

RADIACIONES

0. Introducción
1. Definiciones
2. Clasificación de las radiaciones
3. Radiaciones ionizantes
 - 3.1. Ondas electromagnéticas
 - 3.1.1. Radiaciones gamma
 - 3.1.2. Rayos X
 - 3.2. Ondas corpusculares
 - 3.2.1. Radiación alfa
 - 3.2.2. Radiación beta
 - 3.2.3. Neutrones
 - 3.2.4. Rayos Cósmicos
4. Radiaciones no ionizantes
 - 4.1. Radiación ultravioleta
 - 4.2. Luz visible
 - 4.3. radiación infrarroja
 - 4.4. Radiación Láser
 - 4.5. Campos electromagnéticos
5. Bibliografía

0. INTRODUCCIÓN

La característica de la RADIACIÓN que más dificulta su comprensión es que es invisible.

Las radiaciones tienen su origen en la propia naturaleza que nos rodea; la radiación cósmica procede del sol y del resto del universo. También hay radiaciones como consecuencia de los materiales radiactivos que existen en la Tierra, en el suelo, el agua, los alimentos, e incluso nosotros mismos somos algo radiactivos.

La vida en la Tierra 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 por el contrario, francamente nocivas. La forma de radiación más ubicua 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.

1. DEFINICIONES

La radiación puede definirse como *energía en tránsito de un lugar a otro*.

También llamamos **radiación** a *toda energía que se propaga en forma de onda a través del espacio*.

Las radiaciones también pueden definirse como *la propagación a través del espacio de energía ondulatoria o partículas*.

De modo que podemos decir que la radiación es la *emisión y propagación de energía, a través del vacío o de un medio material, en forma de onda electromagnética (Rx, R γ ...), o bien en forma de partícula (α , n, p, ...)*.

Las radiaciones tienen una doble naturaleza, ondulatoria y corpuscular simultáneamente (dualidad onda-partícula), de tal forma que:

- Radiaciones Electromagnéticas: no poseen ninguna masa, solo energía. Ej. Rx.
- Radiaciones Corpusculares: son formas de energía que se propagan asociadas a masa. Ej. e⁻

2. CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES

Las radiaciones se pueden clasificar en base a dos criterios:

- 1) Según su naturaleza
- 2) Según su efecto biológico

1) Según su naturaleza

Según su naturaleza, las radiaciones se clasifican a su vez en dos clases:

- **Radiaciones electromagnéticas.** Es una propagación ondulatoria de energía eléctrica y magnética cuyas intensidades varían en planos perpendiculares. Todas tienen la misma velocidad en el vacío ($c = 300.000$ km/segundos), diferenciándose por las diferentes longitudes de onda o frecuencia, de la que depende su energía.

Entre las radiaciones electromagnéticas encontramos:

- *Radiaciones ionizantes*
 - Rayos gamma
 - Rayos X
- *Radiaciones ópticas*
 - Radiaciones ultravioletas (UV-C, UV-B, UV-A)
 - Radiación visible (violeta, azul, verde, amarilla, naranja, roja)
 - Radiaciones infrarrojas
 - Radiofrecuencias (radar, microondas...)
- **Radiaciones corpusculares.** Son debidas a la propagación de partículas subatómicas (núcleos de helio, electrones, protones, neutrones, etc.) habitualmente dotados de gran velocidad aunque siempre inferior a la de las radiaciones electromagnéticas.

Las radiaciones corpusculares son:

- Radiaciones alfa
- Radiaciones beta
- Radiaciones neutrónicas
- Radiaciones cósmicas

2) Por su efecto biológico

Por su efecto biológico, las radiaciones se pueden clasificar en dos tipos:

- Radiaciones ionizantes o de alta energía
- Radiaciones no ionizantes o de baja energía.
- **Radiaciones ionizantes o de alta energía**, que a su vez pueden ser:
 - *Corpusculares*, constituida por partículas subatómicas (electrones, neutrones, protones), son las radiaciones alfa, beta y rayos cósmicos.
 - *Electromagnéticas*, son los rayos gamma y los rayos X.

Estas radiaciones al incidir sobre los tejidos, pierden parte de la energía, separando electrones de los átomos sobre los que inciden y transformándose en iones.

- **Radiaciones no ionizantes o de baja energía**, no son capaces de ionizar los átomos, por lo que el efecto biológico es menor, actuando más bien a través del efecto térmico, mecánico y fotoquímico en los tejidos. Las radiaciones no ionizantes son de tipo electromagnético y engloba las radiaciones ópticas (ultravioleta, visible e infrarroja) y los campos electromagnéticos (microondas y radiofrecuencias)

3. RADIACIONES IONIZANTES

La ionización es la capacidad de introducir una carga neta dentro de un átomo neutro.

La **IONIZACIÓN** es el proceso por el cual se arranca un electrón de un átomo. El conjunto formado por el electrón libre y el átomo con carga positiva resultante se denomina par iónico.

Si un átomo recibe un aporte energético suficiente es posible separar de él uno o varios electrones, quedando entonces el átomo eléctricamente descompensado, su número de cargas positivas es superior al de las negativas, y constituye un **átomo ionizado**, o más precisamente un **ión positivo**. El fenómeno constituye la ionización atómica que también puede deberse a un aporte de electrones al átomo, aunque en este caso se originaría su ionización negativa y se transformaría en un ión negativo.

Los iones atómicos suelen ser muy reactivos y tienden a recuperar su estabilidad mediante la captura de cargas libres o mediante su unión a otros átomos dando lugar a compuestos químicos.

Cuando la energía aportada no resulta suficiente para arrancar electrones del átomo, puede serlo para desplazar electrones desde capas internas completas hasta otras más externas incompletas, creándose así huecos en las primeras. Se dice entonces que el átomo está excitado, y el fenómeno se llama **EXCITACIÓN ATÓMICA**.

Estos huecos internos son ocupados espontáneamente por electrones más externos, que caen de un nivel de energía a otro más bajo, emitiéndose al exterior la diferencia.

La excitación del átomo también puede producirse a nivel de su núcleo por variación de la energía nuclear. Análogamente, la excitación nuclear se resuelve también con la emisión espontánea de energía, de forma más o menos compleja y con la participación o no de la corteza electrónica.

El fenómeno atómico que se produce en las ionizaciones es el siguiente: durante la absorción de energía, se van a producir **saltos electrónicos**, entre las distintas capas, hasta la salida definitiva de un electrón del átomo.

Las radiaciones ionizantes se pueden clasificar en ondas electromagnéticas y

corpúsculares.

- Electromagnéticas: rayos X, rayos γ (gamma), zona de ambigüedad de rayos X-rayos U-V.
- Corpúsculares: son aquellas con masa y energía suficiente de ionización. Podemos destacar las siguientes partículas: α , β^- , β^+ , n, p, etc...

3.1. Ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas son la propagación de energía a través del vacío o de un medio material, en forma de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares y oscilantes entre sí.

Las ondas electromagnéticas se corresponden con las zonas de frecuencia más elevada del espectro.

Llamamos longitud de onda a la longitud de una oscilación completa, y frecuencia, al número de oscilaciones por segundo. Las ondas electromagnéticas viajan por el vacío a la velocidad de la luz 2.99792×10^8 m/s y se representa por c.

La radiación viaja formando paquetes discretos de energía o cuantos energéticos, llamados fotones. La energía de un fotón depende de su frecuencia (o de su longitud de onda), dada por la ecuación de Planck:

$$E = h \cdot f$$

Donde:

E, energía
h, constante de Planck, 6.62618×10^{-34} Js
f, frecuencia, $f = c / \lambda$

Otras fórmulas de interés son las siguientes:

- o La **velocidad** de cualquier cuerpo es igual al espacio dividido el tiempo que tarda en recorrerlo, en el caso de las ondas electromagnéticas:
 - $v = c$ (velocidad de la luz)
 - $\lambda =$ espacio (longitud de onda)
 - $f =$ tiempo (frecuencia) $(1/t)$.

Por ello podríamos decir:

$$c = \lambda \cdot f$$

- o Si relacionamos estas fórmulas, de forma tal que de la última tomemos el valor de f despejado, obtendríamos la siguiente:

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

De aquí se deduce que a mayor frecuencia, o lo que es lo mismo, a menores longitudes de onda de vibración, la energía transportada es mayor.

Dualidad onda-corpúsculo de las radiaciones E-M. Las ondas E-M son formas energéticas puras, con una doble naturaleza muestra características duales, de onda, y de partícula, en dependencia de cómo es observada y/o medida:

1. Ondulatoria: expresada en la fórmula $E = h \cdot f$.
2. Corpuscular: expresada a partir de la fórmula de Planck y la de Einstein, en la que se interpreta que posee un equivalente másico:

$$E = m \cdot c^2$$

De todo el amplio espectro de radiaciones electromagnéticas, solamente tienen energía suficiente para producir ionizaciones a partir de los átomos con los que interactúan las de un extremo del espectro, concretamente aquellas ondas con frecuencias comprendidas entre los 10^{17} y 10^{20} Hertzios (Hz), a las que denominamos Rayos X, y las comprendidas entre los 10^{20} y los 10^{24} Hz, a las que denominamos radiaciones gamma. Su elevada frecuencia, o su pequeñísima longitud de onda les hace transportar una gran energía, y les dotan de una penetración de la que el resto de las ondas electromagnéticas del espectro – desde las de la luz ultravioleta (entre los 10^5 y los 10^{17} Hz), a las ondas de radio, en el rango de longitudes de onda milimétrica – carece.

3.1.1. Radiaciones gamma

La radiación gamma es un flujo de ondas electromagnéticas de alta energía.

Las radiaciones gamma suelen tener su origen en el núcleo excitado. A menudo, tras emitir una partícula alfa o beta, el núcleo tiene todavía un exceso de energía, que elimina en forma de ondas electromagnéticas de elevada frecuencia.

Cuando un núcleo excitado emite esta radiación no varía ni su masa ni su número atómico, solo pierde una cantidad de energía proporcional a la frecuencia de la radiación emitida.

Es una radiación de naturaleza electromagnética, capaz de ser producida por materiales radiactivos como el Tecnecio 99 ó el Cobalto 60 utilizados en Medicina Nuclear tanto en el diagnóstico como en el tratamiento (radioterapia), y el Cesio 137 que se usa sobre todo para la calibración de instrumentos de medición de radiactividad.

Como todas las demás formas de radiación electromagnética, estas ondas no tienen masa ni carga, e interaccionan con la materia colisionando con las capas electrónicas de los átomos con los que se cruzan, perdiendo lentamente su energía, por lo que pueden atravesar grandes distancias.

Debido a su pequeña longitud de onda, tiene un gran poder de penetración, siendo capaz de atravesar cientos de metros en el aire, el cuerpo humano y las materias de poca densidad, así como láminas de acero de hasta 10 cm de espesor y son detenidas solamente por capas grandes de hormigón, plomo (espesores de 12 mm), o agua.

Frente a su alto poder de penetración, posee menor capacidad de ionización que las partículas alfa y beta.

3.1.2. Rayos X

Los Rayos X fueron descubiertos en 1895 por Roëntgen, y fueron el primer ejemplo conocido de radiación ionizante de naturaleza electromagnética.

Los Rayos X se producen por el choque contra la materia de electrones acelerados a gran velocidad. En cualquier aparato de Rayos X existe un cátodo emisor de electrones y un ánodo conectado a un potencial fuertemente positivo respecto al cátodo, que atrae a los electrones y que les sirve de blanco contra el que éstos chocan.

En general, en los tubos de rayos X actuales, se emplea tungsteno como cátodo, y se ha conseguido una modulación muy fina de la energía de las radiaciones emitidas, y por tanto, de su penetración, a fin de conseguir imágenes más definidas.

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas de longitud de onda corta, que se propagan en línea recta y a la velocidad de la luz. Tiene gran capacidad de penetración, por lo que se utilizan para obtener imágenes para el diagnóstico.

Su poder ionizante es débil, aunque esto no quiere decir que en determinadas circunstancias no puedan causar lesiones.

Los Rayos X constituyen el Principal riesgo de irradiación por vía externa, produciéndose en los generadores de radiodiagnóstico (aparatos de Rayos X), en los microscopios electrónicos, en los tubos catódicos de los televisores, etc.

Los rayos X no se huelen, no se oyen y no se sienten. Al colisionar con la materia producen distintos tipos de efectos; entre los principales están:

- **Ionización:** producen pares iónicos de dos formas, primaria (por la propia ionización) y secundaria (por las radiaciones emergentes)

- **Fluorescencia:** si inciden los rayos X con materiales capaces de emitir luz, dicho efecto se aplica en imagen para el diagnóstico
- **Fotoquímico:** cuando incide sobre materiales fotográficos produce un efecto en las emulsiones fotográficas que da lugar a un ennegrecimiento tras el revelado. Esta propiedad se emplea en diagnóstico por la imagen (con rayos X) y en dosimetría (dosímetro de película)
- **Biológicos:** si interactúan con seres vivos se manifiestan como daños.

3.2. Ondas corpusculares

El otro gran grupo de radiaciones ionizantes es el representado por la energía ligada a partículas subatómicas que están dotadas de gran velocidad, y por tanto, energía, unas veces cargadas y otras neutras.

También podemos decir que las ondas corpusculares son propagaciones de energías asociadas a una masa, bien inducidas (artificiales), o bien espontáneas, sobre el vacío o un medio material.

La ecuación de De Broglie asimila a cada una de estas partículas subatómicas una longitud de onda determinada:

$$\lambda = h / p$$

Donde: λ , es la longitud de onda
 h , es la constante de Planck
 p , es el momento cinético de la partícula

La radiación ligada a partículas suele tener su origen en la inestabilidad de los núcleos de determinados átomos.

Las radiaciones corpusculares son: radiaciones alfa (α), beta (β), neutrones y rayos cósmicos.

Las aplicaciones de las radiaciones corpusculares son múltiples y variadas, aunque sus usos más importantes podemos resumirlos en tres aspectos:

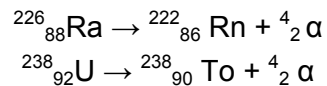
- En la investigación:* fundamentalmente en Física General Atómica, en Física Médica y en Astrofísica. Su empleo más interesante es aquel con ánimo de explorar el "microcosmo" de las subpartículas atómicas (aceleradores lineales).
- En la Fisión Nuclear.*
- En Medicina:*
 - o En Terapéutica, se utilizan en dos campos:

- Electroterapia: en forma de corriente eléctrica, para el tratamiento de distintos procesos.
 - Medicina Nuclear: de muy diversas formas, tales como el Betatrón (emite partículas β^- para el tratamiento antineoplásico, tratamiento con núclidos (como por ejemplo el Californio, que emite neutrones para el tratamiento de cáncer de piel).
- o En el Diagnóstico: mediante el P.E.T. o Tomografía de emisión de positrones (que al estudio por la imagen, le añade una información extra, de tipo funcional y analítico) y otros.

3.2.1. Radiación alfa

Es una radiación corpuscular constituida por partículas alfa, (${}^4_2\alpha^{++}$) que están formadas por 2 protones y 2 neutrones, es decir, el núcleo de un átomo de Helio, y por consiguiente tiene dos cargas positivas. La emisión de radiactividad tipo alfa ocurre en general en átomos de elementos muy pesados, como el uranio, el torio o el radio. El núcleo de estos átomos es bastante rico en neutrones, es decir, hay bastantes más neutrones que protones en el núcleo, y ello los hace inestables.

Al emitir una partícula alfa, el átomo cambia la composición de su núcleo, y queda transformado en otro distinto, con dos protones y dos neutrones menos, transformándose en el elemento que ocupa dos lugares anteriores en la tabla periódica. Se dice que ha tenido lugar una transmutación de los elementos.



Las partículas alfa pueden capturar dos electrones y constituir un átomo de helio. Comparada con otros tipos de radiaciones, las partículas alfa son muy pesadas y llevan mucha mayor energía. Ello les hace interactuar con casi cualquier otra partícula que encuentren en su trayecto, incluyendo los átomos que constituyen el aire, causando un gran número de ionizaciones en corta distancia. Poseen un gran poder de ionización, pero tienen escasa capacidad de penetración, ya que es detenida por una simple hoja de papel o una lámina de aluminio de 0.1 mm de espesor. No suelen constituir un riesgo por vía externa, aunque sí por ingestión, inhalación o sedimentación.

3.2.2. Radiación beta

Está constituida por electrones del núcleo emitidos por las sustancias radiactivas (radionúclidos) a velocidades próximas a la luz. Las partículas beta tiene por tanto carga negativa (${}^0_{-1}\beta^-$)

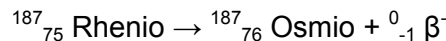
La radiación beta consiste en la emisión de electrones por un núcleo atómico, proveniente de la descomposición del neutrón (neutrón = 1protón + 1 electrón + 1 neutrino).

La radiación beta tiene lugar en isótopos ricos en neutrones y suelen ser

elementos producidos es reacciones nucleares naturales, y más a menudo, en las plantas de energía nuclear.

La emisión beta puede tener lugar de dos formas diferentes:

1. Emisión beta negativa: Cuando un núcleo expulsa una partícula beta, un neutrón es transformado en un protón. El núcleo pierde una unidad de carga negativa, por lo que Z aumenta una unidad, convirtiéndose en el elemento inmediatamente superior en la tabla periódica y su masa atómica se mantiene constante.



2. Emisión beta positiva: Ocurre cuando un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón, es decir, el núcleo pierde una carga positiva, desaparece un protón y parece un positrón, lo que lleva a que el número atómico (Z) disminuya una unidad y, en este caso se convierte en el elemento inmediatamente anterior de la tabla periódica, conservándose la misma masa.

Las partículas beta tienen una capacidad de ionización media, mayor capacidad de penetración que las partículas alfa, siendo absorbidas (frenadas) por una placa de aluminio de 5 mm de espesor o una lámina de plomo de 1 mm. Esta radiación constituye un riesgo de irradiación externa e interna.

La radiación beta se utiliza en el tratamiento de ciertas patologías como neoplasias (betatron)

3.2.3. Neutrones

Los neutrones (1_0n), son partículas procedentes del espacio exterior, de colisiones entre átomos en la propia atmósfera o de desintegraciones radiactivas espontáneas o artificiales dentro de reactores nucleares.

Son partículas de masa cuatro veces inferiores a las de las partículas alfa, y sin carga, por lo que tienen una gran energía y son muy penetrantes, al no sufrir apenas interacciones con la materia que van atravesando. Sólo pueden ser detenidas por gruesos muros de hormigón, plomo, parafina o agua.

3.2.4. Rayos Cósmicos

Los rayos cósmicos son partículas altamente energéticas que bombardean la superficie de la Tierra procedentes del espacio exterior. Son más intensas a altitudes elevadas que a nivel del mar, ya que la atmósfera provee de una cierta protección, sobre todo debida a la capa de ozono de la estratosfera.

Según su mayor o menor capacidad de penetración se clasifican en duros y blandos. Junto con las radiaciones de las partículas del suelo y agua forman la llamada radiación de fondo.

4. RADIACIONES NO IONIZANTES

Las radiaciones no ionizantes, son aquellas que no poseen la suficiente energía para ionizar.

La gama de radiaciones no ionizantes es muy amplia, siendo las de mayor importancia la radiación ultravioleta (UV), los rayos láser, infrarrojos, visibles) y campos electromagnéticos.

4.1. Radiación ultravioleta

Existen distintos tipos de radiaciones ultravioletas:

- UV-A o radiaciones ultravioleta larga o próxima, cuya longitud de onda va de 380 a 320 nm (380nm es el límite superior para la percepción visual del color violeta). Es la radiación que con más intensidad llega a la Tierra; puede penetrar en los tejidos.
- UV-B o radiación ultravioleta media, con una longitud de onda de 320 a 280 nm. Se utiliza para la aplicación del efecto fotoquímico (pigmentación o formación de vitamina D) Es biológicamente dañina.
- UV-C o radiación ultravioleta lejana, corta o radiación germicida, con una longitud de onda de 280 a 200 nm. Presenta el máximo de energía y el máximo de los efectos germicidas, por lo que se emplea preferentemente en los procesos de esterilización (produce muerte celular al destruir las proteínas y los ácidos nucleicos por efecto fotoquímico). Tiene cierta capacidad ionizante, pero sus efectos afectan sólo a los tejidos más externos del organismo, la mayor parte de ellas son absorbidas por la atmósfera y alcanzan la superficie terrestre en poca cantidad.

Las ondas electromagnéticas de la región baja del espectro no tienen energía suficiente para ionizar átomos, aunque ello no quiere decir que, en determinadas circunstancias no puedan causar lesiones. Aunque la radiación ultravioleta dista mucho de tener la penetración de las ondas de regiones más elevadas del espectro, puede, tras la exposición aguda prolongada, dar lugar a regiones más elevadas del espectro, puede, tras la exposición aguda prolongada, dar lugar a lesiones cutáneas en forma de quemaduras, y es capaz de causar lesiones fotoquímicas celulares acumulativas y cambios degenerativos celulares que pueden aparecer largo tiempo después en forma de melanomas o carcinomas basocelulares, o de alteraciones de la inmunidad de las células de la piel.

Las propiedades que presenta la radiación ultravioleta son:

- **Fluorescencia.** La radiación UV provoca al incidir en determinadas sustancias, la emisión de radiación visible (luz visible). Esta propiedad tiene diversas utilidades, por ejemplo, la distinción entre diversos tipos de aceite: el de oliva refinado tiene una fluorescencia verde-azulada, mientras que el aceite no refinado la tiene anaranjada (esta propiedad sirve para descubrir

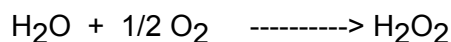
fraudes). En medicina sirve, por ejemplo para la distinción de lesiones precancerosas y cancerosas en la piel, etc.

- **Efecto fotoquímico.** Tiene especial importancia las lesiones en el ADN. Los rayos UV provocan enlaces intracatenarios entre dos Timinas consecutivas, formando un dímero de timina que pierde la capacidad de apareamiento, incorporándose 2 bases cualesquiera al azar, impidiéndose la síntesis correcta del ARNm y la replicación exacta del ADN.
- **Efecto fotoeléctrico.** La radiación ultravioleta al incidir sobre determinadas sustancias produce una emisión de electrones, que sirve, entre otras cosas, para la dosimetría de la radiación ultravioleta.

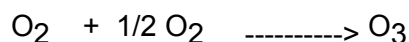
En general, se utilizan a nivel social, debido a sus efectos estéticos (bronceado), exclusivamente los U.V.A.

En Medicina se emplea como un medio esterilizante sobre gérmenes, actuando por varios mecanismos, entre los que cabe destacar los siguientes:

- a) Alterando la estructura del A.D.N. y de otras moléculas de las células.
- b) Por acción catalítica sobre estas reacciones:
 - Sobre la molécula de agua: originan peróxido de hidrógeno, que a nivel celular destruye al germen.



- Sobre la molécula de oxígeno: generan ozono, sustancia muy tóxica y reactiva (muy oxidante) que destruye al microorganismo.



4.2. Luz visible

El ojo humano tiene la capacidad de ver la radiación magnética de longitud de onda comprendida entre los 400 y los 760 nm. Es lo que se denomina radiación visible. El sol es su principal fuente. Generalmente no provoca efectos graves. Un destello intenso provoca manchas en el campo visual por alteración del pigmento de la retina.

El efecto principal es el fotolumínico, y se obtiene mediante corriente eléctrica.

Se emplea con fines domésticos, sociales e industriales.

4.3. Radiación infrarroja

La radiación infrarroja posee un efecto fototérmico superficial (no más de 3 cm de profundidad) sobre la zona de piel a tratar. Sus indicaciones sanitarias son las siguientes:

- Termoterapia, fundamentalmente por su efecto trófico.
- Fototerapia, como consecuencia de inactivar algunas sustancias tóxicas sobre la piel (Ej. ictericia en los recién nacidos, destruye la molécula de bilirrubina).
- En el diagnóstico, se emplea la termografía infrarroja, para la determinación de procesos con alta o baja temperatura, y en otras cuestiones sanitarias (en Medicina forense, para la data de la muerte).

Los infrarrojos también son capaces de depositar su energía en el interior de los tejidos, y una exposición prolongada puede dar lugar a quemaduras.

4.4. Radiación Láser

El término láser corresponde a las siglas en inglés de “amplificación de luz por emisión estimulada de radiación” (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

La radiación láser son rayos de haces paralelos y dirigidos. Se utiliza en la industria, medicina (tratamientos dermatológicos, oculares, cirugía, odontología) y comunicaciones.

En el material que recibe el haz láser, la energía absorbida se transforma en calor, por lo que causa un efecto térmico. Los órganos críticos son los ojos y, en menor medida, la piel (eritemas, quemaduras)

4.5. Campos electromagnéticos

Las ondas electromagnéticas de baja frecuencia se denominan campos electromagnéticos (CEM) y según la OMS se clasifican en:

- ⇒ Campos estáticos (0 Hz)
- ⇒ Frecuencias extremadamente bajas (ELF) (> 0-300 Hz)
- ⇒ Radiofrecuencias (incluye microondas) (300Hz – 300 GHz)

En los últimos años, hemos asistido a un incremento sin precedente de las fuentes de CEM utilizadas con fines individuales, industriales y comerciales.

Los CEM son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente. Su intensidad se denomina tensión o voltaje, y se mide en voltios o kilovoltios por metro.

Todo aparato conectado a una red eléctrica aunque no esté encendido está sometido a un campo eléctrico.

Los campos magnéticos se producen cuando hay cargas eléctricas en movimiento. Su intensidad se mide en amperios, aunque se suele expresar en teslas.

⇒ **Campos estáticos**

La principal acción ejercida sobre los sistemas biológicos es la inducción de cargas y corrientes eléctricas. Los campos eléctricos estáticos son descargas eléctricas que no penetran en el organismo, pero pueden percibirse por el movimiento del vello cutáneo. A parte de las descargas eléctricas de campos electrostáticos potentes, no parecen tener efectos apreciables para la salud.

⇒ **CEM de frecuencias extremadamente bajas (ELF)**

La exposición de las personas a los campos ELF proviene, en su mayor parte, de la generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica, (Líneas de Alta Tensión), que opera a 60 Hz en Estados Unidos y Canadá, y a 50 Hz en Europa.

No existen pruebas convincentes de que la exposición a campos de ELF cause daño directo al ADN y, por tanto, carcinogénesis; sin embargo, puede influir en la estimulación o coestimulación del cáncer. El Instituto Nacional de Salud Medioambiental de Estados Unidos considera los campos de ELF como un posible carcinógeno humano, es decir, su carcinogenicidad está escasamente probada en personas e insuficientemente probada en animales.

Las ondas de radio o la exposición a campos eléctricos, serían capaces de modificar los flujos iónicos a través de las membranas celulares, y por tanto, alterar su función.

⇒ **CEM de radiofrecuencias**

En este apartado se incluyen las microondas y radiofrecuencias pues ambas producen similares efectos térmicos y no térmicos aunque estos últimos son aún poco conocidos.

Las microondas también son capaces de depositar su energía en el interior de los tejidos, y una exposición prolongada puede dar lugar a quemaduras.

El desarrollo creciente de la **telefonía móvil** requiere la presencia de antenas localizadas en **estaciones base**, que conectan los teléfonos celulares entre sí y éstos con la red convencional de telefonía. Las antenas de estas estaciones se instalan en tejados de edificios, en áreas urbanas, o en torres de 15 a 50 metros de altura, en zonas no urbanas.

Si tenemos en cuenta que actualmente se utilizan en el mundo más de 190 millones de teléfonos, incluso los efectos adversos más pequeños pueden tener graves consecuencias para la salud pública.

Aunque los teléfonos transmiten menos potencia que una estación base el organismo del usuario absorbe cantidades mayores de radiofrecuencias procedentes de la antena del aparato. La cabeza del usuario recibe la exposición. Sin embargo, las directrices nacionales e internacionales limitan esta exposición por lo que no debería causar ningún aumento de temperatura por encima de 11°C. La cantidad de radiofrecuencia absorbida disminuye rápidamente al aumentar la distancia al teléfono.

Para una persona situada a 30 cm, la absorción es 100 veces menor que la recibida por el usuario del teléfono y a esa distancia no provoca ningún calentamiento.

En España, las antenas que se instalan deben cumplir la normativa respecto a intensidad, altura, señalización y ubicación. Los valores de potencia de transmisión de las antenas de las estaciones base han sido fijados en 320 W para GSM-900 (Global System for Mobile Communications) y en 20 W para DCS-1800 (European Digital Cellular System) muy inferiores a los niveles de seguridad fijados internacionalmente.

Los niveles de exposición a radiofrecuencias que pueda recibir el público en sus inmediaciones no entrañarían ningún riesgo. Ello no es extensible a trabajadores de mantenimiento de estas estaciones: su gran proximidad a estas instalaciones les obliga a tomar las precauciones necesarias.

Los teléfonos móviles causan interferencias en otros equipos eléctricos, por lo que deben utilizarse con precaución en las proximidades de equipos electromédicos. No suelen provocar interferencias en marcapasos y audífonos, aunque la persona se halle próxima a las estaciones base.

En cuanto a las **pantallas de visualización de datos (PVD)**, se calcula que, en todo el mundo, más de 150 millones de ordenadores están en servicio. Emiten casi todo el espectro de radiaciones electromagnéticas: luz visible, infrarrojos, ultravioleta de mayor longitud de onda, rayos X de muy baja energía procedentes del tubo catódico (pero el cristal de la pantalla los absorbe y no irradian al exterior) y campos electromagnéticos estáticos, ELF y radiofrecuencias.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Stewart C. Bushong.(1993). *Manual de radiología para Técnicos*. 1ª Edición. Ed. Mosby
- CD-ROM Protección radiológica, del CSN
- Diccionario médico. Ed. Salvat
- Consejo de Seguridad Nuclear: csn.es