otras proteínas (p.ej., factores del sistema del complemento) y modificando la estructura de otras moléculas

Sustancias que, en un sentido, resultan en un complemento de los radicales libres; que reaccionan con ellos y los neutralizan e impiden el descalabro de átomos y moléculas de un sistema vivo, existen y se conocen como antioxidantes. Estos últimos son las virtudes químicas de frutas, verduras y una serie de nutrientes sanos.

Se encuentra corroboración a la tesis de respuesta de compensación corporal en lo mencionado por Carrasco (2009): en plantas de maíz expuestas a radiación UV-B, el aumento de la expresión de genes de proteínas antioxidantes como la ascorbato peroxidasa es consistente con resultados en otras especies monocotiledóneas en respuesta a radiación ultravioleta-B.

1.2.3. ESTRÉS OXIDATIVO

Es compleja la dinámica de reacciones en el organismo vivo. El organismo se esfuerza en mantenerse vivo entre varios tipos de reacciones; oxidaciones, reducciones; antioxidantes interactuando con radicales libres; defensas contra patógenos. En toda la interacción se establecen equilibrios.

Ningún organismo está libre de los efectos de las radiaciones como lo indica Capó (2007) todos los organismos están expuestos de una forma natural, frente a las cuales muestran un estado de adaptación en las condiciones normales. Si suponemos que la radiación va aumentando, llegaremos a puntos o umbrales, en los que la exposición a la radiación irá seguida de efectos claramente nocivos.

Pero los equilibrios no son perennes porque de suyo están sujetos a condiciones; sufren un potencial de inestabilidad con mal pronóstico en el tiempo; los equilibrios se desplazan y el que regula la interacción antioxidante – radicales libres, no es la excepción. Pero progresa en el orden del deterioro de la vida. Hecho conocido como envejecimiento. A este desequilibrio desfavorable, cada vez más, para el organismo, se lo conoce como estrés oxidativo. “Estos resultados dan clara evidencia de que la exposición a radiación ultravioleta-B induce un estrés oxidativo en las plantas, lo que provoca la generación de los ROS” (Carrasco, 2009)

Armesto, Angarita & Lobo (2015) en estudios con plantas de maíz encontraron señales inequívocas de estrés en dichas plantas por sometimiento a frecuencias de radiación.

1.2.4. EFECTOS DE LAS RADIACIONES SOBRE LA SALUD DEL SER HUMANO

Se conoce con certeza sobre los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, Duany (2015) menciona acerca de daños celulares por choque directo de emisiones radiactivas con átomos específicos de las células. Pero hace algunos años, según

afirma Anaya (2015) surgió la preocupación por los efectos que las emisiones de baja frecuencia (no ionizantes) podrían tener sobre la integridad de los sistemas biológicos, principalmente sobre la salud del ser humano. Menciona Balmori (2004) que antes de la llegada de la telefonía móvil, las bajas frecuencias tenían origen en las antenas de radio y televisión colocadas a distancias prudentes de las poblaciones.

Sordo & Gutiérrez (2013) afirman que la radiación solar, principalmente la radiación ultravioleta (RUV) ha sido causa de diferentes enfermedades, especialmente, cáncer de piel.

Existe mucha preocupación reciente debido a la contaminación ambiental por radiaciones no ionizantes (RNI). Gallego, Torres & Castañeda (2014) indican que hay preocupación seria en Colombia por la proliferación de estaciones base de telefonía móvil (EBTM) en territorios urbanos que expone a la población a radiaciones no ionizantes (RNI) por los posibles efectos nocivos para la salud.

El centro de prensa de la OMS (abril, 2016) emite la información de que la radiación puede afectar órganos y tejidos. Cutanda & Vargas (2011) refieren aplicaciones de las radiaciones en el campo de la salud; Tardón, L. (2011) refiere una respuesta de entrevista “La radiación controlada no representa ningún riesgo”

1.3 REFERENTES EMPÍRICOS

Según Guerrero (2006) Se han encontrado aumentos en las cifras de hemoglobina, modificaciones leucocitarias que dependen de la potencia de energía de las microondas, por estrés térmico que son reversibles.

Las investigaciones sobre radiofrecuencias no han despejado las dudas sobre la influencia de los CEM sobre el hombre. Muchos son los intereses de tipo económico que se mueven alrededor del tema, de ahí la falta de estudios y de consenso en las investigaciones. La Organización Mundial de la Salud reconoce que los estudios epidemiológicos realizados hasta el momento son insuficientes para evaluar los riesgos en la salud que causa la exposición a las radiofrecuencias.

Un estudio realizado en el Hospital militar “Dr. Luis Díaz Soto” de la Habana Cuba, documentado por los investigadores: Martínez et al. (2010), en 63 pacientes expuestos a radiaciones electromagnéticas no ionizantes (RNI) del rango de supra altas frecuencias (SAF) 0,33 GHz, que realizaban labor en el radar como operadores, reparadores o sintonizadores de equipos de radiolocalización; comparados con 62 no expuestos que realizaban otras labores, de oficina, logística en otros centros de trabajo. Se encontró un aumento significativo de proteínas cuya concentración en los pacientes expuestos fue de 77,3 g / L, con una gran proporción de proteína disfuncional, como se deduce de las conclusiones; frente a la concentración de 46,7 g / L en los pacientes no expuestos.

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 METODOLOGÍA:

El presente estudio es de tipo cualitativo:

Cualitativo porque busca conocer las características esenciales del fenómeno causa - efecto que ocurre entre las radiaciones electromagnéticas y el comportamiento de proteínas, albúmina y ácido úrico, mediante estudio y análisis de un caso clínico.

Martínez (2006) citando a Rialp (1998) dice que los estudios de casos con un enfoque cualitativo buscan comprender el proceso por el cual tienen lugar ciertos fenómenos. Descriptivo porque busca exponer los mecanismos de los efectos de las radiaciones electromagnéticas sobre las proteínas, albúmina y ácido úrico. Hernández, Fernández y Baptista (1997) citando a Dankhe (1986), determina que los estudios descriptivos indican cómo es y se manifiesta un fenómeno.

2.2 MÉTODO DE ESTUDIO DE CASOS.

Se realizó una investigación a través del método de estudio de caso, en lo cual se analizó un caso clínico documentado en un artículo científico por Martínez et al. (2010), de título: “Valores séricos de proteínas totales, albúmina y ácido úrico en personal expuesto a las radiaciones electromagnéticas” donde se analizó las variables: radiaciones electromagnéticas y efectos sobre el comportamiento de

proteínas totales, albúmina y ácido úrico. Además se revisó información relacionada publicada en artículos científicos y páginas de la *Web*, actualizada y de relevancia científica.

Están relacionados los métodos:

2.2.1. Analítico.- el análisis es parte fundamental en el proceso cognitivo; Martínez (2006) plantea que los datos sean analizados en forma inductiva. Pero el proceso deductivo se verifica al considerar el caso, como tal, integrado en un artículo.

2.2.2. Hermenéutico.- porque se realizarán los análisis del material científico para la debida interpretación. Martínez (2006) expone que los métodos hermenéuticos son utilizados en forma consciente o inconscientemente por todo investigador, ya que la mente humana es interpretativa en forma natural.

Premisa.

Las radiaciones electromagnéticas afectan los niveles hemoquímicos.

2.3 CUADRO DE CATEGORÍAS, DIMENSIONES, INSTRUMENTOS Y UNIDADES DE ANÁLISIS (CDIU)

Categoría	Dimensiones	Instrumentos	Unidad de análisis
Variable independiente: radiaciones	Status oxidativo Capacidad antioxidante	Artículo científico publicado por	A través de análisis de caso clínico seleccionado

<p>electromagnéticas no ionizantes.</p> <p>Fenómeno físico de origen natural y artificial, que transporta energía a la velocidad de la luz a distintas frecuencias y longitudes de ondas.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Efectos sobre el comportamiento de proteínas totales, albúmina y ácido úrico.</p>	<p>Concentración sérica.</p> <p>Sobre el estudio de caso:</p> <p>Relevancia</p> <p>Metodología</p>	<p>Martínez et al. (2010), Artículos relacionados.</p> <p>Martínez (2006) dice que el investigador podrá utilizar diferentes fuentes de información como bases de datos, internet, documentos.</p> <p>El Investigador Martínez (2006) indica que el observador se convierte en el principal instrumento de las investigaciones cualitativas.</p>	<p>publicado en artículo por Martínez et al. (2010):</p> <p>Comprensión de la relación causa – efecto entre las radiaciones electromagnéticas no ionizantes y el comportamiento de proteínas totales, albúmina y ácido úrico.</p> <p>Martínez, (2006) Indica que la unidad de análisis es la nueva realidad que surge de la interacción de las partes. En este caso de la interacción de las variables.</p>
---	--	--	---

		Método: estudio de caso	
--	--	----------------------------	--

2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

La unidad de análisis ha sido caracterizada, en artículo de caso clínico publicado por Martínez et al. (2010), en términos de efectos ocasionados por las radiaciones electromagnéticas no ionizantes sobre proteínas totales, albúmina y ácido úrico.

Variable independiente: Radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Variable dependiente: Efectos sobre el comportamiento de proteínas totales, albúmina y ácido úrico.

2.5 GESTIÓN DE DATOS

- Análisis de artículo científico de caso seleccionado.
- Análisis de artículos relacionados publicados.
- Organización de resultados en tablas.
- No hay procesos estadísticos, externos, por la naturaleza del estudio cualitativo.

2.6 CRITERIOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el caso referido se obtuvo el consentimiento de los pacientes participantes antes de ingreso para el estudio.

Honradez: A cada quién lo que le corresponde. Las ideas y contribuciones ajenas fueron siempre reconocidas.

Disciplina.- Sujeción al protocolo y cronograma establecidos.

3 RESULTADOS

3.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

De acuerdo a la información proporcionada por los diferentes artículos, podemos dar a conocer acerca de relación causa – efecto de las radiaciones electromagnéticas sobre proteínas.

Guerrero (2006) menciona que se han encontrado aumentos en las cifras de hemoglobina, así como modificaciones leucocitarias que dependen de la potencia de energía de las microondas, por estrés térmico que son reversibles.

Las investigaciones sobre radiofrecuencias no han despejado las dudas sobre la influencia de los campos electromagnéticos (CEM) sobre el hombre.

Muchos son los intereses de tipo económico que se mueven alrededor del tema, de ahí la falta de estudios y de consenso en las investigaciones.

La Organización Mundial de la Salud reconoce que los estudios epidemiológicos realizados hasta el momento son insuficientes para evaluar los riesgos en la salud que causa la exposición a las radiofrecuencias.

En investigaciones realizadas en el Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear, en la Universidad de la Habana, por Almeida, Fuentes, Sánchez, Carro &

Prieto (2004) se refirieron lesiones y roturas en el ácido desoxirribonucleico (ADN) por la energía cinética de las radiaciones no ionizantes.

Otros autores como Tamames & Martínez (1997) refieren que el daño térmico aparece cuando el aumento de temperatura se produce en un intervalo de tiempo suficientemente largo como para que la energía cinética de una molécula biológica sea capaz de romper los enlaces más débiles. Se llega a la desnaturalización de proteínas y a la inactivación de enzimas.

Experiencia de estímulo de crecimiento en plantas documentó Armesto (2015).

3.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Según el análisis del caso clínico documentado por Martínez et al. (2010), se presentan los siguientes resultados: Con respecto a la concentración de proteínas totales, albúmina y ácido úrico, en pacientes expuestos a radiaciones electromagnéticas no ionizantes, se encontró que las proteínas y la albúmina estaban aumentadas en forma significativa y que el ácido úrico no sufrió incremento significativo. Las diferencias respecto de los no expuestos se consignan en la siguiente tabla:

Tabla. 1. Concentración de proteínas totales, albúmina y ácido úrico, en pacientes expuestos y no expuestos a las radiaciones.

Hemoquímicos	Pacientes no expuestos	Pacientes expuestos
Proteínas totales	46,7 g / L	77,3 g / L
Albúmina	41,55 g / L	73,52 g / L
Ácido úrico	300,42 $\mu\text{mol} / \text{L}$	310,88 $\mu\text{mol} / \text{L}$

Como se puede inferir del análisis de los resultados: Se encontró una diferencia de concentración significativa para proteínas totales y albúmina con la respectiva confirmación estadística. En términos de relación se encontró que la concentración de proteínas en los pacientes expuestos es 1,65 veces mayor respecto de los no expuestos, esto también significa que los pacientes expuestos aumentaron su proteína en el 65,5 % en relación a los pacientes no expuestos; la concentración de albúmina en los pacientes expuestos es 1,76 veces mayor respecto de los no expuestos, en términos de porcentaje los pacientes expuestos aumentaron su albúmina en el

76,94 % en relación a los pacientes no expuestos. El ácido úrico no tuvo cambio significativo en su concentración.

Se encontró efectos indirectos sobre proteínas por ionización de otras moléculas; se determinó que las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el orden de las supra altas frecuencias forman radicales libres, los cuales, a su vez, atacan a las moléculas de proteínas dañando sus estructuras y formando nuevos radicales libres.

ANÁLISIS DEL CASO

Los resultados están respaldados por la evaluación del caso seleccionado respecto de la relevancia del tema y su metodología, según la propuesta de 8 pasos para efectuar el análisis de artículos publicados planteada por Carvajal (2004).

El tema está relacionado con las consecuencias de los últimos adelantos de la tecnología, de tal manera que tiene elementos de actualidad.

La investigación en una proporción satisfactoria es metodológicamente correcta.

Después de ser evaluada en los siguientes apartados:

Título: Bien logrado en función de que los resultados se sustentan con los datos.

Originalidad: Pocas investigaciones son totalmente nuevas, lo señaló Carvajal (2004), la originalidad de esta investigación se evidencia en la ausencia de artículos publicados sobre el mismo tema.

Población estudiada: Los obreros operadores de equipos de radiolocalización con radar. Un buen número de 63 personas expuestas a las radiaciones no ionizantes del orden de las supra altas frecuencias.

Diseño del estudio: Permitió conocer el tipo de conclusiones que llevan a asociación de riesgo. Siendo un diseño de caso control.

Sesgo: Los grupos se diferencian solo en la intervención.

En esta parte, sin embargo, se debe puntualizar que los grupos son internamente muy homogéneos, no se incluyen mujeres en el estudio, ni de otras edades que no sean de 20 a 29 años. Esto limita la aplicabilidad del estudio. Además no se da a conocer si los no expuestos eran conscientes o no, de su condición de no expuestos.

Doble ciego: No se menciona en la sección de métodos. Cuando se realizan esfuerzos para lograr el enmascaramiento de la intervención. Esto no deja de mencionarse. Se deduce entonces que los evaluadores conocían a qué grupo pertenecía cada paciente con la consecuente probabilidad de sesgo por intereses del resultado para cada grupo.

Proceso estadístico: No se detallan en la sección de metodología los criterios para el cálculo del tamaño de la muestra. Se deduce que es igual al tamaño de la población de los trabajadores en los radares. En todo caso, el número de 63 expuestos suena bien si pensamos en una muestra con poder estadístico. Así lo corroboran los resultados, siendo poco probable cometer error de tipo II o β (aceptar la hipótesis nula siendo falsa).

La prueba estadística test T para muestras independientes es la apropiada para establecer diferencias significativas entre las medias.

Se indica en el apartado de métodos que el estudio es longitudinal y no se menciona desertores, de tal manera que no procede la probabilidad de sesgo que se presenta por no tomar en cuenta a desertores.

Resultados y conclusiones: Se presentan en gráficas muy ilustrativas; las diferencias son destacadas y se presentan en términos absolutos no se necesita de porcentajes

para resaltar las diferencias. El estudio es metodológicamente logrado en el nivel de satisfactorio con margen de perfectibilidad y los datos objetivos se reflejan en la conclusión. Se puede arribar a conclusiones fundamentadas en una metodología impecable y sistemática.

Propuesta

Se plantea la probabilidad de esclarecer, con nuevas investigaciones, los mecanismos que resultan en los aumentos de la concentración de proteínas como efecto de la exposición a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes; proponiéndose la hipótesis “Las radiaciones electromagnéticas no ionizantes disminuyen las funciones de las proteínas, desencadenando una respuesta corporal de compensación por aumento de la síntesis proteica”

4 DISCUSIÓN

4.1 CONTRASTACIÓN EMPÍRICA

Martínez et al. (2010), documentan aumentos en la concentración de las proteínas totales y de la albúmina en pacientes expuestos a radiaciones no ionizantes. Se aborda el probable mecanismo de tal incremento aduciendo a daños a la vía proteosomal de degradación de proteínas. Pero comparando estos resultados con seguimientos de la concentración de albúmina en pacientes desnutridos, los cuales en los primeros estadios de la desnutrición, descartados problemas renales y hepáticos, presentan concentraciones normales de albúmina sérica, (esta no entra en fatiga sino hasta bien avanzada la enfermedad; lo cual puso en la polémica la validez de la albúmina como marcador bioquímico de la desnutrición) desafiando, en un sentido, a la lógica, y habiéndose concluido que la concentración normal de albúmina sérica en pacientes realmente desnutridos, se debe a una respuesta corporal de compensación.

De acuerdo con Shoemaker (2002) el cuerpo existe en un estado de conservación máxima de recursos, esta es la respuesta homeostática permanente y en estado de salud, y se sostiene sobre grasas ricas en energía, minimizando la pérdida de tejido magro (las pérdidas de nitrógeno, medida de la degradación de las proteínas, se aproximan a 4 a 5 g/día) y reduciendo el gasto energético basal. Es interesante destacar que las concentraciones plasmáticas de albúmina no suelen estar disminuidas en este estado de desnutrición calórica - proteica pura o marasmo.

Es factible que un proceso similar aconteciera con los resultados incrementados de la concentración de proteínas en pacientes expuestos a radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Se puede especular, en el marco de un trabajo exploratorio, que el aumento en la concentración de proteínas en los pacientes expuestos a las radiaciones no ionizantes también esté mediado, como en el caso de la albúmina sérica, por un mecanismo de compensación corporal frente al daño estructural y funcional que sufrieron las proteínas. Se encontró, además, que la concentración aumentada de proteínas está aparejada a una proporción disfuncional de las mismas. Es factible que más de un factores se conjuguen para dar los resultados encontrados.

El organismo intentaría compensar con una especie de mecanismo de retroalimentación negativa, respecto de la pérdida de funcionalidad de las proteínas, respondiendo con nueva síntesis de ellas y entraría en un ciclo vicioso por la continuidad del daño provocado por las radiaciones. En todo caso esto es motivo para desarrollar nuevas investigaciones.

4.2 LIMITACIONES

En el proceso de la búsqueda de información se determinó escases de información actualizada en la *Web*; los trabajos sobre relaciones causa- efecto de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes sobre los sistemas biológicos ya tienen sus años de ser publicados. Con suerte se pueden encontrar publicaciones recientes sobre el tópico.

4.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se plantean nuevas inquietudes para investigar los mecanismos de los procesos. “Expertos Internacionales consideran que deben mantenerse abiertas las líneas de investigación sobre esta materia” (Batista, 2011). Aduce Berros (2014) que en términos analíticos podrían identificarse escenarios calificados como ‘inciertos’

Por ejemplo se pueden orientar estudios para encontrar la forma de controlar las radiaciones para revertir sus efectos dañinos y obtener beneficios y aplicaciones en la medicina.

Se deben orientar investigaciones para la mejora de los dispositivos actuales que trabajan con frecuencias relativamente bajas, pero que no dejan de preocupar por los riesgos potenciales; se pueden orientar los esfuerzos científicos para lograr dispositivos que trabajen eficientemente con intensidades de frecuencias electromagnéticas muy disminuidas. Descartando cualquier riesgo para la salud.

4.4 ASPECTOS NOVEDOSOS DEL ESTUDIO DE CASO

El aspecto Heurístico que nos impulsa a pensar en nuevas investigaciones. . Insumos y productos con los cuales el ser humano está tan familiarizado, como la energía eléctrica, electrodomésticos, microondas, el tan necesario dispositivo celular, entre otros, con los cuales convivimos a diario, pueden ser enemigos silenciosos de la salud.

“Expertos Internacionales consideran que deben mantenerse abiertas las líneas de investigación sobre esta materia” (Batista, 2011).

5 PROPUESTA

Se plantea la probabilidad de esclarecer, con nuevas investigaciones, los mecanismos que resultan en los aumentos de la concentración de proteínas como efecto de la exposición a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes; proponiéndose la hipótesis “Las radiaciones electromagnéticas no ionizantes disminuyen las funciones de las proteínas, desencadenando una respuesta corporal de compensación por aumento de la síntesis proteica”

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio de caso seleccionado:

Las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el orden de las supra altas frecuencias, podrían afectar la función antioxidante de proteínas totales y albúmina, aumentando significativamente su concentración con gran proporción de proteína disfuncional.

Las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el orden de las supra altas frecuencias no afectan en forma significativa el comportamiento del ácido úrico.

RECOMENDACIONES

Valorar las investigaciones sobre las radiaciones no ionizantes para tener conciencia de los riesgos potenciales de convivir con los nuevos productos de la tecnología.

En este sentido Revueltas, Ávila, Baqués & Beltrán (2014) afirman que estas recomendaciones son una motivación para profundizar en el tema.

Se recomiendan medidas de prevención para minimizar los efectos de las radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia originadas por las instalaciones de radio, televisión, telefonía móvil y por los productos de la tecnología de utilización cotidiana.

(II S)**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alcaíno, Hernán, Greig, Douglas, Castro, Pablo, Verdejo, Hugo, Mellado, Rosemarie, García, Lorena, Díaz-Araya, Guillermo, Quiroga, Clara, Chiong, Mario, & Lavandero, Sergio. (2011). Ácido úrico: una molécula con acciones paradójicas en la insuficiencia cardiaca. *Revista médica de Chile*, 139(4), 505-515. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011000400014>
- Anaya, Matilde, Castro, Miguel, Borrego, Sofía Flavia, & Cobo, Hilda Caridad. (2015). Influencia del campo magnético sobre la distribución de los hongos en el aire de un local cerrado. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 35(1), 39-44. Recuperado en 20 de julio de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1315-25562015000100009&lng=es&tlng=es
- Armesto Arenas, Alexander, Angarita, Wilson, & Lobo Jácome, Ramón. (2015). Efectos de la radiación electromagnética sobre la germinación del maíz. *Tecnura*, 19(45), 65-73. <https://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a05>
- Batista Romagosa, Maritza, Soriano González, Blanca Inés, & Bergés Cabrales, Luis Enrique. (2011). Posibilidades, mecanismos de acción y retos de la terapéutica con campo electromagnético de extremada baja frecuencia contra la psoriasis. *MEDISAN*, 15(12), 1775-1790. Recuperado en 20 de julio de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1029-30192011001200013&lng=es&tlng=es
- Berros, María Valeria. (2014). Jurisprudencia argentina reciente en materia de riesgos ambientales y relativos a la salud humana: articulaciones entre derecho de daños y principio precautorio. *Revista de derecho (Valparaíso)*, (43), 519-547. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-68512014000200014>
- Centro de prensa de la OMS. (2016). *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección*. septiembre 10, 2016, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
- Cutanda Henríquez, Francisco, & Vargas Castrillón, Silvia. (2011). Impacto en el ámbito comunitario de una instalación de tomografía por emisión de positrones-tomografía computada (PET/CT). *Revista Española de Salud Pública*, 85(3), 297-303. <https://dx.doi.org/10.1590/S1135-57272011000300008>
- Duany Mejias, Taisse, & Balbis Cabrera, Malena. (2015). Exposición radiológica en estomatología: riesgo en silencio y a largo plazo. *Medisur*, 13(2), 337-339. Recuperado en 20 de julio de 2016, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1727-897X2015000200001&lng=es&tlng=es.

Gallego Serna, Lina María, Torres Osorio, Javier Ignacio, & Castañeda Salazar, Jorge Abel. (2014). Análisis dimensional del riesgo percibido por la exposición del público a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Luna Azul*, (39), 105-123. Retrieved September 10, 2016, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742014000200007&lng=en&tlng=es.

Gallego Serna, Lina María, Torres Osorio, Javier Ignacio, & Castañeda Salazar, Jorge Abel. (2014). Metodología para el diagnóstico de áreas urbanas con alta exposición a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Luna Azul*, (38), 171-190. Retrieved September 10, 2016, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742014000100011&lng=en&tlng=es

Gallego Serna, Lina María, Torres Osorio, Javier Ignacio, & Agudelo Sánchez, Luz Elena. (2014). Análisis integral del marco normativo colombiano en materia de exposición pública a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Revista Opinión Jurídica*, 13(25), 17-33. Retrieved September 10, 2016, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-25302014000100002&lng=en&tlng=es.

Revueltas Agüero, Moura, Avila Roque, Ibis, Baqués Merino, Raúl, & Beltrán Reguera, Ramona Consuelo. (2014). Los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja y su impacto sobre la salud de los seres humanos. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 210-227. Recuperado en 20 de julio de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200007&lng=es&tlng=es.

Sordo C, Gutiérrez C. Cáncer de piel y radiación solar: experiencia peruana en la prevención y detección temprana del cáncer de piel y melanoma. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2013;30(1):113-7.

Tardón, L. (2011). ¿Qué efectos tiene la reactividad sobre la salud?. Septiembre 11, 2011, de Salud elmundo.es Sitio web: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/03/15/noticias/1300203080/html>

Almeida, Eliseo, Fuentes, Jorge L, Sánchez, Ángel, Carro, Sandra & Prieto, Enrique. (2004). Efecto de la radiación gamma sobre la supervivencia y la inducción de la respuesta SOS en células de *Escherichia coli* deficientes en la reparación por escisión de nucleótidos y por recombinación. *Rev Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 242-248. Recuperado en 13 de septiembre

de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002004000400007&Ing=es&tIng=es.

Álvarez P. & Martínez B. (2009). Prevención de riesgos frente a radiaciones no ionizantes en fisioterapia. *Fisioterapia*, 31(4), 143-150. Recuperado en 6 de julio de 2016, de <http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-prevencion-riesgos-frente-radiaciones-no-S0211563809000844>

Balmori Alfonso. (2004). Posibles efectos de las ondas electromagnéticas utilizadas en la telefonía inalámbrica sobre los seres vivos. *Ardeola*, 51(2), 477-490. Recuperado en 20 de junio de 2016, de <http://www.ardeola.org/files/1211.pdf>

Bravo, Alfonso, Araujo, Sylvia, Vargas, Maria Eugenia, Mesa, Johan, Souki, Aida, Bermúdez, Valmore, & Cano, Clímaco. (2007). Actividad de la enzima antioxidante superóxido dismutasa y niveles de cobre y zinc en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 26(1), 37-41. Recuperado en 27 de septiembre de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642007000100007&lng=es&tlng=es.

Cabrera Morales, C. M., & López-Nevot, M. A.. (2006). Efectos de la radiación ultravioleta (UV) en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de piel. *Oncología (Barcelona)*, 29(7), 25-32. Recuperado en 21 de julio de 2016, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0378-48352006007700003&lng=es&tlng=es.

Capó, M..(2007). *Principios de Ecotoxicología*. España: Editorial Tebar.

Carrasco-Ríos, Libertad. (2009). EFECTO DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA-B EN PLANTAS. *Idesia (Arica)*, 27(3), 59-76. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300009>

Carvajal C, Jorge A. (2004). GUÍA PARA EL ANÁLISIS CRÍTICO DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 69(1), 67-72. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262004000100014>

De Castro, S.,& Pérez, J.. (2006). *Manual de patología general*. Barcelona (España): Elsevier.

Ferramola A M. & Sancovich. (2006). H A. Interacciones de las radiaciones electromagnéticas y especies reactivas del oxígeno sobre la piel. *Revista Argentina de dermatología*, 87(2), . Recuperado en 21 de julio de 2016, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1851-300X2006000200005

Guerrero Abreu, Jacqueline, & Pérez Alejo, José Luis. (2006). Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 35(3) Recuperado en 06 de julio de 2016, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0138-65572006000300008&lng=es&tlng=es.

Martínez Carazo, P C; (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & gestión, () 165-193. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?Id=64602005>

Martínez Martín, Sara María, Pérez de Alejo, José Luis, García Sánchez, Maura, & Jiménez Martínez, María del Carmen. (2010). Valores séricos de proteínas totales, albúmina y ácido úrico en personal expuesto a las radiaciones electromagnéticas. Revista Cubana de Medicina Militar, 39(3-4), 192-199. Recuperado en 09 de agosto de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0138-65572010000300003&lng=es&tlng=es.

Muñoz, A.. (1997). Cáncer, Genes y Nuevas Terapias. España: Hélice.

Neus Angell. (2009). Efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas de alta energía. Métopde, _ (57), 42-49. Recuperado en 5 de julio de 2016, de <http://metode.cat/es/Revistas/Monografics/Radiacions/Efectes-biologics-de-les-radiacions-electromagnetiques-d-alta-energia>

Ruiz, J.. (2003). Física y Química. España: MAD, S.L..

Tamames, S. & Martínez, C.. (1997). CIRUGÍA- Fisiopatología General. Aspectos Básicos. Manejo del paciente quirúrgico. España: Editorial Médica Panamericana. S.A..

Wilches, M., Ruiz, L. & Hernández, M.. (2007). Fundamentos de instrumentación para la química clínica y las radiaciones ionizantes. Colombia: Editorial Universidad de Antioquía.

Shoemaker, W., Holbrook, P., Ayres, S. & Grenvik, A.. (2002). Tratado de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. España: Editorial Médica Panamericana

ANEXOS

ANEXO A.

Tabla 2. Espectro de las radiaciones electromagnéticas.

Radiación	Frecuencia (f) hercio (hz)	Longitud de onda (λ) metro (m)	Masa	Ionizante
Gamma (γ)	10^{20}	10^{-12}	No	Sí
Rayos X	10^{18}	10^{-10}	No	Sí
Ultravioleta duro (UV-C)	10^{16}	10^{-8}	No	Sí
Ultravioleta blando (UV-A)	10^{16}	10^{-8}	No	No
Luz visible	10^{15}	10^{-6}	No	No
Infrarrojo	10^{12}	10^{-5}	No	No
Microondas	10^8	10^{-2}	No	No
Ondas de radio	10^4	10^3	No	No

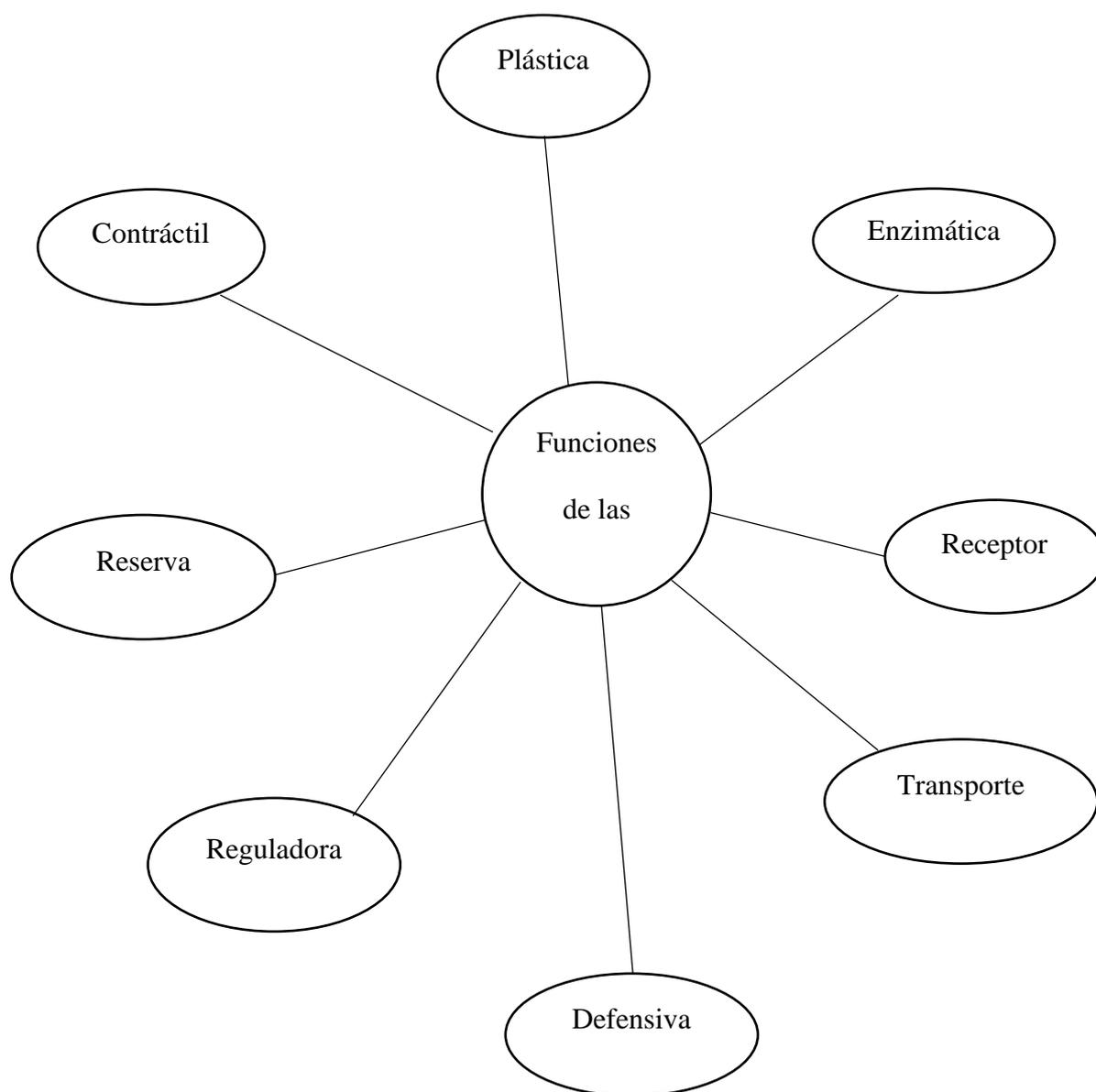
ANEXO B.**Tabla 3.** Radiaciones Ionizantes.

Radiación	Frecuencia (f) hertzio (hz)	Longitud de onda (λ) metro (m)	Masa	Ionizante
Alfa (α)	No oscilatorio	No oscilatorio	Sí	Sí
Beta (β)	No oscilatorio	No oscilatorio	Sí	Sí
Gamma (γ)	$[[10]]^{20}$	$[[10]]^{(-12)}$	No	Sí
Neutrones	No oscilatorio	No oscilatorio	Sí	Sí
Rayos X	$[[10]]^{18}$	$[[10]]^{(-10)}$	No	Sí
Ultravioleta duro (UV-C)	$[[10]]^{16}$	$[[10]]^{(-8)}$	No	Sí

ANEXO C.

Tabla 4. Origen de las radiaciones.

Tipo de radiación	Origen
Alfa (α)	Núcleo del átomo
Beta (β)	Núcleo del átomo
Gamma (γ)	Procesos en el núcleo del átomo
Neutrones	Núcleo del átomo – Galaxias vecinas
Rayos X	Cambios en las capas electrónicas del átomo
Ultravioleta	Salto de electrones de capas profundas
Luz visible	Salto de electrones de capas menos profundas – Sol
Infrarrojo	Sol – materiales calientes – cuerpos
Microondas	Aparatos en casa
Ondas de radio	Radio - Tv

ANEXO D**Figura 1.** Funciones de las proteínas.

ANEXO E**Figura 2.** Trastornos asociados a la disfunción de proteínas.