

FUENTES DE RADIACIÓN

Adalberto Zamudio-Ojeda¹, Santiago José Guevara-Martínez¹, Ernesto García²

¹ Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad de Guadalajara

² CONACYT-Universidad Politécnica Del Valle de México, y Tultitlán México

Quimiofilia, 2022, LA QUIMICA Y LA LUZ

DOI: <https://doi.org/10.56604/qfla202229QUIMLUZ1619>

Cite este artículo así: APA: Zamudio-Ojeda, A. Guevara-Martínez, S.; García, E. (2023) FUENTES DE IRRADIACIÓN, *Quimiofilia*, 29, 16-19 ACS: Zamudio-Ojeda, A.; Guevara-Martínez, S.; García E. FUENTES DE IRRADIACIÓN. *Quimiofilia*, 2023, 29, 16-19. DOI: <https://doi.org/10.56604/qfla202229QUIMLUZ1619>. Recibido: Abril 27, 2023. Aceptado: Mayo 09, 2023. Publicado: Mayo 30, 2023. www.quimiofilia.com ISSN: 2683-2364 Registro IMPI: 2052060 QUIMIOFILIA Reserva de derechos al uso exclusivo 2022: 04-2019-062013201300-203

Resumen:

Los seres vivos estamos expuestos de manera natural a una forma de energía denominada radiación. La característica de la radiación que más dificulta su comprensión es que en su mayoría es invisible al ojo humano. Esta presenta su origen en la propia naturaleza que nos rodea; la radiación cósmica procede del sol y del resto del universo, la vida en nuestro planeta se ha desarrollado en un entorno cruzado incesantemente por radiaciones. De forma continua, todos los seres vivos, incluido el hombre, reciben radiaciones, que pueden ser inocuas o francamente nocivas a su sistema. La forma de radiación más generalizada es la procedente del sol, sin embargo, un exceso de ella puede causar lesiones importantes, aunque se sospecha que prácticamente todas las formas de radiaciones pueden ser nocivas en una situación concreta, la mayor parte de la atención acerca de los efectos nocivos de las radiaciones ha sido atraída por un tipo especial de radiaciones de elevada energía que es capaz de originar partículas cargadas “iones” a partir de los átomos en que incide, y que recibe por ello el nombre de radiación ionizante, de igual importancia se encuentran la radiación no ionizante la cual no presenta la suficiente energía para producir la ionización de las moléculas o átomos.

Palabras Claves: Espectro electromagnético; radiación; ionización; longitud de onda.

La palabra radiación se ha convertido en un tabú desde hace décadas, debido a mala información que proviene, en gran parte, de los medios de comunicación o entretenimiento. Como consecuencia de que usualmente en las películas hollywoodenses dicha palabra se relaciona con fenómenos catastróficos, los cuales comúnmente son radiación nuclear, atómica, electromagnética, etc.

Sin embargo, en este trabajo trataremos de dar un panorama general de los efectos, tanto benéficos, como negativos de algunas de las diversas formas de radiación. Primeramente, resulta obligatorio mencionar que la palabra radiación debe de entenderse como un fenómeno físico relacionado con la propagación de ondas electromagnéticas o de partículas subatómicas a través del espacio. Es importante resaltar que sin este fenómeno físico, la vida en el planeta tierra no sería posible, debido a que existen fenómenos biológicos relacionados con el efecto que produce la radiación electromagnética que proviene del sol, la cual no solo se encarga de iluminar la tierra, además permite que la temperatura de la tierra permanezca estable, aunado a que es la encargada de fomentar la síntesis de vitamina D en el ser humano, así mismo es la encargada de que ocurra el proceso de fotosíntesis en las plantas.

Dicho lo anterior, el espectro electromagnético (EEM) está comprendido por diferentes radiaciones, las cuales se dividen entre radiaciones ionizante y no ionizantes. El EEM incluye longitudes de onda extremadamente bajas, microondas, infrarroja, visible, ultravioleta, rayos X y rayos Gamma (desde 0 hasta 1 THz), se buscará explicar los fenómenos de radiación en térmi-

nos de la radiación ionizante y no ionizante. Por lo cual debemos de especificar que la energía debida a la radiación está relacionada con la longitud de onda, a menor longitud de onda la radiación es más energética, y a mayor longitud de onda es menos energética (Figura 1). En donde se considera que debajo de los 100 nm la energía es la adecuada para ionizar átomos o moléculas, mientras que arriba de este parámetro la energía con la que incide la radiación se puede considerar baja, y no tiene efectos sobre electrones de las moléculas.¹

Radiación ionizante

Como se mencionó anteriormente, longitudes de onda menores o iguales a los 100 nm, presentan energías capaces de liberar electrones de los átomo o moléculas. Esto tiene consecuencias graves en cuanto a la salud humana, debido a que tiene la capacidad de ionizar átomos o moléculas (convertir en iones) y por lo tanto causar daño a los tejidos vivos. Como ejemplos de radiación ionizante se encuentra las partículas alfa, partículas beta, rayos gamma, las cuales van de menor a mayor grado de penetración, dependiendo del material al cual son sometidas (Figura 2).

Este tipo de radiación es generada durante el decaimiento de algunos átomos que presentan un exceso de energía nuclear, lo cual ocasiona que no sean estables. Al momento en que ocurre el decaimiento, se pueden producir radiación gamma o la producción de partículas alfa y beta.

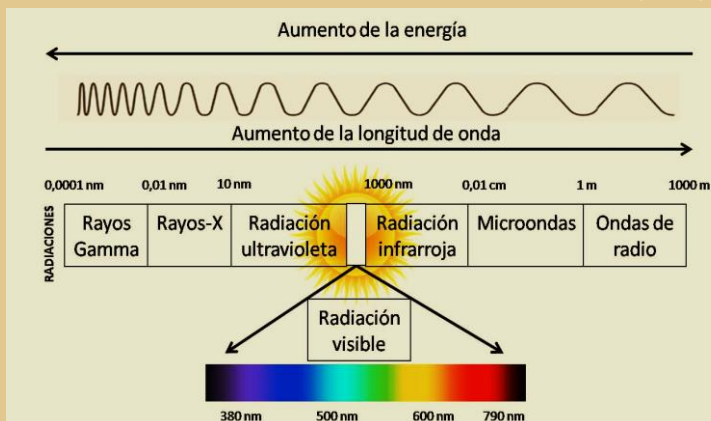


Figura 1. Frecuencias del espectro electromagnético (modificada de <https://hispanopticas.com/las-radiaciones-ojo-i-los-tipos-radiacion/>)

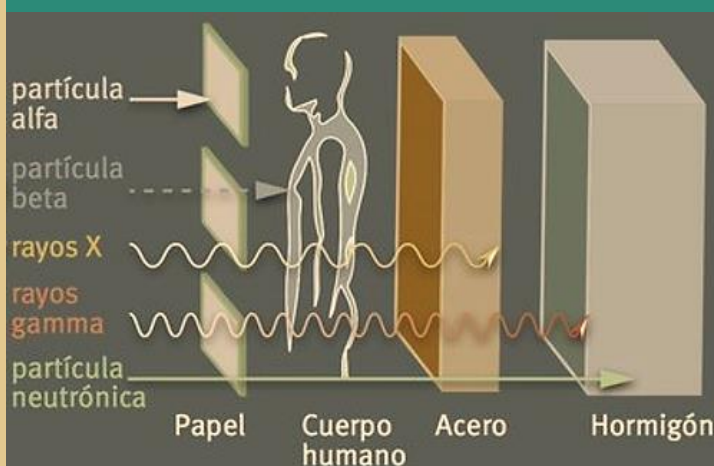


Figura 2. Poder de penetración de diferentes tipos de radiación ionizante (modificada de <https://www.novusmed.cl/acerca-de-la-radiacion/>)

Radiación Alfa (α): este tipo de radiación proviene de partículas alfa las cuales presentan carga positiva, y son similares al núcleo atómico de un átomo de helio, están formadas únicamente por dos protones y dos neutrones. Usualmente se forman debido al decaimiento radiactivo de elementos pesados por ejemplo el uranio, plutonio o americio. Malamas *et al.*¹ Han reportado que a pesar de que este tipo de radiación suele emplearse para disminuir el tamaño de tumores mediante el tratamiento de radioterapia. Por lo regular, estas partículas solo pueden penetrar de 50 a 100 μm de tejido, permitiendo atacar zonas específicas donde se tiene algún tumor maligno. Sin embargo, también tiene consecuencias negativas, como es la respuesta inmune generada por las células sobrevivientes ante este tipo de radiaciones.

Radiación Beta (β): este tipo de radiación se genera a partir de la liberación de electrones expelidos del núcleo atómico a grandes velocidades, las cuales pueden superar incluso a la velocidad de la luz cuando esta viaja en medios tales como agua, plástico o vidrio. En dicho proceso un neutrón se “transforma” en un protón más un electrón y otra partícula conocida

como electrón antineutrino. Usualmente se generan a partir del decaimiento de elementos como el radio, radón o estroncio, este tipo de partículas tienen una penetración mayor que las partículas emitidas en la radiación alfa. Prácticamente han sido empleadas en tratamientos de radioterapia para el tratamiento de tumores en braquiterapia vascular. Sin embargo, aunque pueden generar apoptosis en células cancerígenas, no tienen un criterio de selectividad y pueden afectar células sanas. Por otro lado, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, la exposición a cualquier tipo de radiación aun a pequeños intervalos de tiempo puede traer como consecuencia náuseas, vómitos y algunas veces causar la muerte en días o semanas. Adicionalmente, existen aplicaciones en las cuales se emplean en detectores que permiten controlar el grosor de diversos materiales como papel, plástico y aluminio. Asimismo, se ha observado que si se irradian plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con Sr-90 en un rango de 0.36 a 2.2 mrad, puede llegar a incrementar la cantidad del cultivo. Sin embargo, a dosis mayores a 0.364 mrad el efecto es contrario.²

Radiación Gamma (γ): este tipo de fenómeno físico se genera mediante un proceso conocido como fisión nuclear, ocurre durante el proceso de desintegración de núcleos atómicos inestables radioactivos y consiste en la división de núcleos pesados, lo que da surgimiento de núcleos atómicos más ligeros. Aunque, también puede deberse a fenómenos naturales como rayos cósmicos y erupciones solares. Este tipo de radiación presenta una longitud de onda corta pero una frecuencia muy alta, lo que permite que penetre a mayores profundidades que la radiación alfa y beta. Esto le posibilita que pueda penetrar materiales como el plomo o el concreto (Figura 2). Usualmente, este tipo de radiación se emplea en la medicina para tratar mediante terapia de radiación para el tratamiento de tumores cerebrales, tumores hipofisarios, malformación arteriovenosa, etc. Además, en la industria se emplea para inspeccionar la calidad de materiales. Como efectos negativos puede provocar mutaciones genéticas, daño tisular y en casos extremos cáncer.³

Tal cual se menciona, los diferentes tipos de radiación tienen su principal aplicación en los tratamientos para diferentes tipos de cáncer. En relación con esto, es importante mencionar que los tumores cancerígenos son ocasionados por el crecimiento y división de las células con una rapidez que supera al proceso normal de células sanas. La función de la radiación es la de ocasionar el rompimiento de las cadenas de DNA de las células, esto evita que las células cancerígenas dejen de crecer y dividirse, ocasionando su muerte.

Radiación No Ionizante

Las radiaciones que no generan ionización del EEM son la que no tiene la suficiente energía para producir la ionización de las moléculas o átomos.³⁻⁶ Esta clase de ondas se puede presentar desde las telecomunicaciones (WiFi, celulares, señales de radio y/o televisión, radares, entre otros), hasta en la medicina o la cosmetología.^{7,8} Esta clase de radiación es posible encontrarla desde la generada por campos electromagnéticos en la naturaleza, como son los campos magnéticos de la tierra,

la radiación solar, hasta los campos eléctricos causados durante una tormenta eléctrica, aunados a los producidos de forma artificial, como son desde las ondas de radio y/o radar, hasta los rayos X, (Figura 3).^{6,8,9} Es por esto, que el estudio de los EEM que producen una radiación no ionizante han sido objeto de numerosos estudios, desde su aplicación hasta las consecuencias que se producen por su uso, especialmente en la salud humana como en el medio ambiente.¹⁰ La radiación no ionizante puede producir tanto fenómeno térmico, los cuales incrementan la temperatura de ambiente y/o los cuerpos, como es el caso de los hornos de microondas, o los no térmicos, los cuales no incrementan la temperatura en más de 0.1 °C y por ello son difíciles de detectar.^{11,12} Las ondas electromagnéticas no ionizantes representan una de las principales fuentes de contaminación ambiental, siendo uno de los más relevantes ejemplos, la actualidad es el incremento en el uso de los teléfonos móviles, los cuales se utilizan cerca del cerebro, por lo que su uso continuo produce incluso trastornos del sueño.¹³⁻¹⁵ Sin embargo, aunque los estudios realizados no han destacado la posibilidad de que el uso del teléfono celular sea una causa de cáncer Dominique Belpomme et al.¹⁴ reportó que en el 2001 The International Agency for Research on Cancer, la cual forma parte de la World Health Organization (WHO), declaró que las ondas electromagnéticas extremadamente bajas del EEM pueden ser una posible causa de cáncer. Además, estudios como los realizados por Volkow et al.¹⁵ han mostrado modificaciones en las funciones cerebrales; en concreto, Volkow mostró un incremento en la metabolización de la glucosa en el cerebro del lado donde se presentaba el aparato. Es por ello, que entre varias actividades que se han realizado para estudiar y prevenir los efectos de la radiación no ionizante, se formó la *International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection* (CNIRP- <https://www.icnirp.org/en/frequencies/index.html>).

Por otro lado, aunque se han mencionado que la radiación no ionizante causa diferentes problemas de salud, hay que recordar que también por esta clase de radiación es como se genera

y soporta la vida, ya que, las energías no ionizantes causan los procesos biológicos en las plantas y animales.¹⁶ En el caso del cuerpo humano, los procesos biológicos generan radiación no ionizante, un ejemplo de ello es la generada de la piel o la bioluminiscencia que presentan diferentes cuerpos biológicos.^{17,18} Además, esta es utilizada para realizar el diagnóstico de diferentes padecimientos sin la necesidad de realizar una intervención significativa del paciente, ejemplo de ello son la resonancia magnética, área oftalmológica (para estudiar y diagnosticar defectos en los ojos) o su tratamiento como la desinfección de áreas (como la eliminación del COVID) u operaciones laser para la corrección de la vista.^{19,20}

Conclusiones

Pese a sus enormes beneficios para el desarrollo de la civilización, la exposición a los distintos tipos de radiación puede ocasionar efectos negativos en los seres vivos, lo cual presenta gran interés científico y tecnológico en el desarrollo de novedosos materiales y nuevos tipos de estructuras que aprovechen los mecanismos de absorción de energía de las ondas electromagnéticas, para reducir la cantidad de radiación transmitida y reflejada, permitiendo generar e innovar sobre los usos de la radiación. Actualmente, con el desarrollo de nuevas tecnologías de las cuales hacemos uso de forma rutinaria (telefonía, televisión, computadoras, etc.) ha incrementado la exposición a fuentes artificiales de radiación, cuyos efectos secundarios seremos testigos en algunas décadas. Otro factor crucial es que gran parte de los accidentes ocasionados por la radiación ionizante suceden por la ignorancia y el uso inadecuado de estas fuentes de energía. Sin embargo, es importante recalcar, que el uso adecuado y controlado de los diversos tipos de radiación, presentan un reto actual para desarrollar nuevas tecnologías, que impacten positivamente desde la parte médica hasta la agricultura.

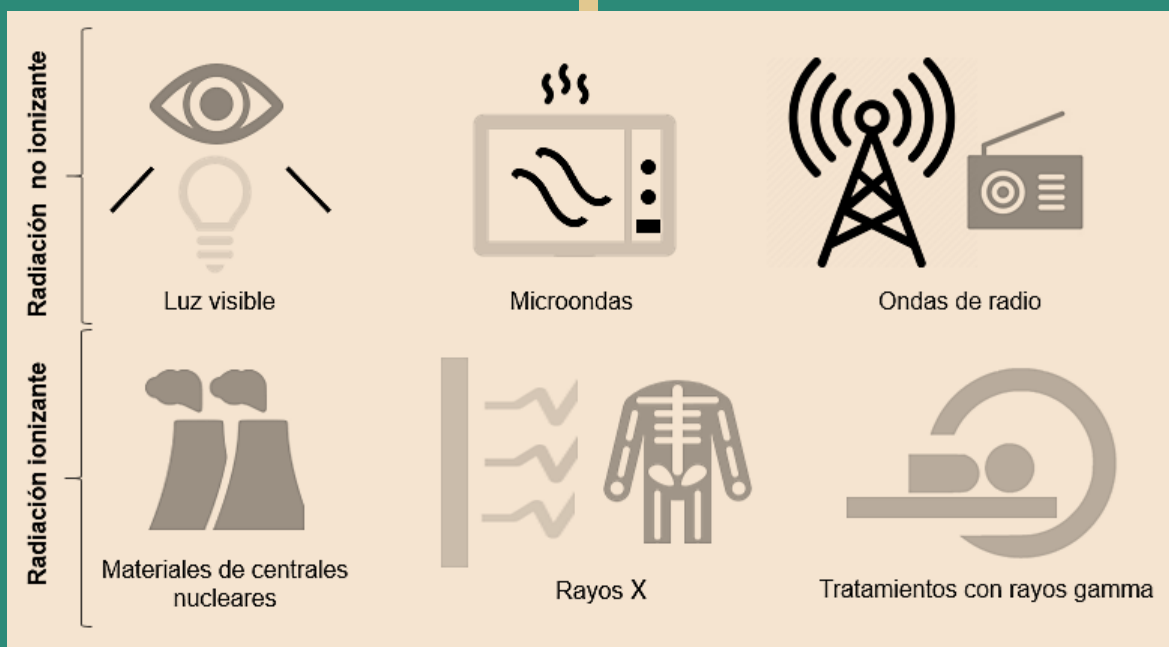


Figura 3. Tipos de radiación.

Bibliografía

1. Malamas, A.S.; Gameiro, S.R.; Knudson, K.M.; Hodge, J.W. Sublethal exposure to alpha radiation (223Ra dichloride) enhances various carcinomas' sensitivity to lysis by antigen-specific cytotoxic T lymphocytes through calreticulin-mediated immunogenic modulation. *Oncotarget*. **2016**, 7(52), 86937.
2. Roy, M. Beta Radiation Effects on the Biochemical and Morphological Properties of *Phaseolus vulgaris*. *IJIMS*, **2015**, 2(6), 17-24.
3. Lahir, Y.K. Non-Ionizing Radiations and Their Biochemical and Biomedical Impacts: A Review. *J. Radiat. Cancer Res*. **2023**.
4. Syaza, S.; Umar, R.; Hazmin, S.; Kamarudin, M.; Hassan, A.; Juahir, H. Non-ionizing radiation as threat in daily life. *J. Fundam. Appl. Sci*. **2017**, 9(2S) 308-316.
5. Camara, P. Effect of exposure to non-ionizing radiation (electromagnetic fields) on the human system: A literature review. *J. Interdiscip. Histopathol*. **2014**, 2(4), 187-190.
6. ICNIRP. Principles for Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Phys*. **2020**, 118(5), 477-482.
7. ICNIR. Protection, Intended human exposure to non-ionizing radiation for cosmetic purposes. *Health Phys*. **2020**, 118(5), 562-579.
8. Hansson Mild, K.; Lundström, R.; Wilén, J. Non-ionizing radiation in Swedish health care-exposure and safety aspects. *IJERPH* **2019**, 16(7), 1186.
9. Gupta, S.; Sharma, R.S.; Singh, R. Non-ionizing radiation as possible carcinogen. *Int. J. Environ. Health. Res*. **2022**, 32(4), 916-940.
10. Leach, V.; Weller, S.; Redmayne, M. A novel database of bio-effects from non-ionizing radiation. *Rev. Environ. Health* **2018**, 33(3), 273-280.
11. Nizhelska, O.; Marynchenko, L.; Piasetskyi, V. Biological risks of using non-thermal non-ionizing electromagnetic fields. *Innov. Biosyst. Bioeng*. **2020**, 4(2), 95-109.
12. Binhi, V.N.; Savin, A.V. Effects of weak magnetic fields on biological systems: physical aspects. *Phys-Usp+* **2003**, 46(3), 259.
13. Omer, H. Radiobiological effects and medical applications of non-ionizing radiation. *Saudi J. Biol. Sci*. **2021**, 28(10), 5585-5592.
14. Belpomme, D.; Hardell, L.; Belyaev, I.; Burgio, E.; Carpenter, D.O. Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective. *Environ. Pollut*. **2018**, 242, 643-658.
15. Volkow, N.D.; Tomasi, D.; Wang, G.-J.; Vaska, P.; Fowler, J.S.; Telang, F.; Alexoff, D.; Logan, J.; Wong, C. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *Jama* **2011**, 305(8), 808-813.
16. Stefi, A.L.; Margaritis, L.H.; Christodoulakis, N.S. The effect of the non-ionizing radiation on exposed, laboratory cultivated maize (*Zea mays* L.) plants. *Flora* **2017**, 233, 22-30.
17. Ignatov, I.; Mosin, O.; Niggli, H.; Drossinakis, C. Non-Ionizing Radiation (NIR) Waves Emitting from Human Body. *J. Med. Physiol. Biophys* **2015**, 9, 1-26.
18. Ignatov, I.; Mosin, O.; Niggli, H.; Drossinakis, C.; Tyminski, G. Methods for Registering Non-Ionizing Radiation Emitted from The Human Body. *Eur. Rev. Chem. Res*. **2015**, 3(1), 4-24.
19. Lu, L.; Li, B.; Ding, S.; Fan, Y.; Wang, S.; Sun, C.; Zhao, M.; Zhao, C.-X.; Zhang, F. NIR-II bioluminescence for in vivo high contrast imaging and in situ ATP-mediated metastases tracing. *Nat. Commun*. **2020**, 11(1), 4192.
20. Barbora, A.; Minnes, R. Targeted antiviral treatment using Non-ionizing Radiation Therapy for SARS-CoV-2 and viral pandemics preparedness: Technique, methods and practical notes for Clinical Application. *PLoS One* **2021**, 16(5), e0251780.