

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR. -

-AUTOR:

- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON .

- Doctor en Medicina.

- Cátedras de:

- Anestesiología

- Cuidados Intensivos

- Neuroanatomía

- Neurofisiología

- Psicofisiología

- Neuropsicología.

- 6 TOMOS -

- TOMO II -

-AÑO 2019- 1ª Edición Virtual: (AÑO 2019. 9)-

- MONTEVIDEO, URUGUAY.-

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

Queda terminantemente prohibido reproducir este libro en forma escrita y virtual, total o parcialmente, por cualquier medio, sin la autorización previa del autor. - Derechos reservados.

1ª Edición. Año 2019. Impresión virtual-.svb.smu@org.uy.

- email: henribar204@gmail.com.; henribar103@montevideo.com.uy;

-Montevideo, 15 de setiembre de 2019.

- Biblioteca Virtual de Salud del S. M.U.

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- TOMO I I -

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- ÍNDICE.
- TOMO I -
- PRÓLOGO
- INTRODUCCIÓN.

- CAPÍTULO I: -1)- MEDICINA NUCLEAR.-
- [1.1\)- Filtros de Imagen en Medicina Nuclear.](#)
- [1.1.1\)- Filtrado de Imágenes.](#)
- [1.1.2\)- Filtros Paso-baja.](#)
- [1.1.3\)- Filtro Paso-alta.](#)
- [1.2\)- Ejemplos de Exploraciones.](#)
- [1.3\)- Véase También.](#)
- [1.4\)- Referencias.](#)
- 1.5)- Bibliografía.
- [1.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO II: - 2)- CATEGORÍA:MEDICINA NUCLEAR.-
- CAPÍTULO II A - 2A)- CAMARA GAMMA .-
- [2A.1\)- Antecedentes.](#)
- [2A.2\)- Procedimiento Para Realizar un Estudio con la Cámara Gamma.](#)
- [2A.3\)- Referencias.](#)
- 2A.4)- Bibliografía -
- [2A.5\)- Véase También.](#)
- [2A.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO III: -3)- TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET)-
- CAPÍTULO IV: -4)- ELECTROMEDICINA .
- [4.1\)- Ejemplos de Equipamiento Médico](#)
- [4.2\)- Véase También.](#)
- [4.3\)- Bibliografía.](#)
- 4.4)- Enlaces Externo-
- CAPÍTULO V. -5)- ELECTROCARDIOGRAMA.-
- [5.1\)- Historia.](#)
- [5.2\)- Actividad Eléctrica del Corazón.](#)
- [5.2.1\)- Despolarización y Repolarización del Corazón.](#)
- [5.2.2\)- Sistema de Conducción Eléctrica del Corazón.](#)
- [5.2.3\)- Secuencia de Activación Cardíaca.](#)
- [5.3\)- Derivaciones del ECG.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [5.3.1\)- Colocación de los Electrodo.](#)
- [5.3.2\)- Derivaciones Periféricas y Precordiales.](#)
- [5.4\)- El ECG Normal.](#)
- [5.4.1\)- El Eje Eléctrico.](#)
- [5.4.2\)- Onda P.](#)
- [5.4.3\)- Complejo QRS.](#)
- [5.4.4\)- Onda T.](#)
- [5.5\)- Medidas del ECG.](#)
- [5.5.1\)- Intervalo QT.](#)
- [5.5.2\)- Medidas de Intervalo QT.](#)
- [5.5.3\)- Anormalidades de Intervalo QT.](#)
- [5.5.4\)- Frecuencia Cardíaca.](#)
- [5.6\)- Usos.](#)
- [5.7\)- Véase También.](#)
- [5.8\)- Referencias.](#)
- [5.9\)- Bibliografía.](#)
- [5.10\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO VI: -6)- RADIOLOGÍA.-
- [6.1.2\)- Según Su Actividad Principal.](#)
- [6.2\)- Modalidades.](#)
- [6.3\)- Radiología en Odontología.](#)
- [6.3.1\)- Técnicas Intraorale-](#)
- [6.1\)- Clasificación.](#)
- [6.1.1\)- Según el Órgano, el Sistema o la Parte del Cuerpo Que se Estudias.](#)
- [6.3.2\)- Técnicas Extraorales.](#)
- [6.4\)- Véase También.](#)
- [6.5\)- Referencias.](#)
- [6.6\)- Bibliografía](#)
- [6.7\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO VII. -7)- RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA.-
- [7.1\)- Historia.](#)
- [7.2\)- Entrenamiento.](#)
- [7.3\)- Técnicas de Imagen.](#)
- [7.4\)- Procedimientos en los Que Se Emplea.](#)
- [7.5\)- Herramientas.](#)
- [7.6\)- Véase También.](#)
- [7.7\)- Referencias.](#)
- [7.8\)- Bibliografía.](#)
- [7.9\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO VIII: -8)- RADIOFÁRMACO.-
- [8.1\)- Usos.](#)
- [8.2\)- Antecedentes.](#)
- [8.3\)- Origen de Radionúclidos.](#)
- [8.4\)- Características Deseables de los Radiofármacos.](#)
- [8.5\)- Véanse Otros Radionúclidos.](#)
- [8.6\)- Referencias](#)
- [8.7\)- Bibliografía.](#)
- [8.8\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO IX: -9)- TECNOLOGÍA SANITARIA.-
- [9.1\)- Utilidad.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [9.2\)- Diferencia Entre Tecnología Sanitaria y Producto Sanitario.](#)
- [9.3\)- Véase También.](#)
- [9.4\)- Referencias.](#)
- [9.5\)- Bibliografía.](#)
- [9.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO X: -10)- SEGURIDAD NUCLEAR.-
- [10.1\)- Agencias.](#)
- [10.2\)- Centrales Nucleares.](#)
- [10.2.1\)- Complejidad.](#)
- [10.2.2\)- Modos de Fallo de las Plantas de Energía Nuclear.](#)
- [10.2.3\)- Vulnerabilidad de las Plantas Nucleares a Ataques.](#)
- [10.2.4\)- Localización de las Plantas.](#)
- [10.2.5\)- Sistemas de Seguridad Para Reactores Nucleares.](#)
- [10.3\)- Peligros del Material Nuclear.](#)
- [10.4\)- Nuevas Tecnologías Nucleares.](#)
- [10.5\)- Cultura de Seguridad y Errores Humanos.](#)
- [10.6\)- Evaluación del Riesgo.](#)
- [10.7\)- Más Allá de los Eventos Bases de Diseño.](#)
- [10.8\)- Moralidad.](#)
- [10.9\)- Accidentes Nucleares y Radiológicos.](#)
- [10.9.1\)- Accidentes de Fukushima I en 2011.](#)
- [10.9.2\)- El desastre de Chernobil en 1986.](#)
- [10.9.3\)- Otros Accidentes.](#)
- [10.10\)- Impactos en la Salud.](#)
- [10.11\)- Países en Desarrollo.](#)
- [10.12\)- Referencias.](#)
- [10.13\)- Nota.](#)
- [10.14\)- Bibliografía.](#)
- [10.15\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XI: - 11)- PERFUSIÓN MIOCÁRDICA.-
- [11.1\)- Patrones Gammagráficos en la Perfusión Miocárdica.](#)
- [11.2\)- Predictores Adversos de Eventos Cardiacos Futuros.](#)
- [11.3\)- Bibliografía.](#)
- [11.4\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XII: -12)- FÍSICA MÉDICA.-
- [12.1\)- Historia.](#)
- [12.2\)- Áreas de la Especialidad.](#)
- [12.2.1\)- Diagnóstico Por Imagen.](#)
- [12.2.2\)- Tratamiento de Enfermedades.](#)
- [12.2.3\)- Técnicas de Medición Fisiológicas.](#)
- [12.2.4\)- Protección Radiológica.](#)
- [12.2.5\)- Informática Médica y Matemáticas.](#)
- [12.3\)- Formación Educacional.](#)
- [12.3.1\)- En España.](#)
- [12.4\)- Organismos Reguladores.](#)
- [12.4.1\)- Internacionales.](#)
- [12.4.2\)- En España.](#)
- [12.4.3\)- En Estados Unidos.](#)
- [12.5\)- Publicaciones Principales.](#)
- [12.6\)- Formación Por País.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [12.6.1\)- Formación en Argentina.](#)
- [12.6.2\)- Formación en Colombia.](#)
- [12.6.3\)- Formación en Uruguay.](#)
- [12.7\)- Véase También.](#)
- [12.8\)- Referencias.](#)
- 12.9)- Bibliografía.
- 12.10)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO XIII: .13)- CATEGORÍA:RADIOBIOLOGÍA.-
- CAPÍTULO XIV: -14)- SPECT- TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE EMISIÓN MONOFOTÓNICA.
- CAPÍTULO XV: -15)- -HOLTER- ELECTROCARDIOGRAFÍA AMBULATORIA.-
- [15.1\)- Realización del Examen.](#)
- [15.2\)- Molestias.](#)
- [15.3\)- Usos.](#)
- [15.4\)- Véase También.](#)
- [15.5\)- Referencias.](#)
- 15.6)- Bibliografía.
- 15.7)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO XVI: - 16)- CATEGORÍA:ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA.-
- **TOMO II -**

- CAPÍTULO XVII: -17)- TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.-
- [17.1\)- Historia.](#)
- [17.2\)- Principio de Funcionamiento.](#)
- [17.3\)- Fundamento Técnico.](#)
- [17.4\)- Usos de la TC.](#)
- [17.5\)- Ventajas.](#)
- [17.6\)-Desventajas.](#)
- [17.7\)- Véase También.](#)
- [17.8\)- Referencias.](#)
- 17.9)- Bibliografía.
- 17.10)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO XVIII: -18)- RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.-
- [18.1\)- Historia.](#)
- [18.1.1\)- Descubrimiento.](#)
- [18.2\)- Principio Físico.](#)
- [18.2.1\)- Espín Nuclear.](#)
- [18.2.2\)- Valores del Momento Angular del Espín.](#)
- [18.2.3\)- Comportamiento del Espín en un Campo Magnético.](#)
- [18.2.4\)- Apantallamiento Nuclear.](#)
- [18.2.5\)- Digitalización Mediante Transformada de Fourier.](#)
- [18.3\)- Espectroscopia de RMN.](#)
- [18.4\)- Aplicaciones Más Comunes.](#)
- [18.4.1\)- Aplicación en Medicina.](#)
- [18.5\)- Véase También.](#)
- [18.6\)- Referencias.](#)
- [18.7\)- Bibliografía](#)
- [18.8\)- Enlaces Externos](#)
- [18.8.1\)- Tutorial.](#)
- [18.8.2\)- Animaciones y Simulaciones.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [18.8.3\)- Software.](#)
- [18.8.4\)- Video.](#)
- [18.8.5\)- Wiki.](#)
- CAPÍTULO XIX: -19) CENTELLOGRAMAS.
- 19.1)- CENTELLOGRAMA CARDIACO.
- 19.2)- CENTELLOGRAMA DE PERFUSIÓN CEREBRAL (SPECT CEREBRAL).
- 19.3)- CENTELLOGRAMA ÓSEO.
- 19.4)- CENTELLOGRAMA PARATIROIDEO.
- 19.5)- CENTELLOGRAMA PULMONAR.
- 19.6)- CENTELLOGRAMA RENAL.
- 19.7)- CENTELLOGRAMA TIROIDEO.
- 19.8)- CENTELLOGRAMA MAMARIO.
- 19.9)- CENTELLOGRAMA HEPATOESPLÉNICO.
- 19.10)- OTROS ESTUDIOS DE CENTELLOGRAMAS.
- CAPÍTULO XX: - 20)- CATEGORÍA:ENERGÍA NUCLEAR .-
- CAPÍTULO XXI: -21)- TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE EMISIÓN MONOFOTÓNICA (SPECT)-
- CAPÍTULO XXII: -22)- RADIOACTIVIDAD.-
- [22.1\). Radiactividad Natural y su Descubrimiento.](#)
- [22.2\)- Radiactividad Artificial.](#)
- [22.3\)- Clases y Componentes de la Radiación.](#)
- [22.3.1\). Causa de la Radiactividad.](#)
- [22.3.2\)- Período de Semidesintegración Radiactiva.](#)
- [22.3.3\)- Velocidad de Desintegración.](#)
- [22.4\) -Unidades de radiactividad](#)
- [22.5\)- Contador Geiger.](#)
- [22.6\)- Riesgos Para la Salud.](#)
- [22.6.1\)Consecuencias Para la Salud de la Exposición a las Radiaciones ionizantes](#)
- [22.6.2\)- Dosis Aceptable de Irradiación.](#)
- [22.6.3\)- Dosis Efectiva Permitida.](#)
- [22.6.4\). Ley de la Radiosensibilidad.](#)
- [22.7\)- Ejemplos de Isótopos Radiactivos.](#)
- [22.7.1\)- Isótopos Naturales.](#)
- [22.7.2\)Isótopos Artificiales](#)
- [22.8\)- Véase También.](#)
- [22.9\)- Referencias.](#)
- 22.10) Bibliografía.
- [22.11\)- Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO XXIII: -23)- TECNECIO.-
- [23.1\)- Propiedades Físicas y Químicas.](#)
- [23.2\)- Aplicaciones.](#)
- [23.2.1\)- Medicina Nuclear.](#)
- [23.2.2\)- Uso Industrial.](#)
- [23.2.3\)- Uso químico.](#)
- [23.3\)- Historia.](#)
- [23.3.1\)-La búsqueda del Elemento 43.](#)
- [23.3.2\)- Descubrimiento Oficial e Historia Posterior.](#)
- [23.4\)- Abundancia y Obtención.](#)
- [23.4.1\)- Obtención Natural.](#)
- [23.4.2\)- Subproducto en Residuos de Fisión Nuclear.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [23.4.3\)- Activación Neutrónica del Molibdeno u Otros Elementos Puros.](#)
- [23.5\)- Isótopos.](#)
- [23.5.1\)- Estabilidad de los Isótopos del Tecnecio.](#)
- [23.6\)- Referencias.](#)
- [23.6.1\)- Trabajos Citados.](#)
- [23.6.2\)- Notas.](#)
- [23.7 \)- Bibliografía.](#)
- [23.8\)- Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO XXIV: - 24)- GALIO.-
- [24.1\)- Características Principales.](#)
- [24.2\)- Historia.](#)
- [24.3\)- Abundancia y Obtención.](#)
- [24.4\)- Isótopos.](#)
- [24.5\)- Precauciones.](#)
- [24.6\)- Propiedades Atómicas del Galio.](#)
- [24.7\)- Propiedades del Galio.](#)
- [24.8\)- Referencias.](#)
- [24.9\)- Bibliografía](#)
- [24.10\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXV: -25)- YODO.-
- [25.1\)-Historia.](#)
- [25.2\)- Características Principales.](#)
- [25.3\)- Abundancia y Obtención.](#)
- [25.4\)- Función Biológica.](#)
- [25.4.1\)- Ingesta Dietética Recomendada:](#)
- [25.4.2\)- Deficiencia de Yodo.](#)
- [25.4.3\)- Exceso de Yodo.](#)
- [25.5\)-Precauciones.](#)
- [25.6\)-Véase También.](#)
- [25.7\)- Referencias.](#)
- [25.8\)- Bibliografía.](#)
- [25.9\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXVI: 26)- GAMMAGRAFÍA ÓSEA.-
- [26.1\)- Técnica y Fundamento.](#)
- [26.2\)- Procesamiento de la Imagen.](#)
- [26.3\)- Indicaciones](#)
- [26.4\)- Referencias.](#)
- [26.5\)- Bibliografía](#)
- [26. 6\)- Enlaces Externos de interés.](#)
- CAPÍTULO XXVII : - 26A)- GAMMAGRAFÍA TIROIDEA.
- CAPÍTULO XXVII: - 27)- TROMBOEMBOLISMO PULMONAR.-
- [27.1\)- Epidemiología.](#)
- [27.2\)- Signos y Síntomas.](#)
- [27.3\)- Diagnóstico.](#)
- [27.4\)- Etiología.](#)
- [27.5\)- Tratamiento.](#)
- [27.6\)- Mortalidad.](#)
- [27.7\)- Véase También.](#)
- [27.8\)- Referencias.](#)
- [27.9\)- Bibliografía.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [27.10\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXVIII: - 28)- ABSCESO.-
- [28.1\)- Fisiopatología.](#)
- [28.2\)- Síntomas.](#)
- [28.3\)- Tipos de Abscesos.](#)
- [28.4\)- Diagnóstico.](#)
- [28.5\)- Tratamiento.](#)
- [28.6\)- Pronóstico.](#)
- [28.7\)- Prevención.](#)
- [28.8\)- Véase También.](#)
- 28.9)- Bibliografía.
- [28.10\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXIX: -29)- INFLAMACIÓN.-
- [29.1\)- Agentes Inflamatorios.](#)
- [29.2\)- Evolución Histórica.](#)
- [29.3\)- Inflamación Aguda.](#)
- [29.3.1\)- Cambios Hemodinámicos en el Calibre y en el Flujo.](#)
- [29.3.2\)- Alteración de la Permeabilidad Vascolar.](#)
- [29.3.2.1\)- Contracción de las Células Endoteliales.](#)
- [29.3.2.2\)- Daño Endotelial.](#)
- [29.3.2.3\)- Aumento de la Transcitosiis.](#)
- [29.3.2.4\)- Respuestas de los Vasos Linfáticos.](#)
- [29.3.3\)- Modificaciones Leucocitarias.](#)
- [29.3.4\)- Mediadores de la Inflamación.](#)
- [29.3.4.1\)- Metabolitos del Ácido Araquidónico.](#)
- [29.3.4.2\)- Aminas Vasoactivas: Histamina y Serotonina.](#)
- [29.3.4.3\)- Citoquinas.](#)
- [29.3.4.4\)- Factor Activador de las Plaquetas.](#)
- [29.3.4.5\)- Óxido Nítrico.](#)
- [29.3.4.6\)- Radicales Libres de Oxígeno \(RLO\).](#)
- [29.3.4.7\)- Constituyentes de los Lisosomas de los Leucocitos.](#)
- [29.3.4.8\)- Neuropeptidos.](#)
- [29.3.4.9\)- Mediadores Derivados de Proteínas Plasmáticas.](#)
- [29.3.5\)- Efectos Generales de la Inflamación.](#)
- [29.3.6\)- Detención de la Respuesta Inflamatoria Aguda.](#)
- [29.4\)- Inflamación Crónica.](#)
- [29.4.1\)- Causas.](#)
- [29.4.1.1\)- Infecciones Persistentes.](#)
- [29.4.1.2\)- Enfermedades Mediadas Por el Sistema Inmune.](#)
- [29.4.1.3\)- Exposición Prolongada a Agentes Tóxicos.](#)
- [29.4.1.4\)- Teorías Nuevas: Permeabilidad Intestinal Aumentada.](#)
- [29.4.2\)- Características.](#)
- [29.4.3\)- Células Implicadas en la Inflamación Crónica.](#)
- [29.4.3.1\)- Macrófagos.](#)
- [29.4.3.2\)- Linfocitos.](#)
- [29.4.3.3\)- Células Plasmáticas.](#)
- [29.4.3.4\)- Eosinófilos.](#)
- [29.4.3.5\)- Mastocitos.](#)
- [29.4.3.6\)- Neutrófilos.](#)
- [29.4.4\)- Inflamación Granulomatosa.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [29.5\)- Véase También.](#)
- [29.6\)- Referencias](#)
- 29.7)- Bibliografía.
- 29.8)- Enlaces Externos.
- TOMO III -
- CAPÍTULO XXX: -30)- ENFERMEDAD AUTOINMUNE.-
- [30.1\)- Clasificación](#)
- [30.1.1\)- Específicas de Órgano.](#)
- [30.1.2\)- Multiorgánicas o sistémicas.](#)
- [30.2\)- Etiología.](#)
- [30.2.1\)- Teorías Antiguas.](#)
- [30.2.2\)- Teorías nuevas: Permeabilidad Intestinal Aumentada.](#)
- [30.3\)- Pronóstico.](#)
- [30.4\)- Referencias.](#)
- [30.5\)- Bibliografía.](#)
- CAPÍTULO XXXI: - 31)- SISTEMA INMUNITARIO.-
- [31.1\)- Terminología.](#)
- [31.2\)- Órganos Primarios y Secundarios.](#)
- [31.3\)- Líneas Inmunitarias de Defensa.](#)
- [31.4\)- Características del Sistema Inmunitario.](#)
- [31.5\)- Barreras Superficiales y Químicas.](#)
- [31.6\)- Inmunidad Innata.](#)
- [31.6.1\)- Barreras Humorales y Químicas.](#)
- [31.6.1.1\)- Fiebre.](#)
- [31.6.1.2\)- Inflamación.](#)
- [31.6.1.3\)- Sistema del Complemento.](#)
- [31.6.2\)- Barreras Celulares del Sistema Innato.](#)
- [31.7\)- Inmunidad Adaptativa o Adquirida.](#)
- [31.7.1\)- Linfocitos.](#)
- [31.7.1.1\)- Linfocitos T Citotóxicos.](#)
- [31.7.1.2\)- Linfocitos T Colaboradores.](#)
- [31.7.1.3\)- Células T y \$\delta\$.](#)
- [31.7.1.4\)- Anticuerpos y Linfocitos B.](#)
- [31.7.1.5\)- Sistema Inmunitario Adaptativo Alternativo.](#)
- [31.7.2\)- Memoria Inmunitaria.](#)
- [31.7.2.1\)- Inmunidad Pasiva.](#)
- [31.7.2.2\)- Inmunidad Activa e Inmunización.](#)
- [31.8\)- Trastornos de la Inmunidad Humana.](#)
- [31.8.1\)- Inmunodeficiencias.](#)
- [31.8.2\)- Autoinmunidad.](#)
- [31.8.3\)- Hipersensibilidad.](#)
- [31.9\)- Otros Mecanismos de Defensa del Huésped.](#)
- [31.10\)- Inmunología de Tumores.](#)
- [31.11\)- Regulación Fisiológica.](#)
- [31.12\)- Manipulación en la Medicina.](#)
- [31.13\)- Manipulación Por los Patógenos.](#)
- [31.14\)- Historia de la Inmunología.](#)
- [31.15\)- Véase También.](#)
- [31.16\)- Referencias.](#)
- 31.17)- Bibliografía.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [31.18\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXXII: - 32)- METABOLISMO.-
- [32.1\)- Investigación y Manipulación.](#)
- [32.2\)- Biomoléculas Principales.](#)
- [32.2.1\)- Aminoácidos y Proteínas.](#)
- [32.2.2\)- Lípidos.](#)
- [32.2.3\)- Carbohidratos.](#)
- [32.2.4\)- Nucleótidos.](#)
- [32.2.5\)- Coenzimas.](#)
- [32.2.6\)- Minerales y Cofactores.](#)
- [32.3\)- Catabolismo.](#)
- [32.3.1\)- Digestión.](#)
- [32.3.2\)- Energía de los Compuestos Orgánicos.](#)
- [32.3.3\)- Fosforilación Oxidativa.](#)
- [32.3.4\)- Energía de los Compuestos Inorgánicos.](#)
- [32.3.5\)- Energía de la Luz.](#)
- [32.4\)- Anabolismo.](#)
- [32.4.1\)- Fijación del Carbono.](#)
- [32.4.2\)- Carbohidratos.](#)
- [32.4.3\)- Ácidos grasos, Isoprenoides y Esteroides.](#)
- [32.4.4\)- Proteínas.](#)
- [32.4.5\)- Síntesis de Nucleótidos.](#)
- [32.4.6\)- Síntesis de DNA.](#)
- [32.4.7\)- Biosíntesis de Metabolitos Secundarios](#)
- [32.5\)- Xenobióticos y Metabolismo Reductor.](#)
- [32.6\)- Homeostasis: Regulación y Control.](#)
- [32.7\)- Termodinámica de los Organismos Vivos.](#)
- [32.8\)- Tasa Metabólica.](#)
- [32.8.1\)- Tasa Metabólica Basal, Tasa Metabólica Estándar y Tasa Metabólica de Campo.](#)
- [32.9\)- Véase También.](#)
- [32.10\)- Referencias.](#)
- [32.11\)- Bibliografía.](#)
- [32.12\)- Enlaces Externos.](#)
- [32.12.1\)- En español.](#)
- [32.12.2\)- En inglés.](#)
- CAPÍTULO XXXIII: - 33)- METABOLISMO BASAL.-
- [33.1\)- Concepto](#)
- [33.2\)- Cálculo de Calorías Necesarias.](#)
- [33.3\)- Véase También.](#)
- [33.4\)- Referencias.](#)
- [33.5\)- Bibliografía.](#)
- [33.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXXIV: - 34)- TUMOR.-
- [34.1\)- Tumores o Neoplasias Benignos.](#)
- [34.2\)- Tumores Malignos o Cáncer.](#)
- [34.3\)- Teratoma.](#)
- [34.4\)- Tumores en Vegetales.](#)
- [34.5\)- Véase También.](#)
- [34.6\)Referencias.](#)
- [34.7\)- Bibliografía.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [34.8\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXXV: - 35)- APARATO RESPIRATORIO.-
- [35.1\)- Aparato Respiratorio Humano.](#)
- [35.1.1\)- Partes del Sistema Respiratorio.](#)
- [35.1.2\)- Ventilación.](#)
- [35.1.3.1\)- Sensores \(entradas\).](#)
- [35.1.3.2\)- Control Central Cerebral.](#)
- [35.1.3.3\)- Efectores \(salidas\).](#)
- [35.1.4\)- Intercambio Gaseoso.](#)
- [35.1.5\)- Transporte de Oxígeno Por la Sangre.](#)
- [35.1.6\)- Adaptación a la Altura.](#)
- [35.1.7\)- Cifras Gasométricas en Sangre.](#)
- [35.1.8\)- Volúmenes Pulmonares.](#)
- [35.1.9\)- Presiones en el Aparato Respiratorio.](#)
- [35.1.10\)- Conceptos.](#)
- [35.1.11\)- Composición del Aire Atmosférico.](#)
- [35.1.12\)- Composición del Aire alveolar.](#)
- [35.1.13\)- Enfermedades del Aparato Respiratorio Más Comunes.](#)
- [35.1.14\)- Medidas Preventivas.](#)
- [35.2\)- Aparato Respiratorio en los Animales.](#)
- [35.2.1\)- Organismos Simples.](#)
- [35.2.2\)- Insectos.](#)
- [35.2.3\)- Peces.](#)
- [35.2.4\)- Anfibios.](#)
- [35.2.5\)- Reptiles.](#)
- [35.2.6\)- Aves.](#)
- [35.2.7\) Mamíferos.](#)
- [35.3\)- Véase También.](#)
- [35.4\)- Referencias.](#)
- [35.5\)- Bibliografía.](#)
- [35.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXXVI: - 36)- SISTEMA URINARIO HUMANO.-
- [36.1\)- Características Generales.](#)
- [36.1.1\)- Nefrona.](#)
- [36.2\)- Formación de la Orina.](#)
- [36.3\)- Órganos del Sistema Urinario.](#)
- [36.3.1\)- Riñón.](#)
- [36.3.2\)- Uréter.](#)
- [36.3.3\)- Vejiga Urinaria.](#)
- [36.3.4\)- Uretra.](#)
- [36.4\)- Micción.](#)
- [36.5\)- Enfermedades del Aparato Urinario.](#)
- [36.6\)- Otros Órganos Excretores.](#)
- [36.7\)- Referencias](#)
- [36.8\)- Bibliografía.](#)
- [36.9\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XXXVII: -37)- INFECCIÓN URINARIA.-
- [37.1\)- Epidemiología.](#)
- [37.2\)- Etiología.](#)
- [37.3\)- Patogenia.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [37.4\)- Clasificación.](#)
- [37.5\)- Cuadros Clínicos.](#)
- [37.5.1\)- Cistitis No Complicada en Mujeres Jóvenes.](#)
- [37.5.2\)- Cistitis Recurrentes en Mujeres Jóvenes.](#)
- [37.5.3\)- Infecciones Urinarias Complicadas.](#)
- [37.6\) Véase También.](#)
- [37.7\)- Referencias.](#)
- 37.8)- Biografía.
- 37.9)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO XXXVIII: - 38)- INFECCIÓN.-
- [38.1\)- Término y Generalidades.](#)
- [38.1.1\)- Infección.](#)
- [38.1.2\)- Microorganismos Infecciosos](#)
- [38.2\)- Medicina e Infección.](#)
- [38.2.1\)- Niveles de Afectación](#)
- [38.2.2\)- Factores.](#)
- [38.2.3\)- Vías de Transmisión.](#)
- [38.2.4\)- Fases de Infección.](#)
- [38.2.5\)- Barreras, Respuesta Inmunitaria y Profilaxis.](#)
- [38.2.5.1\)- Defensas Externas.](#)
- [38.2.5.2\)- Respuesta Inespecífica.](#)
- [38.2.5.3\)- Respuesta Específica.](#)
- [38.2.5.4\)- Inmunidad Natural, Artificial, Activa o Pasiva.](#)
- [38.2.5.5\)- Antibióticos, Antivirales y Profilaxis.](#)
- [38.2.6\)- Hipersensibilidad.](#)
- [38.3\)- Origen y Evolución.](#)
- [38.4\)- Ejemplos y Casuística.](#)
- [38.5\)- Véase También.](#)
- [38.6\)- Notas y Referencias.](#)
- 38.7)- Bibliografía.
- 38.8)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO XXXIX: - 39)- RENOGRAMA.-
- [39.1\)- Tipos de Renograma.](#)
- [39.2\)- Control de Calidad de los Fármacos Más Utilizados.](#)
- [39.3\)- Bibliografía](#)
- [39.4\)- Enlaces Externos.](#)
- TOMO IV -
- - CAPÍTULO XL: -40)- GLÁNDULA TIROIDES.-
- [40.1\)- Historia.](#)
- [40.2\)- Fisiología.](#)
- [40.2.1\)- Tiroxina T4.](#)
- [40.3\)- Exploración Funcional de la Glándula Tiroides.](#)
- [40.4\)- Anatomía.](#)
- [40.4.1\)- Irrigación e Inervación.](#)
- [40.5\)- Embriogénesis.](#)
- [40.5.1\)- Trastornos del Desarrollo.](#)
- [40.6\)- Hipertiroidismo.](#)
- [40.7\)- Hipersecreción.](#)
- [40.8\)- Hipo-secreción.](#)
- [40.9\)- Hipotiroidismo.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [40.9.1\)- Cuadro Clínico.](#)
- [40.9.2\)- Tratamiento.](#)
- [40.9.3\)- Fisiopatología.](#)
- [40.9.4\)- Hipotiroidismo Primario.](#)
- [40.9.5\)- Otras Formas de Hipotiroidismo.](#)
- [40.9.6\)- Hipotiroidismo en el Adulto.](#)
- [40.9.7\)- Hipotiroidismo en el Niño.](#)
- [40.10\)- Bocio.](#)
- [40.10.1\)- Etiopatogenia.](#)
- [40.10.2\)- Fisiopatología.](#)
- [40.11\)- Causas de Problemas de la Tiroides.](#)
- [40.12\)- Regeneración](#)
- [40.13\)- Referencias.](#)
- [40.14\)- Bibliografía.](#)
- [40.15\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XLI: -41)- CATEGORÍA:ENDOCRINOLOGÍA.-
- CAPÍTULO XLII: - 42)- APARATO CIRCULATORIO.-
- [42.1\)- Sistema Cardiovascular Humano.](#)
- [42.1.1\)- Funciones del Sistema Circulatorio.](#)
- [42.1.2\)- Vasos Sanguíneos.](#)
- [42.1.3\)- Sangre y Linfa.](#)
- [42.1.4\)- Corazón Humano.](#)
- [42.1.5\)- Ciclo Cardíaco.](#)
- [42.1.6\)- Circulación Pulmonar.](#)
- [42.1.7\)- Circulación Sistémica.](#)
- [42.1.7.1\)- Circulación Cerebral.](#)
- [42.1.7.2\)- Circulación Renal.](#)
- [42.1.8\)- Sistema Porta.](#)
- [42.1.9\)- Enfermedades del Aparato Circulatorio.](#)
- [42.2\)- Tipos de Sistemas Circulatorios.](#)
- [42.2.1\)- Circulación Cerrada o Abierta.](#)
- [42.2.2\)- Circulación Simple o Doble.](#)
- [42.3\)- Circulación en los Invertebrados.](#)
- [42.4\)- Circulación Sanguínea en los Vertebrados.](#)
- [42.4.1\)- Circulación en Peces.](#)
- [42.4.2\)- Circulación en Anfibios.](#)
- [42.4.3\)- Circulación en Reptiles.](#)
- [42.4.4\)- Circulación en Aves.](#)
- [42.4.5\)- Circulación en Mamíferos.](#)
- [42.5\)- Circulación en las Plantas Vasculares.](#)
- [42.6\)- Véase También.](#)
- [42.7\)- Notas.](#)
- [42.8\)- Referencias.](#)
- [42.9\)- Bibliografía.](#)
- [42.10\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XLIII: - 43)- SISTEMA LINFÁTICO.-
- [43.1\)- Función.](#)
- [43.2\)- Formación de la Linfa.](#)
- [43.3\)- Circulación de la Linfa.](#)
- [43.4\)- Tejidos y Órganos Linfoides.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 43.5)- [Patologías del Sistema Linfático](#).
- 43.6)- [Véase También](#).
- 43.7)- [Referencias](#).
- 43.8)- Bibliografía.
- 43.9)- [Enlaces Externos](#).
- CAPÍTULO XLIV: -44)- ENFERMEDAD VASCULAR PERIFÉRICA .-
- 44.1)- [Epidemiología](#).
- 44.2)- [Clasificación](#).
- 44.3)- [Síntomas](#).
- 44.4)- [Causas](#).
- 44.5)- [Factores de Riesgo](#).
- 44.6)- [Diagnóstico](#).
- 44.7)- [Tratamiento](#).
- 44.7.1)- [Guías de Práctica](#).
- 44.8)- [Pronóstico](#).
- 44.9)- [Véase También](#).
- 44.10)- [Referencias](#).
- 44.11)- Bibliografía.
- 44.12)- [Enlaces Externos](#).
- CAPÍTULO XLV: - 45)- SISTEMA CIRCULATORIO VENOSO.-
- CAPÍTULO XLVI: .46)- TRAUMATOLOGÍA.-
- 46.1)- [Historia de la Traumatología](#).
- 46.2)- [Campo de Acción](#).
- 46.2.1)- [Tratamiento Conservador](#).
- 46.2.2)- [Tratamiento Quirúrgico](#).
- 46.3)- [Véase También](#).
- 46.4)- [Referencias](#).
- 46.5)- Bibliografía.
- 46.6)- [Enlaces Externos](#) .-
- CAPÍTULO XLVII: - 47)- ORTOPEDIA.-
- 47.1)- [Etimología](#).
- 47.2)- [Especialidades y Disciplinas Relacionadas](#).
- 47.3)- [Referencias](#).
- 47.4)- Bibliografía.
- 47.5)- [Enlaces Externos](#).-
- CAPÍTULO XLVIII: - 48)- CATEGORÍA:ORTOPEDIA.-
- CAPÍTULO XLIX: - 49)- CIRUGÍA ORTOPÉDICA.-
- 49.1)- [Terminología](#).
- 49.2)- [Formación](#)
- 49.2.1)- [Venezuela](#).
- 49.2.2)- [Estados Unidos y Canadá](#).
- 49.2.3)- [Colombia](#).
- 49.2.4)- [España](#).
- 49.3)- [Campo de Trabajo](#).
- 49.4)- [Historia](#).
- 49.5)- [Véase También](#).
- 49.6)- Bibliografía.
- 49.7)- [Enlaces Externos](#) .-
- CAPÍTULO L: -50)- ARTICULACIÓN (ANATOMÍA).-
- 50.1)- [Introducción](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 50.1.1)- [Líquido Sinovial.](#)
- 50.1.2)- [Membrana Sinovial.](#)
- 50.1.3)- [Cavidad Articular.](#)
- 50.1.4)- [Cartílago Articular.](#)
- 50.1.5)- [Hueso Subcondral.](#)
- 50.1.6)- [Cápsula Articular.](#)
- 50.2)- [Clasificación.](#)
- 50.2.1)- [Clasificación Por Estructura.](#)
- 50.2.1.1)- [Sinoviales.](#)
- 50.2.1.2)- [Fibrosas.](#)
- 50.2.1.3)- [Cartilaginosas.](#)
- 50.2.2)- [Clasificación Por Función ^{\[8\]}.](#)
- 50.2.2.1)- [Diartrrosis.](#)
- 50.2.2.2)- [Anfiartrosis.](#)
- 50.2.2.3)- [Sinartrosis.](#)
- 50.3)- [Enfermedades de las Articulaciones.](#)
- 50.4)- [Véase También.](#)
- 50.5)- [Referencias.](#)
- 50.6)- [Bibliografía.](#)
- 50.7)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LI: -51)- SISTEMA NERVIOSO.-
- 51-1)- [Divisiones del Sistema Nervioso.](#)
- 51.2)- [Células.](#)
- 51.2.1)- [Neuronas.](#)
- 51.2.1.1)- [Clasificación Morfológica.](#)
- 51.2.1.2)- [Clasificación Fisiológica.](#)
- 51.2.1.3)- [Impulsos Nerviosos.](#)
- 51.2.1.4)- [Sinapsis.](#)
- 51.2.1.5)- [Neurotransmisores.](#)
- 51.2.2)- [Células Gliales.](#)
- 51.2.2.1)- [Clasificación Topográfica.](#)
- 51.2.2.2)- [Clasificación Morfo-funcional.](#)
- 51.3)- [Sistema Nervioso Humano.](#)
- 51.3.1)- [Desarrollo Embrionario.](#)
- 51.3.2)- [Sistema Nervioso Central.](#)
- 51.3.3)- [Sistema Nervioso Periférico.](#)
- 51.3.4)- [Sistema Nervioso Autónomo.](#)
- 51.3.5)- [Enfermedades.](#)
- 51.4)- [Sistema Nervioso en los Animales.](#)
- 51.4.1)- [Redundancia.](#)
- 51.4.2)- [Mielinización.](#)
- 51.4.3)- [Metamerización.](#)
- 51.4.4)- [Centralización.](#)
- 51.4.5)- [Cefalización.](#)
- 51.4.6)- [Animales Diblásticos.](#)
- 51.4.7)- [Animales Triblásticos.](#)
- 51.4.7.1)- [Animales Protóstomos.](#)
- 51.4.7.2)- [Animales Deuteróstomos.](#)
- 51.4.8)- [Sistema Nervioso Por Filo.](#)
- 51.4.8.1)- [Cnidarios.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [51.4.8.2\)- Platelmintos.](#)
- [51.4.8.3\)- Anélidos.](#)
- [51.4.8.4\)- Moluscos.](#)
- [51.4.8.5\)- Artrópodos.](#)
- [51.4.8.6\)- Equinodermos](#)
- [51.4.8.7\)- Vertebrados.](#)
- [51.5\)- Véase También.](#)
- [51.6\)- Notas.](#)
- [51.7\)- Referencias.](#)
- 51.8)- Bibliografía.
- [51.9\)- Enlaces Externos.](#) -
- CAPÍTULO LII: - 52)- SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.-
- [52.1\)- Estructura.](#)
- [52.1.1\)- Áreas de Brodmann.](#)
- [52.1.2\)- Lóbulo Frontal.](#)
- [52.1.3\)- Lóbulo Parietal.](#)
- [52.1.4\)- Lóbulo Temporal.](#)
- [52.1.5\)- Lóbulo Occipital.](#)
- [52.1.6\)- Cuerpo Caloso.](#)
- [52.1.7\)- Cápsula Interna.](#)
- [52.1.8\)- Tálamo.](#)
- [52.1.9\)- Hipotálamo.](#)
- [52.1.10\)- Ganglios Basales.](#)
- [52.2\)- Sustancia Gris y Sustancia Blanca.](#)
- [52.3\)- Líquido Cefalorraquídeo.](#)
- [52.4\)- Desarrollo Embrionario.](#)
- [52.5\)- Enfermedades.](#)
- [52.5.1\)- Infecciones.](#)
- [52.5.1.1\)- Encefalitis y Mielitis.](#)
- [52.5.1.2\)- Meningitis.](#)
- [52.5.2\)- Enfermedades Neurodegenerativas.](#)
- [52.5.3\)- Tumores del Sistema Nervioso Central.](#)
- [52.5.3.1\)- Tumores Neuroepiteliales.](#)
- [52.5.3.2\)- Tumores No-neuroepiteliales.](#)
- [52.6\)- Véase También.](#)
- [52.7\)- Referencias.](#)
- 52.8)- Bibliografía.
- [52.9\)- Enlaces Externos.-](#)
- TOMO V -
- - CAPÍTULO XLIII: - 53)- HOMEOSTASIS.-
- [53.1\)- Interacción Entre Ser Vivo y Ambiente: Respuestas a los Cambios.](#)
- [53.2\)- Homeostasis y Sistemas de Control.](#)
- [53.2.1\)- Homeostasis de la Glucemia.](#)
- [53.3\)- Homeostasis Psicológica.](#)
- [53.4\)- Homeostasis Cibernética.](#)
- [53.5\)- Véase También.](#)
- [53.6\)- Referencias.](#)
- 53.7)- Bibliografía.
- [53.8\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO XLIV: -54)- CIBERNÉTICA.-

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [54.1\)- Conceptos Recurrentes Para su Investigación.](#)
- [54.2\)- Etimología.](#)
- [54.3\)- Historia](#)
- [54.3.1\)- La Raíz de la Teoría Cibernética.](#)
- [54.4\)- Estructura.](#)
- [54.5\)- Cibernética y Robótica.](#)
- [54.5.1\)- Aplicaciones.](#)
- [54.5.2\)- Ventajas.](#)
- [54.5.3\)-Desventajas.](#)
- [54.5.4\)- ransformación de Desventajas en Ventajas.](#)
- [54.6\)- Cibernética y Revolución Tecnológica.](#)
- [54.7\)- Cibernética y Educación.](#)
- [54.8\)- Véase También.](#)
- [54.9\)- Referencias.](#)
- 54.10)- Bibliografía.
- [54.11\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LV: -55)- RETROALIMENTACIÓN.-
- [55.1\)- Historia.](#)
- [55.1.1\)- Aspecto Social.](#)
- [55.1.2\)- Aspecto Tecnológico.](#)
- [55.1.3\)- Aspecto Político-económico.](#)
- [55.2\)- Lazo Abierto y Cerrado.](#)
- [55.3\)- Visión General.](#)
- [55.4\)- Realimentación Positiva y Realimentación Negativa.](#)
- [55.4.1\)- Sistemas Negativos y Sistemas Positivos.](#)
- [55.5\)- Tipos de Realimentación.](#)
- [55.5.1\)- Realimentación Negativa.](#)
- [55.5.2\)- Realimentación Positiva.](#)
- [55.6\)- Norbert Wiener.](#)
- [55.7\)- Principales Aportes de la Realimentación.](#)
- [55.8\)- Véase También.](#)
- [55.9\)- Referencias.](#)
- 55.10)- Bibliografía.
- 55.11)- Enlaces Externos.
- CAPÍTULO LVI: - 56)- ROBÓTICA.--
- [56.1\)- Historia de la Robótica.](#)
- [56.2\)- Clasificación de los Robots.](#)
- [56.2.1\)- Según su Cronología.](#)
- [56.2.2\)- Según su Estructura](#)
- [56.3\)- Véase También.](#)
- [56.4\)- Referencias.](#)
- 56.5)- Bibliografía.
- [56.6\)- Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO LVII: - 57)- BARRERA HEMATOENCEFÁLICA.-
- [57.1\)- Estructura.](#)
- [57.1.1\)- Endotelio.](#)
- [57.1.2\)- Periendotelio.](#)
- [57.1.2.1\)- Pericitos.](#)
- [57.1.2.2\)- Astrocitos.](#)
- [57.1.3\)- Desarrollo.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [57.2\)- Función](#)
- [57.3\)- Importancia Clínica.](#)
- [57.3.1\)- Fármaco Objetivo.](#)
- [57.3.2\)- Péptidos.](#)
- [57.4\)- Enfermedades.](#)
- [57.4.1\)- Meningitis.](#)
- [57.4.2\)- Absceso Cerebral.](#)
- [57.4.3\)- Epilepsia.](#)
- [57.4.4\)- Esclerosis Múltiple.](#)
- [57.4.5\)- Neuromielitis Óptica.](#)
- [57.4.6\)- Enfermedad De Vivo.](#)
- [57.4.7\)- Encefalitis por VIH.](#)
- [57.4.8\)- Inflamación Sistémica.](#)
- [57.4.9\)-Trastornos neurológicos relacionados con el gluten](#)
- [57.5\)- Historia.](#)
- [57.6\)- Véase También.](#)
- [57.7\)-Referencias.](#)
- [57.8\)- Otras Lecturas.](#)
- [57.9\)- Bibliografía.](#)
- [57.10\)- Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO LVIII: - 58)- CATEGORÍA:SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.-
- CAPÍTULO LIX: -59)- CAPILAR SANGUÍNEO.-
- [59.1\)- Circulación Capilar.](#)
- [59.2\)- Clasificación de los Capilares.](#)
- [59.2.1\)- Capilar Continuo o de Tipo Muscular.](#)
- [59.2.2\)- Capilares Fenestrados o Viscerales.](#)
- [59.2.3\)- Capilares Sinusoides.](#)
- [59.3\)- Función.](#)
- [59.4\)- Mecanismos de Intercambio Capilar.](#)
- [59.5\)- Referencias.](#)
- [59.6\)- Bibliografía.](#)
- [59.7\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LX: -60)- ENDOTELIO.-
- [60.1\)- Etimología.](#)
- [60.2\)- Funciones.](#)
- [60.3\)- Patología .](#)
- [60.4\)- Estructura.](#)
- [60.5\)- Endotelio Vascular.](#)
- [60.5.1\)-Función Endotelial Vascular.](#)
- [60.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXI: -61)- RESPIRACIÓN CELULAR.-
- [61.1\)Tipos de Respiración Celular.](#)
- [61.2\)- Respiración Aeróbica.](#)
- [61.2.1\)- Características.](#)
- [61.3\)- Véase también.](#)
- [61.4\)- Referencias.](#)
- [61.5\)- Bibliografía.](#)
- [61.6\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXII: -62)- BIOSÍNTESIS PROTEICA.-
- [62.1\)- Componentes del Equipo de Traducción.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 62.1.1)- [Traducción.](#)
- 62.1.2)- [Inicio de la Traducción.](#)
- 62.1.3)- [Elongación de la Cadena Polipeptídica.](#)
- 62.1.4)- [Terminación de la Síntesis de la Cadena Polipeptídica.](#)
- 62.2)- [Modificaciones Postraducción.](#)
- 62.2.1)- [Plegamiento.](#)
- 62.2.2)- [Glucosilación.](#)
- 62.2.3)- [Proteólisis Parcial.](#)
- 62.2.4)- [Modificación de Aminoácidos.](#)
- 62.3)- [Véase También.](#)
- 62.4)- [Referencias.](#)
- 62.5)- [Bibliografía.](#)
- 62.6)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXIII: -63)- CATEGORÍA:REACCIONES BIOQUÍMICAS.-
- CAPÍTULO LXIV: - 64)- OSMORREGULACIÓN.-
- 64.1)- [Osmorregulación en Animales.](#)
- 64.1.1)- [Epitelios de Transporte.](#)
- 64.1.2)- [Osmorregulación en Diferentes Ambientes.](#)
- 64.1.2.1)- [Ambientes Acuáticos.](#)
- 64.1.2.1.1)- [Animales Marinos.](#)
- 64.1.2.1.2)- [Animales de Agua Dulce.](#)
- 64.1.2.1.3)- [Reguladores Hiperosmóticos-Hipoosmóticos.](#)
- 64.1.2.2)- [Ambientes Terrestres.](#)
- 64.1.2.2.1)- [Mecanismos Adaptativos de Conservación de Agua.](#)
- 64.1.2.2.2)- [Órganos Reguladores.](#)
- 64.1.2.2.3)- [Control del Equilibrio Hidrosalino en Animales Terrestres.](#)
- 64.1.2.2.4)- [Hormona Antidiurética \(ADH\).](#)
- 64.1.2.2.5)- [Sistema Renina-angiotensina-aldosterona \(SRAA\).](#)
- 64.1.2.2.6)- [Péptido Natriurético Atrial \(PNA\).](#)
- 64.1.3)- [Mecanismos de Aumento de Presión.](#)
- 64.1.4)- [Mecanismos de Disminución de Presión.](#)
- 64.2)- [Osmorregulación en Plantas.](#)
- 64.2.1)- [Acumulación de Osmolitos Como Respuesta Osmorreguladora.](#)
- 64.2.2)- [Regulación de la Permeabilidad Celular.](#)
- 64.2.3)- [Control Estomático de la Pérdida de Agua.](#)
- 64.2.3.1)- [Mecanismo Hidropasivo.](#)
- 64.2.3.2)- [Mecanismo Hidroactivo.](#)
- 64.2.4)- [Respuesta de las Plantas Halófitas al Estrés Salino.](#)
- 64.3)- [Referencias.](#)
- 64.4)- [Bibliografía.](#)
- 64.5)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXV -65)- MICROBIOLOGÍA.-
- 65.1)- [Historia.](#)
- 65.1.1)- [Empirismo y Especulación.](#)
- 65.2)- [Tipos de Microbiología.](#)
- 65.3)- [Subdisciplinas y Otras Disciplinas Relacionadas.](#)
- 65.4)- [Beneficios de la Microbiología.](#)
- 65.4.1)- [Refutación de la Teoría de la Generación Espontánea.](#)
- 65.4.2)- [La microbiología en la Actualidad.](#)
- 65.5)- [Importancia.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [65.6\)- Véase También.](#)
- [65.7\)- Referencias.](#)
- 65.8)- Bibliografía.
- [65.9\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXVI : - 66)- HIPERTENSIÓN ARTERIAL.-
- [66.1\)- Historia.](#)
- [66.2\)- Epidemiología.](#)
- [66.3\)- Clasificación.](#)
- [66.3.1\)- Clasificación de la Hipertensión Sistémica Según su Causa.](#)
- [66.4\)- Etiología.](#)
- [66.4.1\)- Sodio.](#)
- [66.4.2\)- Renina.](#)
- [66.4.3\)- Resistencia a la Insulina.](#)
- [66.4.4\)- Diabetes.](#)
- [66.4.5\)- Peso.](#)
- [66.4.6\)- Apnea Durante el Sueño.](#)
- [66.4.7\)- Genética.](#)
- [66.4.8\)- Edad.](#)
- [66.5\)- Patogenia.](#)
- [66.6\)- Lesiones a Órganos.](#)
- [66.6.1\)- Ojo.](#)
- [66.6.2\)- Sistema Nervioso Central.](#)
- [66.6.3\)- Arterias Periféricas.](#)
- [66.6.4\)- Corazón.](#)
- [66.6.5\)- Riñones.](#)
- [66.7\)- Diagnóstico.](#)
- [66.7.1\)- Anamnesis.](#)
- [66.7.2\)- Procedimientos para la Medición Correcta de la Presión Arterial.](#)
- [66.7.3\)- Exploración Física.](#)
- [66.7.4\)- Exámenes de Laboratorio.](#)
- [66.7.5\)- Estudios Adicionales.](#)
- [66.8\)- Tratamiento.](#)
- [66.9\)- Prevención.](#)
- [66.10\)- Véase También.](#)
- [66.11\)- Referencias.](#)
- 66.12)- Bibliografía.
- [66.13\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXVII: - 67)- ANTIHIPERTENSIVO.-
- [67.1\)- Clasificación.](#)
- [67.1.1\)- Diuréticos.](#)
- [67.1.2B\)- Bloqueadores Adrenérgicos alfa.](#)
- [67.1.3\)- Bloqueadores de los Canales del Calcio.](#)
- [67.1.4\)- Bloqueadores de la Enzima Convertidora de la Angiotensina.](#)
- [67.1.5\)- Bloqueadores de los Receptores de la Angiotensina.](#)
- [67.2\)- Véase También.](#)
- TOMO VI -
- CAPÍTULO LXVIII: -68)- LINFA.-
- [68.1\)- Función.](#)
- [68.2\)- Composición](#)
- [68.3\)- Circulación Linfática.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 68.4)- [Cantidad de Linfa.](#)
- 68.5)- [Referencias.](#)
- CAPÍTULO LXIX: - 69)- CATEGORÍA:FLUIDOS CORPORALES.-
- CAPÍTULO LXX:
- 70)- VASO LINFÁTICO.-
- 70.1)- [Canales Prelinfáticos.](#)
- 70.2)- [Capilares Linfáticos.](#)
- 70.3)- [Conducto Torácico.](#)
- 70.4)- [Referencias.](#)
- 70.5)- [Bibliografía.](#)
- 70.6)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXI: -71)- CAPILARES LINFÁTICOS.-
- CAPÍTULO LXXII: - 72)- CIRCULACIÓN PULMONAR.-
- 72.1)- [Circulación Pulmonar.](#)
- 72.1.1)- [Corazón.](#)
- 72.1.2)- [Arterias.](#)
- 72.1.3)- [Pulmones.](#)
- 72.1.4)- [Venas.](#)
- 72.2)- [Fisiología.](#)
- 72.3)- [Historia.](#)
- 72.4)- [Desarrollo.](#)
- 72.5)- [Véase También.](#)
- 72.6)- [Referencias.](#)
- 72.7)- [Bibliografía.](#)
- 72.8)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXIII: - 73)- CATEGORÍA: FISIOLOGÍA RESPIRATORIA.-
- CAPÍTULO LXXIV: - 74)- TROMBOSIS.-
- 74.1)- [Etiología.](#)
- 74.2)- [Factores de Riesgo.](#)
- 74.2.1)- [Primarios.](#)
- 74.2.2)- [Secundarios.](#)
- 74.3)- [Tipos de Trombosis.](#)
- 74.4)- [Diferencia entre Trombosis y Embolia.](#)
- 74.5)- [Tratamiento.](#)
- 74.6)- [Véase También.](#)
- 74.7)- [Referencias.](#)
- 74.8)- [Bibliografía.](#)
- 74.9)- [Enlaces Externos.](#)
- LXXV: - 75)- TROMBOSIS VENOSA PROFUNDA.-
- 75.1)- [Etiología.](#)
- 75.2)- [Cuadro Clínico.](#)
- 75.3)- [Diagnóstico.](#)
- 75.3.1)- [Examen Físico.](#)
- 75.3.2)- [Probabilidad Por Puntuación.](#)
- 75.3.3)- [Laboratorio.](#)
- 75.3.3.1)- [Dímero-D.](#)
- 75.3.4)- [Imagenología.](#)
- 75.4)- [Tratamiento.](#)
- 75.4.1)- [Hospitalización.](#)
- 75.4.2)- [Anticoagulación.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 75.4.3)- [Trombolisis.](#)
- 75.4.4)- [Medias de Compresión.](#)
- 75.4.5)- [Filtro de la Vena Cava Inferior.](#)
- 75.5)- [Prevención.](#)
- 75.5.1)- [Pacientes Hospitalizados.](#)
- 75.5.2)- [Pacientes Quirúrgicos.](#)
- 75.5.3)- [Viajeros.](#)
- 75.6)- [Complicaciones.](#)
- 75.7)- [Referencias.](#)
- 75.8)- [Bibliografía.](#)
- 75.9)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXVI : - 76)- [ATEROESCLEROSIS.-](#)
- 76.1)- [Etimología y Ortografía.](#)
- 76.2)- [Placas de Ateroma.](#)
- 76.2.1)- [Morfología.](#)
- 76.2.2)- [Localización.](#)
- 76.3)- [Factores de Riesgo.](#)
- 76.3.1)- [No Modificables.](#)
- 76.3.2)- [Modificables .](#)
- 76.4)- [Patogenia .](#)
- 76.4.1)- [Daño Crónico del Endotelio.](#)
- 76.4.2)- [Proliferación de las Células Musculares Lisas.](#)
- 76.5)- [Enfermedades Ateroscleróticas.](#)
- 76.6)- [Tratamiento.](#)
- 76.7) [Referencias.](#)
- 76.8) [Bibliografía.](#)
- 76.9)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXVII: - 77)- [ARTERIOSCLEROSIS.-](#)
- 77.1)- [Terminología.](#)
- 77.2)- [Factores de Riesgo.](#)
- 77.3)- [Etiología.](#)
- 77.4)- [Tipos de Arteriosclerosis.](#)
- 77.5)- [Tratamiento.](#)
- 77.6)- [Referencias.](#)
- 77.7)- [Bibliografía.](#)
- 77.8)- [Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO LXXVIII: -78)- [ÉMBOLO.-](#)
- 78. 1)- [Definición.](#)
- 78.2)- [Clasificación.](#)
- 78.3)- [Patología.](#)
- 78.3.1)- [Embolismo Graso.](#)
- 78.3.2)- [Embolismo Aéreo.](#)
- 78.3.3)- [Otros Embolismos.](#)
- 78.3.3.1)- [Complicaciones.](#)
- 78.3.4)- [Émbolos Cardíacos.](#)
- 78.4)- [Tratamientos.](#)
- 78.5)- [Prevención.](#)
- 78.6)- [Referencias.](#)
- 78.7)- [Bibliografía.](#)
- 78.8)- [Enlaces Externos.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- CAPÍTULO LXXIX: -79)- INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO.-
- 79.1)- [Infarto Agudo de Miocardio e Insuficiencia Cardíaca.](#)
- 79. 2)- [Epidemiología.](#)
- 79. 3)- [Etiología.](#)
- 79.3.1)- [Trombo y Émbolo.](#)
- 79.3.2)- [Factores de Riesgo.](#)
- 79.3.2.1)- [Factores de Protección.](#)
- 79.4)- [Patología.](#)
- 79.4.1)- [Histopatología.](#)
- 79.5)- [Cuadro Clínico.](#)
- 79. 5.1)- [Examen Físico.](#)
- 79.5.2)- [Dolor Torácico.](#)
- 79.5.3)- [Dificultad Respiratoria.](#)
- 79.5.4)- [Signos Graves.](#)
- 79.5.5)- [En las Mujeres.](#)
- 79.5.6)- [Infartos Sin Dolor o Sin Otros Síntomas.](#)
- 79.6)- [Diagnóstico.](#)
- 79.6.1)- [Criterios de Diagnóstico.](#)
- 79.6.2)- [Marcadores Cardíacos.](#)
- 79.6.3)- [Angiografía.](#)
- 79.6.4)- [Diagnóstico Diferencial.](#)
- 79.7)- [Tratamiento.](#)
- 79.7.1)- [Cuidados Inmediatos.](#)
- 79.7.2)- [Intervención Coronaria Percutánea.](#)
- 79.8)- [Pronóstico y Complicaciones.](#)
- 79.9)- [Véase También.](#)
- 79.10)- [Referencias.](#)
- 79.11)- [Bibliografía.](#)
- 79.12)- [Enlaces Externos.](#) -
- CAPÍTULO LXXX: -80)- ACCIDENTE CEREBROVASCULAR.-
- 80.1)- [Etiología.](#)
- 80.2)- [Tipos.](#)
- 80.3)- [Epidemiología.](#)
- 80.4)- [Clasificación.](#)
- 80.4.1)- [Ictus Isquémico.](#)
- 80.4.1.1)- [De Origen Vascular y Hemodinámico.](#)
- 80.4.1.2)- [De Origen Intravascular.](#)
- 80.4.1.3)- [De Origen Extravascular.](#)
- 80.4.2)- [Ictus Hemorrágico.](#)
- 80.5)- [Cuadro Clínico.](#)
- 80.5.1)- [Primeros Auxilios.](#)
- 80.6)- [Rehabilitación.](#)
- 80.7)- [Prevención.](#)
- 80.8)- [Día Mundial.](#)
- 80.9)- [Programas Sociales.](#)
- 80.10)- [Véase También.](#)
- 80.11)- [Referencias.](#)
- 80.12)- [Bibliografía.](#)
- 80.13)- [Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXXI: - 81)- CLAUDICACIÓN INTERMITENTE.-

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- CAPÍTULO LXXXII: - 82)- LINFEDEMA.-
- [82.1\)- Causas-](#)
- [82.1.1\)- Linfedema Primario.](#)
- [82.1.2\)- Linfedema Secundario.](#)
- [82.1.3\)- Forma en Que se Desarrolla un L infedema.](#)
- [82.2\)- Diagnóstico.](#)
- [82.2.1\)- Utilidades de la linfogammagrafía](#)
- [82.3\)- Tratamiento.](#)
- [82.3.1\)- Drenaje Linfático Manual \(D.L.M.\).](#)
- [82.3.2\)- Cuidados de la Piel.](#)
- [82.3.3\)- Cinesiterapia.](#)
- [82.3.4\)- Vendajes Compresivos.](#)
- [82.3.5\)- Kinesiotape.](#)
- [82.3.6\)- Otros.](#)
- [82.4\)- Cuidados de un Linfedema.](#)
- [82.5\)- Véase También.](#)
- [82.6\)- Bibliografía.](#)
- [82.7\)- Enlaces externos.](#)
- CAPÍTULO LXXXIII: - 83)- PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR.-
- [83.1\)- Utilidad.](#)
- [83.2\)- Ventilación.](#)
- [83.2.1\)- Volumen.](#)
- [83.2.1.1\)- Volúmenes Obtenidos.](#)
- [83.2.1.2\)- Capacidad Máxima de Respiración.](#)
- [83.2.1.3\)- Medición de RV, TLC y FRC .](#)
- [83.2.2\)- Flujo-](#)
- [83.2.2.1\)- Volumen Espiratorio Máximo en un Segundo \(VEMS o FEV1\)](#)
- [83.2.2.2\)- Índice de Tiffeneau.](#)
- [83.2.2.3\)- Curva flujo-volumen.](#)
- [83.2.2.4\)- Curva flujo-capacidad Vital.](#)
- [83.2.2.5\)- Velocidad de Flujo Espiratorio Medio Máxima \(VFEMM\).](#)
- [83.2.2.6\)- Velocidad de Flujo Espiratorio Máxima \(VFEM\)](#)
- [83.2.2.7\)- Wright Peak Flow Meter.](#)
- [83.2.3\)- Pletismografo](#)
- [83.2.3.1\)- Resistencia de las vías aéreas \(Raw\).](#)
- [83.2.3.2\)- Conductancia de las vías aéreas \(Gaw\).](#)
- [83.2.3.3\)- Trabajo Pulmonar.](#)
- [83.2.3.4\)-Potencia pulmonar.](#)
- [83.2.3.5\)- Constante de tiempo.](#)
- [83.2.3.6\)- Compliancia.](#)
- [83.2.3.7\)- Elastancia.](#)
- [83.2.3.8\)- Volumen Residual.](#)
- [83.2.3.9\)- Capacidad Pulmonar Total.](#)
- [83.3\)- Intercambio Gaseoso](#)
- [83.3.1\)- Gasometría Arterial.](#)
- [83.3.1.1\)- Hipoxemia.](#)
- [83.3.1.2\)- Hipercapnia.](#)
- [83.3.2\)- Capacidad de difusión.](#)
- [83.4\)- Circulación Pulmonar.](#)
- [83.4.1\)- Valoración Estimativa.](#)

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- [83.4.2\)- Valoración Definitiva.](#)
- [83.5\)- Control Neurológico de la Respiración en Vigilia y en Sueño.](#)
- [83.5.1\)-Receptores.](#)
- [83.5.2\)- Procesamiento.](#)
- [83.5.3\)- Hiperventilación.](#)
- [83.5.4\)- Hipoventilación.](#)
- [83.5.5\)- Medición.](#)
- [83.6\)- Pruebas de Ejercicio.](#)
- [83.7\)- Otras.](#)
- [83.7.1\)- Desigualdad en la ventilación-perfusión.](#)
- [83.7.2\)- Volumen de cierre](#)
- [83.7.3\)- Consumo de oxígeno](#)
- [83.8\)- Instrumental Requerido.](#)
- [83.8.1\)- Espirometría.](#)
- [83.8.2\)- Cataferometro.](#)
- [83.8.3\)- Pneumotacógrafo.](#)
- [83.8.4\)- Interruptor de flujo.](#)
- [83.8.5\)- Capnógrafo.](#)
- [83.8.6\)- Nitrógrafo.](#)
- [83.8.7\)Metabotest.](#)
- [CAPÍTULO LXXXIV: -84\)- MONTEVIDEO. R.O.U.-](#)
- [84.1\)- Toponimia.](#)
- [84.2\)- Historia.](#)
- [84.2.1\)- Siglo XVIII.](#)
- [84.2.2\)- Siglo XIX.](#)
- [84.2.3\)- Siglo XX.](#)
- [84.2.4\)- Siglo XXI.](#)
- [84.3\)- Geografía.](#)
- [84.3.1\)- Clima.](#)
- [84.3.2\)- Sismicidad.](#)
- [84.4\)- Barrios.](#)
- [84.5\)- División Administrativa.](#)
- [84.6\)- Espacio Público.](#)
- [84.6.1\)- Playas.](#)
- [84.6.2\)- Centros Comerciales.](#)
- [84.6.3\)- Mercados.](#)
- [84.7\)- Cultura y Espectáculos.](#)
- [84.7.1\)- Arquitectura.](#)
- [84.7.2\)- Literatura.](#)
- [84.8\)- Demografía.](#)
- [84.9\)- Religión.](#)
- [84.10\)- Deportes.](#)
- [84.11\)- Turismo.](#)
- [84.12\)- Infraestructura.](#)
- [84.12.1\)- Puerto.](#)
- [84.12.2\)- Hospitales.](#)
- [84.13\)- Transporte.](#)
- [84.13.1\)- Aéreo.](#)
- [84.13.2\)- Sistema de Transporte Metropolitano.](#)
- [84.13.3\)- Otros Medios de Transporte.](#)

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- [84.14\)- Ciudades Hermanadas.](#)
 - [84.15\)- Véase También.](#)
 - [84.16\)- Bibliografía general.](#)
 - [84.17\)- Sitios de Interés General Para el Tema.](#)
 - [84.18\)- Referencias.](#)
 - [84.19\)- Enlaces Externos.](#)
- CAPÍTULO LXXXV: -85) - LOS 130 LIBROS PUBLICADOS PROF. Dr. ENRIQUE BARMAIMON:
 -.-
- CAPÍTULO LXXXVI: - 86)- CURRICULO PROF. DR. ENRIQUE BARMAIMON B.:

0 0 0 0 0 0 0 0.

0 0 0 0 0 0 0 0.

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- T O M O I I -

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

**- CAPÍTULO XVII: -17)- TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.-
-De Wikipedia, la enciclopedia libre.**



- Escáner de Tomografía.



- Escaner de tomografía de Siemens.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Tomografía viene del griego *τομή*, que significa corte o sección y de *γραφή* que significa imagen o gráfico. Por tanto la tomografía: Es la obtención de imágenes de cortes o secciones de algún objeto. La posibilidad de obtener imágenes de cortes tomográficos reconstruidas en planos no transversales, ha hecho que en la actualidad se prefiera denominar a esta técnica tomografía computarizada o TC en lugar de TAC.
- En lugar de obtener una imagen de proyección, como la [radiografía](#) convencional, la TC obtiene múltiples imágenes, al efectuar la fuente de rayos X y los detectores de radiación, movimientos de rotación alrededor del cuerpo.
- La representación final de la imagen tomográfica, se obtiene mediante la captura de las señales, por los detectores y su posterior proceso, mediante [algoritmos](#) de reconstrucción.

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XVII: -17)- TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA.-
- [17.1\)- Historia.](#)
- [17.2\)- Principio de Funcionamiento.](#)
- [17.3\)- Fundamento Técnico.](#)
- [17.4\)- Usos de la TC.](#)
- [17.5\)- Ventajas.](#)
- [17.6\)-Desventajas.](#)
- [17.7\)- Véase También.](#)
- [17.8\)- Referencias.](#)
- 17.9)- Bibliografía.
- 17.10)- Enlaces Externos.

- 17.1)- Historia.



- El prototipo de los Tomógrafos Computados.



- Este Tomógrafo Computado histórico fue manufacturado por la compañía británica EMI.

- En los fundamentos de esta técnica, trabajaron de forma independiente el ingeniero electrónico y físico sudafricano nacionalizado norteamericano [Allan McLeod Cormack](#), y el

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

ingeniero electrónico inglés Sir [Godfrey Newbold Hounsfield](#), que dirigía la sección médica del Laboratorio Central de Investigación de la Compañía [EMI](#). Ambos obtuvieron de forma compartida, el [Premio Nobel de Fisiología o Medicina](#), en [1979](#).

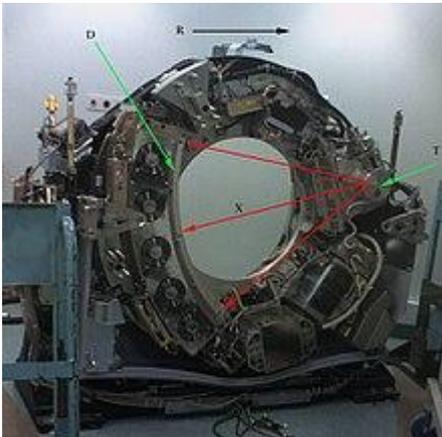
- En [1967](#), Cormack publica sus trabajos sobre la TC, siendo el punto de partida de los trabajos de Hounsfield, que diseña su primera unidad. En [1972](#), comenzaron los ensayos clínicos, cuyos resultados sorprendieron a la comunidad médica, si bien la primera imagen craneal, se obtuvo un año antes.

- Los primeros cinco aparatos, se instalaron en Reino Unido y Estados Unidos; la primera TC de un cuerpo entero se consiguió, en [1974](#).

- En el discurso de presentación del comité del Premio Nobel, se destacó que previo al escáner, "las radiografías de la cabeza, mostraban solo los huesos del cráneo, pero el cerebro permanecía como un área gris, cubierto por la neblina. Súbitamente la neblina se ha disipado".

- En recuerdo y como homenaje a Hounsfield, las unidades que definen las distintas atenuaciones de los tejidos estudiadas en TC, se denominan *unidades Hounsfield* o *número TC (CT number)*; donde el agua corresponde a 0HU, tejidos blandos +30 a+60HU, grasa -40 a -120HU, entre otros, que permiten hacer caracterización de tejidos.

- 17.2)- Principio de Funcionamiento.



- Interior de un tomógrafo axial computarizado. Leyenda:

D: detectores de radiación.

T: tubo emisor de rayos X.

X: haz de rayos X.

R: rotación del "gantry".

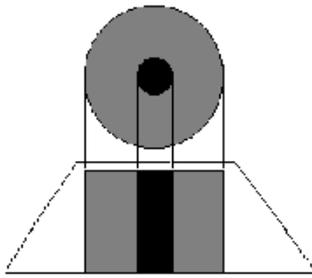
-El aparato de TC: Emite un haz colimado de rayos X, que incide sobre el objeto que se estudia. La radiación que no ha sido absorbida por el objeto, es recogida por los detectores.

- Luego el emisor del haz, que tenía una orientación determinada (por ejemplo, estrictamente vertical a 90°), cambia su orientación (por ejemplo, haz oblicuo a 95°).

- Este espectro también es recogido por los detectores. El ordenador 'suma' las imágenes, promediándolas. Nuevamente, el emisor cambia su orientación (según el ejemplo, unos 100° de inclinación).

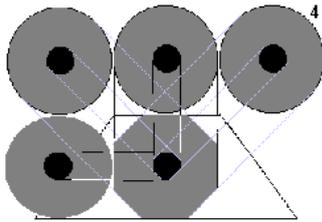
- Los detectores recogen este nuevo espectro, lo 'suman' a los anteriores y 'promedian' los datos. Esto se repite hasta que el tubo de rayos y los detectores han dado una vuelta completa, momento en el que se dispone de una imagen tomográfica definitiva y fiable.

- Para comprender qué hace el ordenador, con los datos que recibe, lo mejor es examinar el diagrama que se aprecia líneas abajo.



1

- La figura '1' representa el resultado en imagen de una sola incidencia o proyección (vertical, a 90°). Se trata de una representación esquemática de un miembro, por ejemplo un muslo. El color negro representa una densidad elevada, la del hueso. El color gris representa una densidad media, los tejidos blandos (músculos).



4

- En la figura '4' el ordenador dispone de datos de cuatro incidencias: 45°, 90°, 135° y 180°. Los perfiles de la imagen son ortogonales, lo que la aproximan mucho más a los contornos circulares del objeto real.

- Una vez que ha sido reconstruido el primer corte, la mesa donde el objeto reposa avanza (o retrocede), una unidad de medida (hasta menos de un milímetro), y el ciclo vuelve a empezar. Así se obtiene un segundo corte : es decir, una segunda imagen tomográfica, que corresponde a un plano, situado a una unidad de medida del corte anterior.

-A partir de todas esas imágenes transversales (axiales), un computador reconstruye una imagen bidimensional, que permite ver secciones de la pierna (o el objeto de estudio), desde cualquier ángulo. Los equipos modernos permiten incluso hacer reconstrucciones tridimensionales. Estas reconstrucciones son muy útiles en determinadas circunstancias, pero no se emplean en todos los estudios, como podría parecer. Esto es así, debido a que el manejo de imágenes tridimensionales, no deja de tener sus inconvenientes.

-Un ejemplo de imagen tridimensional, es la imagen 'real'. Como casi todos los cuerpos son opacos, la interposición de casi cualquier cuerpo entre el observador y el objeto, que se desea examinar, hace que la visión de éste se vea obstaculizada.

- La representación de las imágenes tridimensionales sería inútil, si no fuera posible lograr que cualquier tipo de densidad que se elija, no se vea representada, con lo que determinados tejidos se comportan como transparentes. Aun así, para ver completamente un órgano determinado, es necesario mirarlo desde diversos ángulos o hacer girar la imagen.

- Pero incluso entonces veríamos su superficie, no su interior.

-Para ver su interior, se debe hacerlo a través de una imagen de corte, asociada al volumen, y aun así ,parte del interior no siempre sería visible. Por esa razón, en general, es más útil estudiar una a una, todas las imágenes consecutivas de una secuencia de cortes, que recurrir a reconstrucciones en bloque de volúmenes, aunque a primera vista sean más espectaculares.

- 17.3)- Fundamento Técnico.

- La TC se basa en el trabajo desarrollado por [Johann Radon](#), en 1917, quien demostró que era posible reconstruir una imagen, a partir de múltiples proyecciones de estas, a diferentes ángulos, esta operación matemática usada en la TC, es conocida como [Transformada de](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

Radon.

-El tubo de rayos X, que gira alrededor del objeto a escanear, captura diferentes tomas en su rotación, y del número de estas, depende en gran parte, la calidad la resolución del escaneo (plano XY); el otro factor de hardware que afecta este item, es el número de detectores (píxeles) . Al tiempo que el tubo y el detector giran respecto al paciente, se mueven longitudinalmente, para cubrir la superficie a estudiar, y las imágenes pueden ser más "gruesas" (>5mm) o "delgadas"(<5mm) (más resolución); según el número de líneas de detectores, que en los equipos más modernos pueden ser superiores a 128.

- Las múltiples proyecciones obtenidas son almacenadas en una única matriz llamada sinograma, a la cual se le aplica un algoritmo de reconstrucción, llamado retroproyección filtrada, que igualmente está basado en la transformada de Radón.

- Para aplicarlo a la medicina, hubo que esperar al desarrollo de la computación y del equipo adecuado, que mezclase la capacidad de obtener múltiples imágenes axiales separadas por pequeñas distancias, almacenar electrónicamente los resultados, y tratarlos. Todo esto lo hizo posible el británico G. H. Hounsfield, en los años 70.

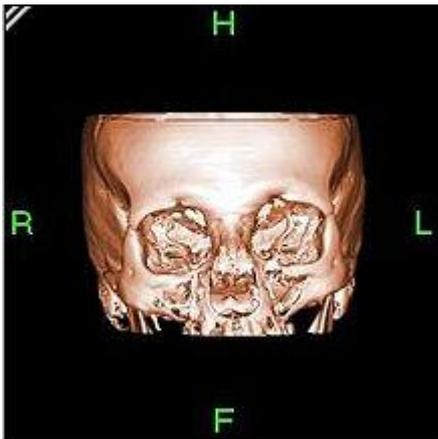
- 17.4)- Usos de la TC.



- Pantalla típica del software de diagnóstico, mostrando una vista 3D, y tres vistas MPR.



- Un topograma tal como se usa para planificar cada corte tomográfico.



- Huesos reconstruidos en 3D. Un gráfico de volumen muestra claramente los huesos de gran densidad. Después de usar una herramienta de segmentación para ocultar los huesos, los vasos sanguíneos anteriormente ocultos, quedan expuestos.

-La TC, es una exploración o prueba radiológica, muy útil para el estadiaje o estudio de extensión de los [cánceres](#) en especial en la zona craneana, como: el [cáncer de mama](#), [cáncer de pulmón](#) y [cáncer de próstata](#), o la detección de cualquier cáncer en la zona nasal; los cuales en su etapa inicial, pueden estar ocasionando alergia o rinitis crónica.

- Otro uso, es la simulación virtual y planificación de un tratamiento del cáncer, con [radioterapia](#), es imprescindible el uso de imágenes en tres dimensiones, que se obtienen de la TC.

-Las primeras TC, fueron instaladas en España a finales de los años 70 del siglo XX. Los primeros TC, servían solamente para estudiar el cráneo, fue con posteriores generaciones de equipos, cuando pudo estudiarse el cuerpo completo. Al principio era una exploración cara y con pocas indicaciones de uso.

- Actualmente es una exploración de rutina de cualquier hospital, habiéndose abaratado mucho los costos. Ahora con la TC helicoidal, los cortes presentan mayor precisión, distinguiéndose mejor las estructuras anatómicas. Las nuevas TC multicoronal o multicorte, incorporan varios anillos de detectores (entre 2 y 320), lo que aumenta aún más la rapidez, obteniéndose imágenes volumétricas en tiempo real.

- Esquema de una TC de cuarta generación. El tubo gira dentro del *gantry*, que contiene múltiples detectores en toda su circunferencia. La mesa con el paciente avanza progresivamente mientras se realiza el disparo.

-Entre las ventajas de la TC, se encuentra que es una prueba rápida de realizar, que ofrece nitidez de imágenes, que todavía no se han superado con la [resonancia magnética nuclear](#); como es la visualización de ganglios, hueso, etc. y entre sus inconvenientes se cita que la mayoría de veces es necesario, el uso de contraste intravenoso, y que al utilizar rayos X, se reciben dosis de [radiación ionizante](#), que a veces no son despreciables. Por ejemplo en una TC abdominal, se puede recibir la radiación de más de 500 radiografías de tórax, el equivalente de radiación natural de más de cinco años.

- 17.5)- Ventajas.

-Por medio de la visualización a través de la exploración por TC, un radiólogo experto puede diagnosticar numerosas causas de dolor abdominal con una alta precisión, lo cual permite aplicar un tratamiento rápido, y con frecuencia elimina la necesidad de procedimientos de diagnóstico adicionales y más invasivos. Cuando el dolor se produce a causa de una infección

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

e inflamación, la velocidad, facilidad y precisión de un examen por TC, puede reducir el riesgo de complicaciones graves, causadas por la perforación del apéndice o la rotura del divertículo, y la consecuente propagación de la infección. Las imágenes por TC son exactas, no son invasivas, y no provocan dolor. También se utiliza en el diagnóstico de la [Hernia Paraestomal](#) .

- Una ventaja importante de la TC, es su capacidad de obtener imágenes de huesos, tejidos blandos y vasos sanguíneos al mismo tiempo. A diferencia de los rayos X convencionales, la exploración por TC, brinda imágenes detalladas de numerosos tipos de tejido, así como también de los pulmones, huesos y vasos sanguíneos.

- Los exámenes por TC son rápidos y sencillos; en casos de emergencia, pueden revelar lesiones y hemorragias internas ,lo suficientemente rápido, como para ayudar a salvar vidas.

- La TC es menos sensible al movimiento de pacientes, que la RMN, por lo que en los equipos más modernos, es posible hacer tomografía cardíaca de alta calidad, aún con el movimiento del corazón.

-La TC se puede realizar, si usted tiene implante de dispositivo médico de cualquier tipo, a diferencia de la RMN. El diagnóstico por imágenes por TC, proporciona imágenes en tiempo real, haciendo de éste una buena herramienta para guiar procedimientos mínimamente invasivos, tales como biopsias por aspiración, y aspiraciones por aguja de numerosas áreas del cuerpo, particularmente los pulmones, el abdomen, la pelvis y los huesos.

- Un diagnóstico determinado por medio de una exploración por TC, puede eliminar la necesidad de una cirugía exploratoria, y una biopsia quirúrgica. Luego del examen por TC no quedan restos de radiación en su cuerpo. En general, los rayos X utilizados en las exploraciones por TC, no tienen efectos secundarios.

- 17.6)- Desventajas.

- La dosis efectiva de radiación y la dosis de radiación absorbida a partir de este procedimiento, es diferente según la máquina, y la parte del cuerpo escaneada, y varía en algunas máquinas probadas de aproximadamente 1 a 10 mSv, y desde aproximadamente 10 a 140 mGy para un solo análisis. A veces, más de una exploración se realiza a la vez, una con y otra sin agente de contraste, lo que duplica la dosis recibida por el paciente.

- La dosis efectiva es de aproximadamente la misma proporción, que una persona promedio recibe de radiación de fondo en tres años, pero la dosis absorbida puede ser aproximadamente la misma proporción, que la parte del cuerpo que recibe de radiación de fondo en 60 años. Las mujeres siempre deben informar a su médico y al tecnólogo de rayos X o TC si existe la posibilidad de que estén embarazadas.

- En general, el diagnóstico por imágenes por TC, no se recomienda para las mujeres embarazadas, salvo que sea médicamente necesario, debido al riesgo potencial para el bebé.

- Las madres en período de lactancia, deben esperar 24 horas después de que hayan recibido la inyección intravenosa del material de contraste, antes de poder volver a amamantar. -

- Antes de realizar un estudio con contraste, el paciente debe de llenar un cuestionario en donde se le realizan preguntas acerca de su historial de salud como: alergias, síntomas y razón por la que se le realiza el estudio. El riesgo de una reacción alérgica grave al material de contraste, que contiene yodo, muy rara vez ocurre, y los departamentos de radiología deben de poseer las herramientas necesarias en caso de que ocurra un evento como este .

- Por eso siempre se debe de llevar a cabo un proceso de documentación en unos libros de procedimientos, en donde se identifica al paciente , estudio que se le realizó, y el contraste que se le administró. De esta forma se logra llevar un control en cuanto a las reacciones alérgicas que han ocurrido y se mantiene un historial en el expediente. Debido a que los

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

niños son más sensibles a la radiación, se les debe someter a un estudio por TC, únicamente si es fundamental para realizar un diagnóstico, y no se les debe realizar estudios por TC, en forma repetida, a menos que sea absolutamente necesario.

.El estudio *BMJ: " Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians"*¹ publicado en el BMJ el 22 de mayo de 2013, realizado a 700.000 niños de 0 a 19 años , sometidos anteriormente exploraciones de Tomografía Computarizada (TC), confirmarían un incremento de un 24% en la incidencia de [cáncer](#) ([cáncer encefálico](#) y [leucemias](#)), en relación con población de similar edad no sometida a TAC. El riesgo aumentaría cuanto mayor es el número de exploraciones realizadas y cuanto menor es la edad del niño.² .

- 17.7)- Véase También.

- [Imagen médica](#);
- [Tecnología sanitaria](#);

+ [Tomografía de haz electrónico ultrarrápida](#) .

- 17.8)- Referencias.

1. [↑](http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360) [<http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360> *Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians*]
2. [↑](#) [La sobreutilización tecnológica, un riesgo para la salud](#), [Luisa Lores](#), [Nueva Tribuna](#), 28/5/2013 .
3. [Radiological Society of North America, Inc. \(RSNA\)](#) TAC – Abdomen y pelvis.

-17.9)- Bibliografía.

- - VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](mailto:www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR) .(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:
- -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 17.10)- Enlaces Externos.

- [Proyectos Wikimedia](#)
-  Datos: [Q32566](#)
-  Multimedia: [Computed tomography](#)

[Control de autoridades](#)

- [Identificadores](#)
- [GND: 4113240-3](#)
- [NDL: 00976418](#)
- [Diccionarios y enciclopedias](#)
- [Britannica: url](#)
- [Identificadores médicos](#)
- [CIE-9: 88.38](#)
- [MedlinePlus: 003330](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [MeSH: D014057](#)

- Datos: [Q32566](#)

- Multimedia: [Computed tomography](#)

``

Obtenido de

«https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tomografía_axial_computarizada&oldid=117328309»

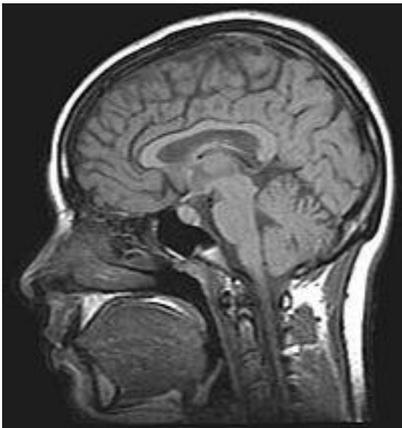
Categorías:

- [Radiografía;](#)
- [Radiología digital;](#)
- [Tecnologías sanitarias;](#)
- [Ciencia y tecnología de Reino Unido del siglo XX;](#)
- [Ciencia de 1971;](#)
- [Reino Unido en 1971;](#)
- [Introducciones de 1972;](#)
- Esta página se editó por última vez el 15 agosto2019 a las 09:13.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XVIII: -18)- RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.-

-De Wikipedia, la enciclopedia libre. Véase [Resonancia magnética \(desambiguación\)](#)..



- Imagen del cerebro humano obtenida por resonancia magnética.



- Imágenes de un corazón humano bombeando.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

-La resonancia magnética nuclear (RMN): Es un fenómeno [físico](#), basado en las propiedades mecánico-cuánticas de los [núcleos atómicos](#). RMN también se refiere a la familia de métodos científicos, que exploran este fenómeno para estudiar [moléculas](#) : espectroscopia de RMN), [macromoléculas](#) : RMN biomolecular; así como tejidos y organismos completos : [imagen por resonancia magnética](#).

- Todos los [núcleos](#) que poseen un número impar de [protones](#) + [neutrones](#), tienen un [momento magnético](#) y un [momento angular](#) intrínseco, en otras palabras, tienen un espín > 0.

- ,Los núcleos más comúnmente empleados en RMN, son el protio (^1H , el isótopo más sensible en RMN después del inestable tritio, ^3H), el ^{13}C y el ^{15}N ; aunque los isótopos de núcleos de muchos otros elementos : ^2H , ^{10}B , ^{11}B , ^{15}N , ^{17}O , ^{19}F , ^{23}Na , ^{29}Si , ^{31}P , ^{35}Cl , ^{113}Cd , ^{195}Pt ; son también utilizados.

- La RMN aprovecha que los [núcleos atómicos](#) : por ejemplo, dentro de una [molécula](#), resuenan a una frecuencia directamente proporcional a la fuerza de un [campo magnético](#) ejercido, de acuerdo con la ecuación de la frecuencia de precesión de Larmor, para posteriormente perturbar este alineamiento, con el uso de un campo magnético alterno, de orientación ortogonal..

- La literatura científica hasta el 2008, incluye espectros en un gran intervalo de campos magnéticos, desde 100 nT hasta 20 T. Los campos magnéticos mayores son a menudo preferidos puesto, que correlacionan con un incremento en la sensibilidad de la señal, aunque para la [imagen por resonancia magnética](#) en medicina, se utilizan campos magnéticos, que permitan utilizar [radiación no ionizante](#).

- Existen muchos otros métodos para incrementar la señal observada. El incremento del campo magnético, también se traduce en una mayor resolución espectral, cuyos detalles son descritos por el [desplazamiento químico](#) y el [efecto Zeeman](#).

- El fenómeno de la RMN, también se utiliza en la RMN de campo bajo, la RMN de campo terrestre, y en algunos tipos de magnetómetros.

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XVIII: -18)- RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.-

-18.1)- [Historia](#).

-18.1.1)- [Descubrimiento](#).

- 18.2)- [Principio Físico](#).

- 18.2.1)- [Espín Nuclear](#).

-18.2.2)- [Valores del Momento Angular del Espín](#).

-18.2.3)- [Comportamiento del Espín en un Campo Magnético](#).

- 18.2.4)- [Apantallamiento Nuclear](#).

-18.2.5)- [Digitalización Mediante Transformada de Fourier](#).

- 18.3)- [Espectroscopia de RMN](#).

- 18.4)- [Aplicaciones Más Comunes](#).

- 18.4.1)- [Aplicación en Medicina](#).

- 18.5)- [Véase También](#).

- 18.6)- [Referencias](#).

- 18.7)- [Bibliografía](#)

- 18.8)- [Enlaces Externos](#)

- 18.8.1)- [Tutorial](#).

- 18.8.2)- [Animaciones y Simulaciones](#).

- 18.8.3)- [Software](#).

- 18.8.4)- [Video](#).

- 18.8.5)- [Wiki](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 18.1- Historia.

- 18.1.1)- Descubrimiento.

-La Resonancia Magnética Nuclear fue descrita y medida en rayos moleculares, por [Isidor Isaac Rabi](#), en [1938](#).¹

-Ocho años después, en [1946](#), [Félix Bloch](#) y [Edward Mills Purcell](#), refinan la técnica usada en líquidos y en sólidos, por lo que compartieron el [Premio Nobel de Física](#) en [1952](#).²

-Purcell había trabajado en el desarrollo del [radar](#) y sus aplicaciones durante la [Segunda Guerra Mundial](#), en el [Laboratorio de Radiación](#), del [Instituto Tecnológico de Massachusetts](#).

- Su trabajo durante tal proyecto, fue producir y detectar energía de [radiofrecuencias](#), y sobre absorciones de tales energías de RF por la materia, precediendo a su codescubrimiento de la RMN.

-Ellos se dieron cuenta, de que los núcleos magnéticamente activos, como ^1H ([protio](#)) y ^{31}P , podían absorber energía de [RF](#), cuando eran colocados en un campo magnético de una potencia específica, y así lograban identificar los núcleos.

- Diferentes núcleos atómicos dentro de una molécula, resuenan a diferentes frecuencias de radio, para la misma fuerza de campo magnético.

-La observación de tales frecuencias resonantes magnéticas de los núcleos presentes en una molécula, permite al usuario entrenado, descubrir información química, estructural, espacial y dinámica acerca de las moléculas.

-El desarrollo de la resonancia magnética nuclear como técnica de [química analítica](#) y de [bioquímica](#), fue paralela con el desarrollo de la tecnología electromagnética y su introducción al uso civil.

- 18.2)- Principio Físico.

-18.2.1)- Espín Nuclear.

- Los [hadrones](#) : *más específicamente [bariones](#)*, que componen al [núcleo atómico](#) : [neutrones](#) y [protones](#), tienen la propiedad mecánico-cuántica intrínseca del [espín](#).

- El espín de un [núcleo](#), está determinado por el número cuántico del espín I . Si el número combinado de protones y neutrones en un [isótopo](#) dado es par, entonces $I = 0$, i. e. no existe un espín general; así como los [electrones](#) se aparean en [orbitales atómicos](#), de igual manera se asocian neutrones y protones en números pares : que también son partículas de espín $\frac{1}{2}$, para dar un espín general = 0.

-Un espín distinto a cero, I , está asociado a un [momento magnético](#) distinto a cero, μ :
en donde γ es la constante giromagnética. Esta constante indica la intensidad de la señal de cada isótopo usado en RMN. Salvo en la desintegración atómica, no se obtiene el núcleo separado de los electrones, los electrones que giran al redor del núcleo, se distinguen por los cuatro números cuánticos, la mecánica cuántica lo explica .

- 18.2.2)- Valores del Momento Angular del Espín.

- El [momento angular](#) asociado al espín nuclear esta [cuantizado](#). Esto significa que tanto la *magnitud* como la *orientación* del momento angular están [cuantizadas](#) (i.e. I solo puede tomar valores en un intervalo restringido).

- El número cuántico asociado se conoce como número cuántico magnético, m , y puede tomar valores enteros desde $+I$ hasta $-I$. Por lo tanto, para cualquier núcleo, existe un total

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

de $2I+1$ estados de momento angular.

-El componente z del vector de momento angular, I_z es por lo tanto: en la que es la [constante de Planck](#) reducida. -El componente z del momento magnético es simplemente:

- 18.2.3)- Comportamiento del Espín en un Campo Magnético.

- Considerando un [núcleo](#), que posee un espín de $\frac{1}{2}$, como ^1H , ^{13}C o ^{19}F . Este núcleo tiene dos estados posibles de espín: $m = \frac{1}{2}$ o $m = -\frac{1}{2}$ (que también se les llama 'arriba' y 'abajo', o α y β , respectivamente).

-Las energías de estos dos estados son degeneradas, lo cual significa que son las mismas. Por lo tanto, las poblaciones de estos dos estados (i.e. el número de átomos en los dos estados), serán aproximadamente iguales, en condiciones de equilibrio térmico.

- Sin embargo, al poner este núcleo bajo un [campo magnético](#), la interacción entre el [momento magnético nuclear](#) y el campo magnético externo, promoverá que los dos estados de espín, dejen de tener la misma energía.

-La energía del momento magnético μ bajo la influencia del campo magnético B_0 (campo magnético principal) está dado por el producto escalar negativo de los vectores:

En el que el campo magnético ha sido orientado a lo largo del eje +z (por convención).

-Por lo tanto:

Como resultado, los distintos estados nucleares del espín tienen diferentes energías en un campo magnético $\neq 0$. En otras palabras, podemos decir que los dos estados del espín de un espín $\frac{1}{2}$ han sido alineados ya sea a favor o en contra del campo magnético. Si γ es positiva (lo cual es cierto para la mayoría de los isótopos) entonces $m = \frac{1}{2}$ está en el estado de baja energía.

-La diferencia de energía entre los dos estados está dada por la ecuación:

y esta diferencia se traduce en una pequeña mayoría de espines en el estado de baja energía.

-La resonancia ocurre cuando esta diferencia energética es excitada por radiación

electromagnética de la misma frecuencia. La energía de un [fotón](#) es $h\nu$, donde ν es su frecuencia. Por lo tanto la absorción ocurrirá cuando:

Estas frecuencias corresponden típicamente al intervalo de [radiofrecuencias](#) del espectro electromagnético.

- 18.2.4)- Apantallamiento Nuclear.

-Podría parecer, por lo dicho arriba, que todos los núcleos del mismo [núclido](#) (y por lo tanto la misma γ), resuenan a la misma frecuencia. Este no es el caso. La perturbación más importante en las frecuencias para aplicaciones en RMN, es el efecto de 'apantallamiento' que ejercen los electrones circundantes.

-En general, este apantallamiento electrónico reduce el campo magnético del núcleo (lo cual determina la frecuencia de la RMN), debido a que se alinean en dirección contraria al B_0 .

- Como resultado, la brecha energética se reduce y la frecuencia requerida para alcanzar resonancia también se reduce. Este desplazamiento de la frecuencia de RMN, influenciado fuertemente por los grupos químicos se conoce como desplazamiento químico, y explica por qué el RMN es una sonda directa de la estructura química.

- Si un núcleo está más apantallado, estará desplazado hacia 'campo alto' (menor desplazamiento químico) y si está más desapantallado, entonces estará desplazado hacia 'campo bajo' (mayor desplazamiento químico).³.

- A menos que la simetría local sea particularmente alta, el efecto de apantallamiento

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

depende de la orientación de la molécula con respecto al campo externo.

- En RMN de estado sólido, el 'giro al ángulo mágico' (magic angle spinning) es necesario para disipar esta dependencia orientacional. Esto no se requiere en RMN convencional, puesto que el movimiento rápido y desordenado de moléculas en solución, disipa el componente anisótropo del desplazamiento químico.

- 18.2.5)- Digitalización Mediante Transformada de Fourier.

-La recuperación natural de la dirección y sentido de los espines, una vez se deja de aplicar la radiofrecuencia, generará unas emisiones a consecuencia de la liberación energética, las cuales serán captadas por la antena receptora del [escáner](#).

- Estas emisiones han de ir en concordancia con la [Dim-Fase](#), siendo la compilación de todas estas emisiones el principio de la resonancia magnética.

-Una vez finalizada toda la extracción de datos, se procederá al trato de las mismas en el dominio de la frecuencia, mediante el empleo de la [transformada de Fourier](#), la cual nos facilitará la reconstrucción de la imagen final por pantalla.

- La frecuencia de la variación de una señal en el espacio se denomina "K", es decir, los datos compilados en el dominio de las frecuencias espaciales, se denomina [espacio K](#).

-La finalidad de la creación de este espacio, es poder aplicar las leyes matemáticas de [Fourier](#), lo que permite identificar el lugar de procedencia de las emisiones, en un determinado momento y, por lo tanto, su lugar de procedencia.

- 18.3)- Espectroscopia de RMN.

-: [Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear](#).

- La espectroscopia de RMN, es una de las principales técnicas empleadas para obtener información física, química, electrónica y estructural sobre moléculas. Es una poderosa serie de metodologías, que proveen información sobre la topología, dinámica y estructura tridimensional de moléculas en solución y en estado sólido. Asimismo, en los años 1998-2001, la resonancia magnética nuclear fue una de las técnicas más utilizadas para implementar algunos principios de las computadoras cuánticas.⁴

-La Espectroscopía por RM, mide la actividad de los metabolitos durante el procesamiento cognitivo. Se puede hacer un seguimiento de los picos de NAA (N-Acetil Aspartato) en relación a la activación de un área del encéfalo durante la tarea demandada.

- Pese a que correlaciona indirectamente con estos procesos, se han hallado ciertos patrones metabólicos, como el decremento en picos NAA en el Hipocampo, relacionado con un déficit de Memoria, y decremento en picos NAA en el Lóbulo Temporal, relacionado con la epilepsia.

- 18.4)- Aplicaciones Más Comunes.

-La resonancia magnética hace uso de las propiedades de resonancia aplicando [radiofrecuencias](#) a los [núcleos atómicos](#) o [dipolos](#), entre los campos alineados de la muestra, y permite estudiar la información estructural o [química](#) de una muestra.

-La RM se utiliza también en el campo de la investigación de [ordenadores cuánticos](#).

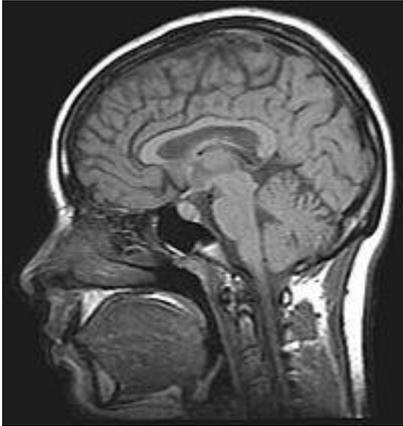
-Sus aplicaciones más frecuentes se encuentran ligadas al campo de la [medicina](#), la [bioquímica](#) y la [química orgánica](#).

- Es común denominar "resonancia magnética", al [aparato](#) que obtiene [imágenes por resonancia magnética](#) (IRM, o *MRI* por las siglas en inglés de *Magnetic Resonance Imaging*).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 18.4.1)- Aplicación en Medicina.

:- [Imagen por Resonancia Magnética](#) .



- Imagen del cerebro humano, obtenida por Resonancia Magnética.

- La Resonancia Magnética es una técnica, que sirve para diagnosticar [enfermedades](#), mediante la obtención de imágenes del cuerpo. A pesar de que no existe [efecto nocivo](#) sobre el [paciente](#), no se recomienda la práctica en embarazadas, a excepciones de que su uso sea imprescindible.

- La máquina que se utiliza en la resonancia magnética, debido a su [dimensión](#) y su [tecnología](#), combina las ventajas de los equipos de alto [campo magnético](#) y los equipos abiertos.

-Así, se consigue una mayor [definición](#) y una mayor [calidad](#) en la imagen, y el paciente tiene una menor sensación de [claustrofobia](#), y además tiene una mayor comodidad.

- La duración de la prueba no depende de la gravedad de la [afección](#), sino que depende de la región, que se vaya a estudiar.

- Desarrollo de la exploración:



- Equipo de Resonancia magnética.

- Antes de comenzar la resonancia, el personal [sanitario](#) determinará si puede o no realizarse mediante el relleno de un [cuestionario](#). En una [cabina](#), se depositarán los objetos personales. El personal sanitario indicará la posición a colocar en la mesa. Alrededor de la zona del cuerpo a examinar, se coloca unas [antenas](#), un aparato cuya finalidad es mejorar la calidad de las imágenes. Finalmente la mesa se deslizará hacia el interior del imán, y así comenzará la exploración.

-Desarrollo del examen:

-Durante la exploración el imán producirá unos ruidos con diferente [intensidad](#), que incluso pueden llegar a ser desagradables, aunque antes de empezar el examen el personal sanitario, puede aportar [tapones](#) o [auriculares](#) para reducir el ruido. Estos ruidos son

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

producto de la obtención de las imágenes.

- Para obtener las imágenes con mayor calidad, es imprescindible mantenerse estático, realizando una tranquila [respiración](#) y siguiendo las indicaciones del personal sanitario. - Dependiendo de la parte del cuerpo que se tenga que examinar, habrá que mantener la respiración unos segundos.

-El imán, per se, : léase el campo magnético propiamente dicho, no puede generar sonidos, ya que el aparato auditivo humano es insensible a dicho fenómeno físico.

-De existir ruidos : Éstos serán producto de vibraciones mecánicas de piezas o partes ferromagnéticas, alcanzadas por el campo magnético, mientras el mismo esta variando, véase : [magnetostricción](#): para registrar la respuesta de los núcleos atómicos de los tejidos bajo estudio.

- Si no existiese tal variación : modulación, y los campos intervinientes fuesen estáticos, no se podría registrar el comportamiento dinámico de los núcleos atómicos, y en consecuencia los datos buscados no podrían obtenerse.

- Efectos secundarios:

-En relación a su uso en medicina, a veces el estudio requiere la inyección de fármacos basados en un elemento químico conocido como [gadolinio](#). La razón es que el gadolinio actúa como un medio de contraste, que mejora la calidad de la imagen por resonancia magnética. El elemento químico es tratado previamente, ligándolo a [quelantes](#), para permitir su eliminación por el organismo y para disminuir su alta toxicidad.

- El gadolinio es responsable de un grave enfermedad, conocida como [fibrosis sistémica nefrogénica](#), una patología que afecta principalmente a personas con insuficiencia renal, el motivo parece ser que la sustancia se acumula en grandes dosis en el organismo de estas personas. Recientemente se ha descubierto otro hecho preocupante, el gadolinio también se acumula en cantidades significativas en los diferentes tejidos de personas con función renal normal.

- 18.5)- Véase También.

- [Electromagnetismo](#);
- [Imagen por resonancia magnética](#);
- [Relajación \(RMN\)](#);
- [Tomografía](#);
- [Tecnología sanitaria](#);
- [Biorresonancia \(pseudociencia\)](#);
- [Resonancia de espín electrónico](#).
- [Imagen por resonancia magnética funcional](#).

- 18.6)- Referencias.

1. [↑](#) I.I. Rabi, J.R. Zacharias, S. Millman, P. Kusch (1938). «A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment». *Physical Review* 53: 318. [doi:10.1103/PhysRev.53.318](#).
2. [↑](#) Filler, Aaron (2009). «The History, Development and Impact of Computed Imaging in Neurological Diagnosis and Neurosurgery: CT, MRI, and DTI». *Nature Precedings*. [doi:10.1038/npre.2009.3267.5](#).
3. [↑](#) «[Introducción a la espectroscopia de RMN](#)». Archivado desde [el original](#) el 23 de abril de 2009.
4. [↑](#) Hay una revisión de los logros de esos años, las dificultades fundamentales y algunas alternativas en: Jones, J.A. (2001). «*Quantum computing*

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

and nuclear magnetic resonance». *PhysChemComm* (en inglés) 11.
[doi:10.1039/b103231n](https://doi.org/10.1039/b103231n). pp.1-8.

- 18.7)- Bibliografía.

- Hornak, Joseph P. [The Basics of NMR](#)
- A. Carrington, A.D. McLachlan (1967). *Introduction To Magnetic Resonance*. Londres: Chapman and Hall. ISBN.
- G.E Martin, A.S. Zekter (1988). *Two-Dimensional NMR Methods for Establishing Molecular Connectivity*. N.York: [VCH Publishers](#). p. 59.
- J.W. Akitt, B.E. Mann (2000). *NMR and Chemistry*. Cheltenham, [RU](#): Stanley Thornes. pp. 273, 287.
- J.P. Hornak. [«The Basics of NMR»](#). Consultado el 23 de febrero de 2009.
- J. Keeler (2005). *Understanding NMR Spectroscopy*. John Wiley & Sons. [ISBN 0470017864](#).
- K. Wuthrich (1986). *NMR of Proteins and Nucleic Acids*. New York (NY), EEUU: [Wiley-Interscience](#).
- J.M Tyszka, S.E Fraser, R.E Jacobs (2005). «Magnetic resonance microscopy: recent advances and applications». *Current Opinion in Biotechnology* 16 (1): 93-99.
[doi:10.1016/j.copbio.2004.11.004](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2004.11.004).
- L.O. Zufiría, J.F. Martínez (2006). «Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética». *Monografía SERAM* 1 (1): 20.
- J.C. Edwards. [«Principles of NMR»](#). Process NMR Associates.
- Blümich, Bernhard, "RMN portátil", *Investigación y Ciencia*, 390, marzo de 2009, pp. 82-87.
- - VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](mailto:www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR) .(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:
-LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 18.8)- Enlaces Externos.

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una categoría multimedia sobre [Resonancia magnética nuclear](#).

- En [MedlinePlus](#) hay más información sobre [Resonancia magnética nuclear](#)

- 18.8.1)- Tutorial.

- [NMR/MRI tutorial](#).

- 18.8.2)- Animaciones y Simulaciones.

- [Animaciones](#);
- [Animación de un espín RMN 1/2 precesión](#);
- [Simulaciones interactivas de los principios del RMN](#);

- 18.8.3)- Software.

- [CARA](#) - Computer Aided Resonance Assignment, libre, desarrollado por el grupo del Prof. Kurt Wüthrich
- [CCPN](#) NMR software suite from community led Collaborative Computing Project for NMR.
- [Janocchio](#) Conformation-dependent coupling and NOE prediction for small molecules.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Soft para procesar RMN del [ACD/Labs](#) para [1D](#) y [2D](#) espectros RMN. Interfaz DB disponible.
 - Soft predictivo RMN [ACD/NMR Predictors](#)
 - Soft de simulación RMN [QSim](#)
 - Soft libre para simular un espín acoplado a multiplets y a espectros DNMR [WINDNMR-Pro](#)
 - Soft para procesar RMN [NMRPipe](#)
 - [RMN](#) - Un programa de procesador de datos RMN para Macintosh.
- 18.8.4)- Video.
- [Introducción a RMN y MRI](#)
 - [Richard Ernst, NL - Developer of Multidimensional NMR techniques](#) video libre provisto por Vega Science Trust
 - ['An Interview with Kurt Wüthrich'](#) video de Vega Science Trust (Wüthrich fue ganador del Premio Nobel de Química en 2002 "por su desarrollo de la espectrometría resonante magnética nuclear para determinar la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas en solución").
- 18.8.5)- Wiki.
- [-NMR Wiki](#) Proyecto abierto NMR, EPR, MRI web
 - [e-MRI: curso interactivo de física RMI \(requiere Flash player\)](#)
 - [Herramienta didáctica para el estudio de los principios físicos de la imagen por resonancia magnética](#)
 - [The Basics of MRI](#) (en inglés)
 - [Resonancia Magnética de Alto Campo Completamente Abierta en Madrid, con explicaciones sobre los diferentes aparatos de RMN](#) (en castellano)

- [Control de autoridades](#)

- [Proyectos Wikimedia](#)
-  Datos: [Q209402](#)
-  Multimedia: [Nuclear magnetic resonance](#)

- [Identificadores](#)
- [BNF: 13318906s \(data\)](#)
- [GND: 4037005-7](#)
- [LCCN: sh85093005](#)
- [NDL: 00562382](#)
- [SUDOC: 027675009](#)
- [AAT: 300220368](#)
- [Diccionarios y enciclopedias](#)
- [Britannica: url](#)

-  Datos: [Q209402](#)
-  Multimedia: [Nuclear magnetic resonance](#)

-Obtenido de

«https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resonancia_magnética_nuclear&oldid=117532495»

-Categorías:

- [Resonancia magnética nuclear](#);

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Técnicas científicas;](#)
- [Diagnósticos en medicina;](#)
- [Imagen médica;](#)
- Esta página se editó por última vez el 16 agosto 2019, a las 06:00.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XIX: -19) CENTELLOGRAMAS.

- ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XIX: -19) CENTELLOGRAMAS.

- 19.1)- CENTELLOGRAMA CARDIACO.

- 19.2)- CENTELLOGRAMA DE PERFUSIÓN CEREBRAL (SPECT CEREBRAL).

- 19.3)- CENTELLOGRAMA ÓSEO.

- 19.4)- CENTELLOGRAMA PARATIROIDEO.

- 19.5)- CENTELLOGRAMA PULMONAR.

- 19.6)- CENTELLOGRAMA RENAL.

-19.7)- CENTELLOGRAMA TIROIDEO.

- 19.8)- CENTELLOGRAMA MAMARIO.

- 19.9)- CENTELLOGRAMA HEPATOESPLÉNICO.

-- 19.10)- OTROS ESTUDIOS DE CENTELLOGRAMAS.

- 19.1)- CENTELLOGRAMA CARDIACO

- Centellograma Cardíaco (estudio de perfusión miocárdica).

-Estudio destinado a investigar la presencia de enfermedad coronaria. Se inyecta por vía intravenosa, una pequeña cantidad de material radioactivo, que se deposita en el músculo cardíaco en proporción al flujo sanguíneo coronario : caudal de sangre, que irriga la propia pared del corazón.

- El estudio consta en general de dos partes, una en la cual la inyección se realiza en condiciones de reposo, y otra durante un ejercicio, habitualmente en días separados.

- También puede realizarse bajo efecto de fármacos, que simulan las condiciones de esfuerzo en el corazón. De esa forma se puede ver cómo está perfundido el músculo cardíaco, en cada situación; y detectar la presencia de obstrucciones coronarias, su gravedad, la existencia de

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

infartos y su localización.

- Si el estudio se adquiere en forma dinámica : modalidad llamada Gated-SPECT, es posible además evaluar la función de bombeo del corazón.
- Se utiliza para diagnóstico de enfermedad coronaria, evaluación de infarto de miocardio, control de angioplastia, o cirugía de revascularización, entre otras aplicaciones.
- Preparación para el estudio: Ayuno de 2 horas. Es posible que deba suspender algunos medicamentos, que pueda estar tomando para el corazón, y evitar el consumo de café, té, mate y bebidas gaseosas desde el día previo al procedimiento.
- La duración de cada estudio es de 20 a 40 minutos.

- 19.2)- CENTELLOGRAMA DE PERFUSIÓN CEREBRAL (SPECT CEREBRAL).

-Se indica para investigar la perfusión sanguínea del cerebro o alteraciones metabólicas del sistema nervioso.

- Consiste en una inyección intravenosa de material radioactivo, que se localiza en el tejido cerebral, y permite adquirir imágenes de su distribución en este órgano, con cortes tomográficos similares a los de la tomografía computada o la resonancia magnética.
- A diferencia de estos métodos, no proporciona información exacta sobre cambios o alteraciones anatómicas, pero sí evalúa eficazmente las modificaciones funcionales.
- Se ha demostrado su utilidad en las enfermedades vasculares del cerebro, la epilepsia y las demencias seniles, entre otras patologías.
- Preparación para el estudio: Dos horas de ayuno. No fumar ni beber café, té, mate ni bebidas con cafeína (colas) el día del estudio. La duración del mismo es de aproximadamente 30 minutos, aunque existe una espera de 30 a 60 minutos desde el momento de la inyección.
- El paciente debe informar sobre cualquier medicación que esté recibiendo, y concurrir con otros exámenes neurológicos, que se le hayan practicado.

- 19.3)- CENTELLOGRAMA ÓSEO.

-Se indica para investigar la presencia de lesiones en el hueso, sus características y localización.

- Se inyecta una dosis de material radioactivo, que se fija en todo el esqueleto, con mayor intensidad en aquellos lugares donde la formación de tejido óseo es más activa.
- Por tanto, detecta los intentos de reparación del hueso frente a cualquier agresión, ya se trate de enfermedades malignas, tumores benignos, fracturas, infecciones, etc.
- En general se puede determinar la causa de una lesión, según las características de la imagen, pero a veces no se llega a definir la misma al ser indistinguible entre varias posibilidades. La ventaja del estudio es que detecta alteraciones no visibles con métodos radiológicos y posibilita la exploración de todo el cuerpo en una sesión.
- Preparación para el estudio: Ayuno de 2 horas. Luego de la inyección deberá esperar un mínimo de 2 horas, para que el agente radioactivo se fije adecuadamente a los huesos. - Durante ese lapso deberá ingerir unos 2 litros de líquido, lo que favorecerá la eliminación urinaria del material remanente, y mejorará las condiciones técnicas del estudio.
- La adquisición de imágenes demora entre 20 y 40 minutos.

- 19.4)- CENTELLOGRAMA PARATIROIDEO.

- Las paratiroides son 4 pequeñas glándulas ubicadas en el cuello, en la proximidad de la tiroides. Se encargan de la regulación metabólica del calcio y fósforo del organismo, y su

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

funcionamiento excesivo, provoca aumento del calcio en la sangre, y depósito de esta sustancia en varios órganos, así como pérdida de calcio óseo.

- En general, la extirpación quirúrgica de la glándula afectada soluciona el problema.
- El centellograma de Paratiroides se basa en la administración de un agente radioactivo, que se localiza y retiene en el tejido glandular con exceso de actividad, por lo cual es posible confirmar el diagnóstico, y saber cuál de las glándulas es la responsable. Esto es importante para facilitar al cirujano la exploración, dado el escaso tamaño de estos órganos.
- Preparación para el estudio: Dos horas de ayuno. Es ocasiones, el estudio puede realizarse bajo estímulo con vitamina D, lo cual será indicado por el médico tratante.
- Se adquiere una imagen inmediata y otra más tardíamente, dos a tres horas después.

- 19.5)- CENTELLOGRAMA PULMONAR.

- Consiste en la inyección de un pequeño volumen de partículas radioactivas microscópicas, que se impactan en los capilares pulmonares, en proporción al flujo sanguíneo que les llega a estos órganos.
- Las zonas con alteraciones de la perfusión sanguínea, no recibirán las partículas, y se verán como áreas "vacías" o "frías".
- El método sirve para detectar tromboembolismo, también llamado embolia pulmonar, y otras patologías del aparato respiratorio. Muchas veces, el mismo día o en día separado, puede requerirse un estudio por inhalación de gases o aerosoles radioactivos, para investigar la ventilación pulmonar y obtener información diagnóstica más precisa..
- Preparación para el estudio: Dos horas de ayuno. La duración del mismo es de 30 a 40 minutos. Debe considerarse la posibilidad de requerir un segundo estudio complementario.

- 19.6)- CENTELLOGRAMA RENAL.

- Existen dos tipos de estudios renales en medicina nuclear: el Centellograma Renal propiamente dicho, con cálculo de la función por separado, que incluye la administración de un trazador radiactivo (DMSA-Tc99m), que es captado por la corteza renal y queda allí fijado por varias horas; que sirve para determinar la existencia de cicatrices renales, después de infecciones urinarias (sobre todo en niños), o valorar el aporte funcional de cada órgano, antes de una decisión terapéutica quirúrgica, entre otras indicaciones.
- El Seriocentellograma Renal o Renograma: Es un estudio dinámico realizado con DTPA-Tc99m u otros trazadores, que son captados y eliminados por el riñón.
- Puede asociarse a estímulo con diuréticos, para evaluar obstrucción urinaria, o con drogas inhibitoras de la IECA (captopril), para detección de hipertensión de origen renal (renovascular).
- Preparación para el estudio: Es muy variable según el tipo de prueba, pero siempre es conveniente 2 horas de ayuno e hidratación abundante. Algunos medicamentos pueden interferir con estos estudios, en especial diuréticos, y algunos antihipertensivos.
- Estos procedimientos suelen durar entre 20 y 50 minutos, pero en el caso del DMSA, debe esperarse varias horas luego de la inyección.

-19.7)- CENTELLOGRAMA TIROIDEO.

- Sirve para estudiar el funcionamiento de la glándula tiroides, en especial si existen nódulos cuya naturaleza se desea determinar.
- Se inyecta un tipo de material radioactivo, que es captado por el tejido tiroideo, en

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

proporción a la actividad metabólica de la glándula.

-De tal forma es posible conocer si un nódulo funciona por encima o por debajo del nivel normal de la glándula, y en base a ello, decidir una conducta terapéutica.

- También se usa para detectar si existen restos de tejido tiroideo, luego de una cirugía por cáncer, o para evaluar el resultado de una determinada terapéutica, entre otras aplicaciones.

- Preparación para el estudio: Ayuno de 2 horas. Suspensión de cualquier medicación que influya sobre el funcionamiento de la glándula tiroidea. Evitar consumo o contacto con productos que contienen yodo, incluyendo sal yodada, pescados y mariscos, desinfectantes yodados, algunos medicamentos y cremas bronceadoras, etc.

- No realizarse previamente estudios radiológicos con medios de contraste. Se le indicará detalladamente qué productos evitar, y con qué anterioridad hacerlo.

- El estudio insume unos 15 minutos.

- 19.8)- CENTELLOGRAMA MAMARIO.

- Se administra por vía intravenosa un material radioactivo que es atrapado y retenido en forma relativamente selectiva, por las células de los tumores malignos de la mama.

- Tumores pequeños pueden no ser detectados. Si bien la capacidad diagnóstica del método es alta, su utilización como técnica de tamizaje (diagnóstico preventivo), no está recomendada. Se reserva para casos en que la mamografía u otros métodos, presentan resultados dudosos, o en mujeres que por las características de su tejido mamario (mamas densas o multinodulares) se puede anticipar dificultad diagnóstica, con los procedimientos convencionales.

- También se plantean otras aplicaciones como el diagnóstico de la recidiva post-tratamiento (reaparición del tumor), o la predicción de la respuesta a la quimioterapia, en etapa de investigación.

- Preparación para el estudio: Ninguna en especial, recomendándose solamente 2 horas de ayuno. Una punción biopsia reciente, puede alterar el resultado.

-La duración total del estudio no suele ser mayor de 30 minutos.

- 19.9)- CENTELLOGRAMA HEPATOESPLÉNICO.

- Se realiza por administración de una sustancia coloidal radioactiva, que es captada por células del hígado y el bazo en forma selectiva, lo cual permite obtener imágenes de estos órganos, para evaluar el tamaño, la presencia de procesos de sustitución tumorales o quísticos, y otros aspectos funcionales.

- Mayormente reemplazado en la actualidad, por otras modalidades diagnósticas como la ecografía y la tomografía computada, el estudio aún conserva indicaciones en ciertos casos no resueltos por dichos métodos, para evaluar trastornos funcionales del bazo o para detectar tejido esplénico remanente, luego de una extirpación quirúrgica del bazo.

- Una variante del método, consiste en investigar el contenido de sangre de estos órganos incorporando un trazador radioactivo a los glóbulos rojos del paciente, lo que se conoce como estudio del pool sanguíneo abdominal.

- De este modo es posible diagnosticar con alto grado de precisión, tumores benignos de contenido sanguíneo llamados hemangiomas, para lo cual este método es de elección.

- Preparación para el estudio: Ninguna en especial, recomendándose solamente 2 horas de ayuno. El estudio es de duración variable según el caso, desde algunos minutos a varias horas.

- 19.10)- OTROS ESTUDIOS DE CENTELLOGRAMAS..

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Incluyen: Flebocentellografía; colecentellografía; estudio de hemorragia digestiva; tránsito esofágico; reflujo gastroesofágico; vaciado gástrico; divertículo de Meckel; centellograma de glándulas salivales; cisternocentellografía; cistocentellografía; ventriculografía radioisotópica; estudio con granulocitos marcados, estudio con galio, estudio con MIBG, perfilograma con Yodo 131, estudio con anticuerpos monoclonales, y estudios .hematológicos.

- Fuente(s): Sociedad Uruguaya de Biología y Medicina Nuclear El centellograma de paratiroides se basa en la administración de un agente radioactivo que se localiza y retiene en el tejido glandular con exceso de ...

- El centellograma: Es de una gran sensibilidad y tiene valor localizador de una lesión ósea activa, pero es muy inespecífico, por lo que el aspecto morfoestructural de una vértebra ,debe ser indefectiblemente evaluado por una tomografía computada.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XX: - 20)- CATEGORÍA:ENERGÍA NUCLEAR .-

-De Wikipedia, la enciclopedia libre.

-.: [Energía nuclear](#).

- Esta categoría contiene artículos sobre la [energía nuclear](#) sea [militar](#) o [civil](#). Materias nucleares, materias propulsados por nuclear, política nuclear, y así sucesivamente

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una categoría multimedia sobre [Energía nuclear](#).

-Subcategorías:

- Esta categoría incluye las siguientes 19 subcategorías:

- ► [Energía nuclear por país](#) (36 cat, 2 págs.)
- A
- ► [Accidentes nucleares](#) (3 cat, 50 págs.)
 - ► [Armas nucleares](#) (10 cat, 57 págs.)
- C
- ► [Centrales nucleares](#) (5 cat, 4 págs.)
 - ► [Combustibles nucleares](#) (1 cat, 13 págs.)
 - ► [Contaminación radiactiva](#) (2 cat, 9 págs.)
 - ► [Movimiento contra la energía nuclear](#) (9 págs.)
 - ► [Cuestiones ambientales con la energía nuclear](#) (3 cat, 6 págs.)
- E
- ► [Empresas de actividades nucleares](#) (7 págs.)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- ▶ [Energía nuclear en el espacio](#) (1 cat, 8 págs.)
- G
- ▶ [Guerra nuclear](#) (6 cat, 66 págs.)
- O
- ▶ [Organizaciones sobre energía nuclear](#) (4 cat, 14 págs.)
- P
- ▶ [Personas relacionadas con la energía nuclear](#) (2 cat, 3 págs.)
- ▶ [Propulsión nuclear espacial](#) (3 págs.)
- ▶ [Pruebas nucleares](#) (4 cat, 5 págs.)
- R
- ▶ [Radiactividad](#) (4 cat, 65 págs.)
- ▶ [Reactores de fusión](#) (1 cat, 9 págs.)
- S
- ▶ [Seguridad nuclear](#) (32 págs.)
- T
- ▶ [Tecnología nuclear](#) (5 cat, 30 págs.)

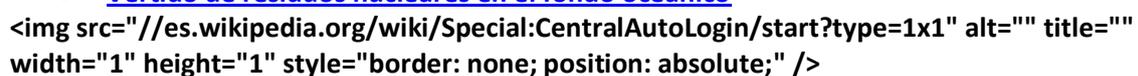
- Páginas en la categoría «Energía nuclear»:

-Esta categoría contiene las siguientes 63 páginas:

- A
- [Abandono de la energía nuclear](#)
- [Accidente nuclear](#)
- [Acuerdo WHA12-40 entre la OIEA y la OMS de 1959](#)
- [Alertador nuclear](#)
- [Almacenamiento de residuos nucleares](#)
- [Almacenamiento geológico profundo](#)
- [Átomos para la Paz](#)
- [Autoridad del Valle del Tennessee](#)
- [AVLIS](#)
- B
- [Barras de control](#)
- [Anexo:Bibliografía sobre temas nucleares](#)
- [BORAX-I](#)
- [Central nuclear Bruce](#)
- C
- [Catalizador de energía de Rossi y Focardi](#)
- [Cementerio nuclear](#)
- [Central nuclear](#)
- [Centrifugadora de gas](#)
- [Combustible nuclear gastado](#)
- [Comisión de Seguridad Nuclear Canadiense](#)
- [Contaminación radiactiva](#)
- [Controversia sobre la energía nuclear](#)
- D
- [Defensa en profundidad](#)
- [Desmantelamiento de instalaciones nucleares](#)
- [Difusión gaseosa](#)
- [Dosis equivalente a un plátano](#)
- [Dounreay](#)
- E
- [Energía de fusión](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Energía nuclear](#)
 - [Enriquecimiento de uranio](#)
 - [Equipo de respuesta de emergencia de una planta de energía nuclear](#)
 - [Establecimiento de Armamento Atómico](#)
- F
- [Fabricación de armas nucleares](#)
 - [Fuerza nuclear](#)
- I
- [Impacto ambiental de la energía nuclear](#)
 - [Isótopo fisible](#)
- K
- [Central nuclear de Kashiwazaki-Kariwa](#)
 - [Martin Heinrich Klaproth](#)
- L
- [Lechatelierita](#)
- M
- [Masa crítica](#)
 - [Moratoria nuclear](#)
- N
- [Next Generation Nuclear Plant](#)
- P
- [Planta Piloto para el Aislamiento de Residuos](#)
 - [Política sobre energía nuclear](#)
 - [Propulsión nuclear marina](#)
 - [Protección civil frente a un accidente nuclear](#)
- R
- [Radiación nuclear](#)
 - [Reacción termonuclear](#)
 - [Reactor nuclear](#)
 - [Reactores de segunda generación](#)
 - [Reprocesamiento nuclear](#)
 - [Residuo radiactivo](#)
- S
- [Salvaguardias nucleares](#)
 - [NS Savannah](#)
 - [Seguridad nuclear](#)
 - [Silkwood](#)
 - [Karen Silkwood](#)
 - [Síndrome de China](#)
 - [Sistemas de seguridad nuclear activos](#)
 - [SOGIN](#)
 - [Sol sonriente](#)
 - [Starfish Prime](#)
- T
- [Tinián](#)
- V
- [Vertido de residuos nucleares en el fondo oceánico](#)



- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

Obtenido de

«https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Categoría:Energía_nuclear&oldid=90291947»

- Categorías:

- [Energía](#)
- [Física nuclear](#)
- [Energías no renovables](#)
- [Recursos no renovables](#)
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2016 a las 06:22.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXI: -21)- TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE EMISIÓN MONOFOTÓNICA (SPECT)-

- De Wikipedia, la enciclopedia libre

- La SPECT o tomografía computarizada de emisión monofotónica (en inglés: "*single photon emission computed tomography*") es una técnica [médica](#) de [tomografía](#) que utiliza [rayos gamma](#).¹ Es muy parecida a una [radiografía](#), pero la fuente de radiación es la desintegración gamma de un radionucleido dentro del cuerpo y no los [rayos X](#) generados por un aparato externo.² Como en una radiografía, cada una de las imágenes que se obtienen es bidimensional, pero pueden combinarse muchas imágenes tomadas desde distintas posiciones alrededor del paciente para obtener una imagen tridimensional. Esta imagen tridimensional puede después manipularse informáticamente para obtener secciones dimensionales del cuerpo en cualquier orientación.

La SPECT utiliza los rayos gamma que producen isótopos radioactivos como el [tecnecio 99m](#). Estos isótopos se introducen en el cuerpo humano como parte de moléculas biológicamente activas. El procedimiento es similar al de la [tomografía por emisión de positrones](#) (PET), pero en la SPECT es el isótopo el que produce directamente el rayo gamma, mientras en la PET el isótopo produce un [positrón](#) que después se aniquila con un [electrón](#) para producir los dos rayos gamma. Estos dos rayos gamma salen en direcciones opuestas y su detección

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

simultánea permite localizar el isótopo de forma más precisa que en la SPECT. La SPECT es, sin embargo, más simple porque pueden usarse isótopos más fáciles de obtener y de [vida media](#) más larga.

La cámara de rayos gamma se gira alrededor del paciente. Se adquieren imágenes en ángulos definidos, típicamente cada 3-6 [grados](#). En la mayoría de los casos se realiza una rotación completa de 360 grados que permite una reconstrucción tridimensional óptima. Cada imagen tarda típicamente 15-20 [segundos](#), con lo que el proceso completo tarda de 15 a 20 [minutos](#). Se pueden utilizar también cámaras gamma con varios cabezales para acelerar el proceso. Por ejemplo, se pueden utilizar dos cabezales espaciados 180 grados para obtener dos

- Referencias: 1 [↑](#) «[Tomography, Emission-Computed, Single-Photon](#)». *Medical Subject Headings* (en inglés). National Library of Medicine.

2 [↑](#) «[A CdTe detector for hyperspectral SPECT imaging](#)» (en inglés). IOP Journal of Instrumentation.

Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](http://www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:

1. -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

-Enlaces externos:

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una categoría multimedia sobre [Tomografía computarizada de emisión monofotónica](#).

[Control de autoridades](#)

- [Proyectos Wikimedia](#)
-  Datos: [Q849737](#)
-  Multimedia: [Single-photon emission computed tomography](#)

- [Diccionarios y enciclopedias](#)
- [Britannica](#): [url](#)
- [Identificadores médicos](#)
- [CIE-9](#): [92.0](#)

•  Datos:[Q849737](#)

•  Multimedia:[Single-photon emission computed tomography](#)



Obtenido de

«[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tomografía computarizada de emisión monofotónica&oldid=117643464](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tomografía_computarizada_de_emisión_monofotónica&oldid=117643464)»

[Categorías](#):

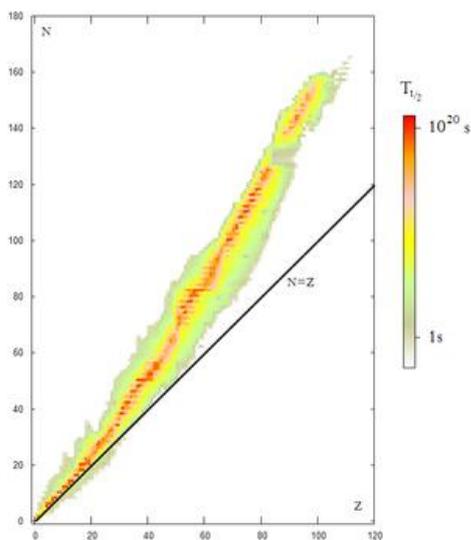
- [Diagnósticos en medicina](#);

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

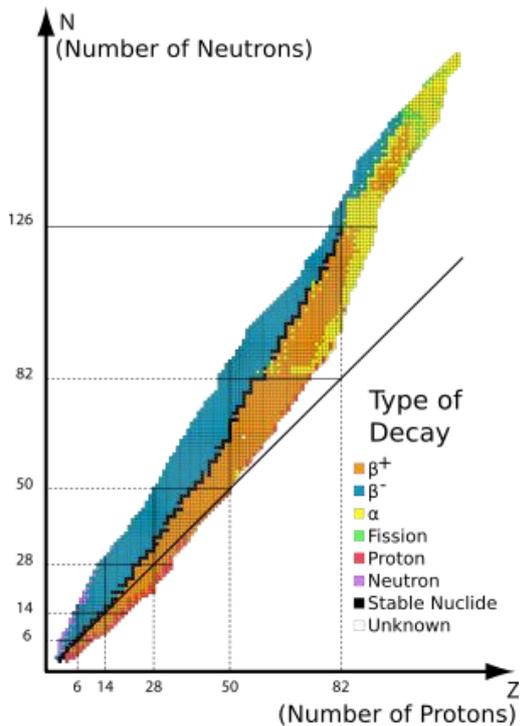
- [Imagen médica](#);
- [Medicina nuclear](#);
- [Física médica](#).
- Esta página se editó por última vez el 23 agosto 2019, a las 16:18.

0 0 0 0 0 0 0 0.

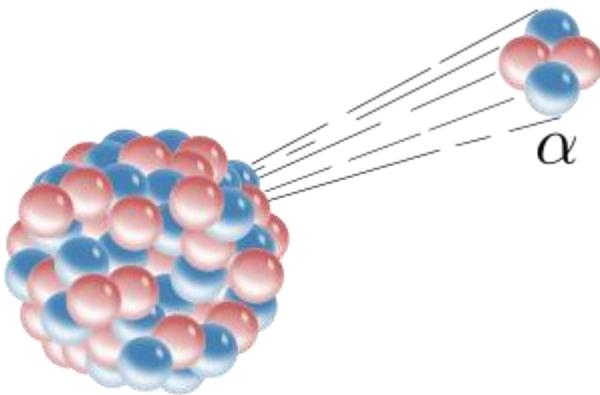
- CAPÍTULO XXII: -22)- RADIOACTIVIDAD.- -De Wikipedia, la enciclopedia libre



-Diagrama de [Segrè](#). El color indica el [período de semidesintegración](#) de los isótopos radiactivos conocidos, también llamado [semivida](#). Obsérvese que un ligero exceso de neutrones favorece la estabilidad en átomos pesados.



- Diagrama de Segrè, indicando el tipo de decaimiento más probable.



-La **desintegración alfa** es un tipo de desintegración radioactiva, en la cual un núcleo atómico emite una **partícula alfa**, y por lo tanto se transforma (o "desintegra") en un átomo con un **número de masa** disminuido en 4 y **número atómico** disminuido en 2.

-La radiactividad ¹: también conocida como radioactividad, radiación nuclear o desintegración nuclear; es el proceso por el cual un **núcleo atómico** inestable pierde energía mediante la emisión de **radiación**, como una **partícula alfa**, **partícula beta** con **neutrino** o sólo un neutrino en el caso de la **captura electrónica**, o un **rayo gamma** o **electrón** en el caso de **conversión interna**. Un material que contiene estos núcleos inestables se considera radiactivo. Ciertos estados nucleares de vida corta altamente excitados pueden decaer a través de **emisión de neutrones**, o más raramente, **emisión de protones**.

- La desintegración radioactiva es un **estocástico**: es decir, aleatorio, a nivel de átomos individuales.

-Según la **teoría cuántica**, es imposible predecir cuándo se desintegrará un átomo en particular, ²³⁴ independientemente de cuánto tiempo haya existido el átomo. Sin embargo, para una colección de átomos, la tasa de decaimiento esperado de la colección se caracteriza en términos de su **constante de decaimientos** o **vidas medias** medidas.

Esta es la base de la **datación radiométrica**. Las vidas medias de los átomos radioactivos no

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

tienen un límite superior conocido, que abarca un rango de tiempo de más de 55 [órdenes de magnitud](#), desde casi instantáneo hasta mucho más largo que la [edad del universo](#).

- Un núcleo radioactivo con [espín](#) cero puede no tener una orientación definida y, por lo tanto, emite el total [momentum](#) de sus productos de descomposición [isotrópica](#) : en todas las direcciones y sin sesgo.

- Si hay múltiples partículas producidas durante una sola desintegración, como en la [desintegración beta](#), su distribución angular *relativa*. o las direcciones de espín pueden no ser isotrópicas.

- Los productos de desintegración de un núcleo con espín, pueden estar distribuidos de forma no isotrópica con respecto a esa dirección de espín, ya sea debido a una influencia externa como un [campo electromagnético](#), o porque el núcleo se produjo en un proceso dinámico, que limitó la dirección de su espín. Tal proceso padre podría ser una descomposición previa, o una [reacción nuclear](#).^{567note 1} .

-El núcleo en desintegración se llama [radionucleido](#) padre o *radioisótopo padre*^{note 2}, y el proceso produce al menos un *nucleido hijo*.

- Excepto por la desintegración gamma o la conversión interna de un [estado excitado](#) nuclear, la desintegración es un [transmutación nuclear](#), que resulta en una hija, que contiene un número diferente de [protones](#) o [neutrones](#) , o ambos. Cuando el número de protones cambia, se crea un átomo de un [elemento químico](#) diferente.

- Los primeros procesos de desintegración que se descubrieron, fueron la desintegración alfa, la desintegración beta, y la desintegración gamma.

- La [desintegración alfa](#) ocurre cuando el núcleo expulsa una partícula alfa : núcleo de helio. -

- Este es el proceso más común de emisión de [nucleones](#), pero los núcleos altamente excitados, pueden expulsar nucleones individuales, o en el caso de [desintegración del racimo](#), núcleos ligeros específicos de otros elementos; que ocurre de dos maneras: i) decaimiento beta-negativo, cuando el núcleo emite un electrón y un antineutrino en un proceso que convierte un neutrón en un protón, o (ii) decaimiento beta-positivo, cuando el núcleo emite un [positrón](#) y un neutrino en un proceso que convierte un protón en un neutrón.

-Los núcleos ricos en neutrones altamente excitados, formados como producto de otros tipos de descomposición, ocasionalmente pierden energía por medio de la emisión de neutrones, resultando en un cambio de un [isótopo](#) a otro del mismo elemento. El núcleo puede capturar un electrón en órbita, haciendo que un protón se convierta en un neutrón en un proceso llamado captura de electrones. Todos estos procesos resultan en una transmutación nuclear bien definida.

-Por el contrario, hay procesos de desintegración radiactiva que no dan lugar a una transmutación nuclear. La energía de un núcleo excitado puede ser emitida como un rayo gamma en un proceso llamado [desintegración gamma](#), o esa energía puede perderse cuando el núcleo interactúa con un electrón orbital causando su expulsión del átomo, en un proceso llamado [conversión interna](#).

- Otro tipo de desintegración radiactiva ,da como resultado productos que varían, apareciendo como dos o más "fragmentos" del núcleo original, con un rango de posibles masas. Esta desintegración, llamada [fisión nuclear](#) espontánea, ocurre cuando un gran núcleo inestable, se divide espontáneamente en dos u ocasionalmente tres, núcleos hijos más pequeños, y generalmente conduce a la emisión de rayos gamma, neutrones, u otras partículas de esos productos.

- Para una tabla resumen, que muestra el número de nucleidos estables y radioactivos en cada categoría, ver [radionucleido](#).

-Hay 28 elementos químicos naturales en la Tierra, que son radioactivos, que consisten en 33 radionucleidos : 5 elementos tienen 2 radionucleidos diferentes, que datan antes de la época

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

de formación del sistema solar. Estos 33 son conocidos como [nucleidos primordiales](#). Ejemplos bien conocidos son el [uranio](#) y el [torio](#), pero también se incluyen los radioisótopos de larga vida naturales, como [potasio-40](#). Otros 50 radionucleidos de vida más corta, como [radio](#) y [radón](#), que se encuentran en la Tierra, son los productos de [cadenas de desintegración](#) que comenzaron con los nucleidos primordiales, o son el producto de procesos [cosmogénicos](#) continuos, tales como la producción de [carbono-14](#) a partir del [nitrógeno-14](#) en la atmósfera por [rayos cósmicos](#). Los radionucleidos también pueden ser [producidos artificialmente](#) en [aceleradores de partículas](#) o [reactores nucleares](#), resultando en 650 de estos con vidas medias de más de una hora, y varios miles más con vidas medias aún más cortas.

- ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXII: -22)- RADIOACTIVIDAD.-

- [22.1\). Radiactividad Natural y su Descubrimiento.](#)

- [22.2\)- Radiactividad Artificial.](#)

-[22.3\)- Clases y Componentes de la Radiación.](#)

-[22.3.1\). Causa de la Radiactividad.](#)

- [22.3.2\)- Período de Semidesintegración Radiactiva.](#)

- [22.3.3\)- Velocidad de Desintegración.](#)

-[22.4\) -Unidades de radiactividad](#)

- [22.5\)- Contador Geiger.](#)

- [22.6\)- Riesgos Para la Salud.](#)

- [22.6.1\)- Consecuencias Para la Salud de la Exposición a las Radiaciones ionizantes](#)

- [22.6.2\)- Dosis Aceptable de Irradiación.](#)

- [22.6.3\)- Dosis Efectiva Permitida.](#)

- [22.6.4\). Ley de la Radiosensibilidad.](#)

-[22.7\)- Ejemplos de Isótopos Radiactivos.](#)

-[22.7.1\)- Isótopos Naturales.](#)

- [22.7.2\)Isótopos Artificiales](#)

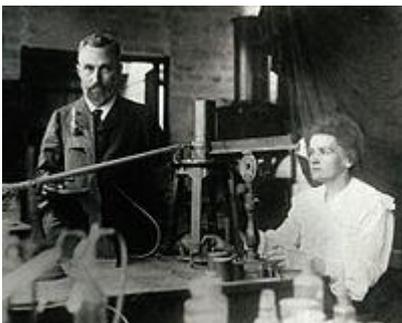
- [22.8\)- Véase También.](#)

- [22.9\)- Referencias.](#)

-22.10) Bibliografía.

- [22.11\)- Enlaces externos](#)

- 22.1)- Radioactividad Natural y su Descubrimiento.



-Pierre y Marie Curie, en su laboratorio de París, antes de 1907.

-La radioactividad fue descubierta en 1896, por el científico [francés Henri Becquerel](#), mientras trabajaba con materiales [fosforescentes](#).⁸

-Estos materiales brillan en la oscuridad después de la exposición a la luz, y sospechó que el brillo producido en los [tubo de rayos catódicos](#) por [rayos X](#), podría estar asociado con la

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

fosforescencia. Envolvió una placa fotográfica en papel negro y colocó varias [sales](#) fosforescentes sobre ella. Todos los resultados fueron negativos, hasta que usó sales de [uranio](#). Las sales de uranio causaron un ennegrecimiento de la placa, a pesar de estar envuelta en papel negro. A estas radiaciones se les dio el nombre de "Rayos de Becquerel".

- Pronto se hizo evidente que el ennegrecimiento de la placa, no tenía nada que ver con la fosforescencia, ya que el ennegrecimiento, también lo producían las [sales](#) de uranio no fosforescente, de uranio y el uranio metálico. De estos experimentos quedó claro, que había una forma de radiación invisible, que podía pasar a través del papel, y que estaba haciendo que la placa reaccionara, como si estuviera expuesta a la luz.
- Al principio, parecía que la nueva radiación era similar a las radiografías recientemente descubiertas.

Investigaciones posteriores de Becquerel, [Ernest Rutherford](#), [Paul Villard](#), [Pierre Curie](#), [Marie Curie](#), y otros, demostraron que esta forma de radioactividad, era significativamente más complicada.

- Rutherford, fue el primero en darse cuenta, de que todos estos elementos se desintegran de acuerdo, con la misma fórmula matemática exponencial.
- Rutherford y su estudiante [Frederick Soddy](#), fueron los primeros en darse cuenta de que muchos procesos de desintegración, resultaron en la transmutación nuclear de un elemento a otro. Posteriormente, se formuló la [ley de desplazamiento radioactivo de Fajans y Soddy](#), para describir los productos de [desintegración alfa](#) y [beta](#).⁹¹⁰.
- Los estudios del matrimonio de [Marie](#) y [Pierre Curie](#), quienes encontraron otras sustancias radiactivas: el [torio](#), el [polonio](#) y el [radio](#).
- La intensidad de la radiación emitida, era proporcional a la cantidad de [uranio](#) presente; por lo que los Curie, dedujeron que la radiactividad era una propiedad atómica.
- El fenómeno de la radiactividad se origina exclusivamente en el núcleo de los átomos radiactivos. Se cree que se origina debido a la interacción neutrón-protón. Al estudiar la radiación emitida por el radio, se comprobó que era compleja, pues al aplicarle un campo magnético, parte de ella se desviaba de su trayectoria, y otra parte no.

- 22.2)- Radiactividad Artificial.



- Símbolo utilizado tradicionalmente para indicar la presencia de radiactividad.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -



-Nuevo símbolo de advertencia de radiactividad adoptado por la [ISO](#), en 2007, para fuentes que puedan resultar peligrosas. Estándar ISO #21482.

-La radiactividad artificial, también llamada [radiactividad inducida](#), se produce cuando se bombardean ciertos núcleos estables con partículas apropiadas.

-Si la energía de estas partículas, tiene un valor adecuado, penetran el núcleo bombardeado, y forman un nuevo núcleo, que en caso de ser inestable, se desintegra después radiactivamente.

- Fue descubierta por la pareja [Frédéric Joliot-Curie](#) e [Irène Joliot-Curie](#), bombardeando núcleos de [boro](#) y de [aluminio](#), con [partículas alfa](#). Observaron que las sustancias bombardeadas emitían radiaciones : [neutrones libres](#), después de retirar el cuerpo radiactivo emisor de las partículas de bombardeo. El plomo es la sustancia que mayor fuerza de impenetración, posee por parte de los rayos x y gamma.

- En [1934](#), Fermi se encontraba en un experimento bombardeando núcleos de [uranio](#), con los [neutrones](#) recién descubiertos.

- En [1938](#), en [Alemania](#), [Lise Meitner](#), [Otto Hahn](#), y [Fritz Strassmann](#), verificaron los experimentos de Fermi.

- En [1939](#), demostraron que una parte de los productos, que aparecían al llevar a cabo estos experimentos era [bario](#). Muy pronto, confirmaron que era resultado de la división de los núcleos de uranio: la primera observación experimental de la [fisión](#).

- En [Francia](#), Frédéric Joliot-Curie, descubrió que, además del bario, se emiten neutrones secundarios en esa reacción, lo que hace factible la [reacción en cadena](#).

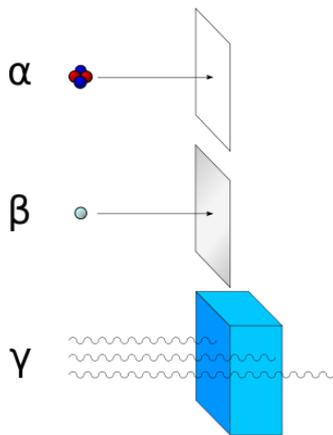
- También en 1932, [Mark Lawrence Elwin Oliphant](#)¹¹, teorizó sobre la [fusión](#) de núcleos ligeros : de [hidrógeno](#); y poco después [Hans Bethe](#), describió el funcionamiento de las estrellas, con base en este mecanismo.

- El estudio de la radiactividad permitió un mayor conocimiento de la estructura del núcleo atómico y de las [partículas subatómicas](#). Se abrió la posibilidad de convertir unos elementos en otros. Incluso se hizo realidad, el ancestral sueño de los [alquimistas](#) de crear [oro](#), a partir de otros elementos, como por ejemplo átomos de [mercurio](#); aunque en términos prácticos el proceso de convertir mercurio en oro, no resulta rentable debido a que el proceso, requiere demasiada energía.

-El 15 de marzo de 1994, la [Agencia Internacional de la Energía Atómica](#) (AIEA), dio a conocer un nuevo símbolo de advertencia de radiactividad, con validez internacional. La imagen fue probada en 11 países.

- 22.3)- Clases y Componentes de la Radiación.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -



- Clases de [radiación ionizante](#) y cómo detenerla.

-Las partículas alfa : núcleos de helio, se detienen al interponer una hoja de papel.

-Las partículas beta : electrones y positrones, no pueden atravesar una capa de aluminio.

-Sin embargo, los rayos gamma : [fotones](#) de alta energía, necesitan una barrera mucho más gruesa, y los más energéticos pueden atravesar el plomo.

-Se comprobó que la radiación puede ser de tres clases diferentes, conocidas como *partículas, desintegraciones y radiación*:

1. **Partícula alfa**: Son flujos de partículas cargadas positivamente compuestas por dos neutrones y dos protones (núcleos de [helio](#)). Son desviadas por campos eléctricos y magnéticos. Son poco penetrantes, aunque muy ionizantes. Son muy energéticas.
-Fueron descubiertas por Rutherford, quien hizo pasar partículas alfa a través de un fino cristal, y las atrapó en un tubo de descarga.
-Este tipo de radiación la emiten núcleos de elementos pesados situados al final de la [tabla periódica](#) (masa A >100). Estos núcleos tienen muchos protones y la repulsión eléctrica es muy fuerte, por lo que tienden a obtener N aproximadamente igual a Z (número atómico), y para ello se emite una partícula alfa. En el proceso se desprende mucha energía, que se convierte en la energía cinética de la partícula alfa, por lo que estas partículas salen con velocidades muy altas.
2. **Desintegración beta**: Son flujos de electrones (beta negativas) o [positrones](#) (beta positivas) resultantes de la desintegración de los neutrones o protones del núcleo cuando este se encuentra en un estado excitado.
-Es desviada por campos magnéticos. Es más penetrante, aunque su poder de ionización no es tan elevado como el de las partículas alfa.
- Por lo tanto, cuando un átomo expulsa una partícula beta, su número atómico aumenta o disminuye una unidad (debido al protón ganado o perdido).
- Existen tres tipos de radiación beta: la *radiación beta-*, que consiste en la emisión espontánea de electrones por parte de los núcleos; la *radiación beta+*, en la que un protón del núcleo se desintegra y da lugar a un neutrón, a un positrón o partícula Beta+ y un neutrino; y por último la captura electrónica que se da en núcleos con exceso de protones, en la cual el núcleo captura un electrón de la corteza electrónica, que se unirá a un protón del núcleo para dar un neutrón.
3. **Radiación gamma**: Se trata de [ondas electromagnéticas](#). Es el tipo más penetrante de radiación. Al ser ondas electromagnéticas de longitud de onda corta, tienen mayor penetración, y se necesitan capas muy gruesas de [plomo](#) o seis veces más (que Pb) si fuera [hormigón](#) para detenerlas. En este tipo de radiación el núcleo no pierde su identidad, sino que se desprende de la energía que le sobra para pasar a otro estado de energía más baja, emitiendo los rayos gamma, o sea fotones muy energéticos. -

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

-Este tipo de emisión acompaña a las radiaciones alfa y beta. Por ser tan penetrante y tan energética, éste es el tipo más peligroso de radiación..

-Las leyes de desintegración radiactiva, descritas por [Frederick Soddy](#) y [Kasimir Fajans](#), son:

- Cuando un átomo radiactivo emite una partícula alfa, la masa del átomo (A) resultante disminuye en 4 unidades y el número atómico (Z) en 2.
- Cuando un átomo radiactivo emite una partícula beta, el número atómico (Z) aumenta o disminuye en una unidad y la masa atómica (A) se mantiene constante.
- Cuando un núcleo excitado emite radiación gamma, no varía ni su masa ni su número atómico: sólo pierde una cantidad de energía $h\nu$ (donde "h" es la [constante de Planck](#) y "v" es la frecuencia de la radiación emitida).

-Las dos primeras leyes indican que, cuando un átomo emite una radiación alfa o beta, se transforma en otro átomo de un elemento diferente. Este nuevo elemento puede ser radiactivo y transformarse en otro, y así sucesivamente, con lo que se generan las llamadas [series radiactivas](#).

- 22.3.1)- Causa de la Radiactividad.

-En general, son radiactivas las sustancias que no presentan un balance correcto entre [protones](#) o [neutrones](#). Cuando el número de neutrones es excesivo o demasiado pequeño respecto al número de protones, se hace más difícil que la fuerza nuclear fuerte, debido al efecto del intercambio de [piones](#), pueda mantenerlos unidos. Finalmente, el desequilibrio se corrige mediante la liberación del exceso de neutrones o protones, en forma de [partículas \$\alpha\$](#) que son realmente núcleos de [helio](#), y partículas β , que pueden ser [electrones](#) o [positrones](#).

-Estas emisiones llevan a dos tipos de radiactividad, ya mencionados:

- Radiación α , que aligera los núcleos atómicos en 4 unidades másicas, y disminuye el número atómico en dos unidades.
- Radiación β , que no cambia la masa del núcleo, ya que implica la conversión de un protón en un neutrón o viceversa (y su variación en masa es despreciable), y cambia el número atómico en una sola unidad (positiva o negativa, según si la partícula emitida es un electrón o un positrón).

- La radiación γ , por su parte, se debe a que el núcleo pasa de un estado excitado de mayor energía a otro de menor energía, que puede seguir siendo inestable, y dar lugar a la emisión de más radiación de tipo α , β o γ . La radiación γ es, por tanto, un tipo de [radiación electromagnética](#) muy penetrante, ya que tiene una alta energía por fotón emitido.

- 22.3.2)- Período de Semidesintegración Radiactiva.

-La [desintegración radiactiva](#) se comporta en función de la ley de [decaimiento exponencial](#):

donde:-es el número de [radionúclidos](#) existentes en un instante de tiempo ;

- es el número de radionúclidos existentes en el instante inicial;

, llamada [constante de desintegración radiactiva](#), es la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo.

- A partir de la definición de actividad : ver [Velocidad de desintegración](#), es evidente que la constante de desintegración es el cociente entre el número de desintegraciones por segundo y el número de átomos radiactivos .

-Se llama [tiempo de vida o tiempo de vida media](#) de un [radioisótopo](#): el tiempo promedio de vida de un átomo radiactivo antes de desintegrarse.

-Es igual a la inversa de la constante de desintegración radiactiva.

- Al tiempo que transcurre hasta que la cantidad de núcleos radiactivos de un isótopo radiactivo se reduzca a la mitad de la cantidad inicial; se le conoce como [período de semidesintegración](#), período, semiperíodo, semivida o vida media (no confundir con el y

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

mencionado *tiempo de vida*.

-Al final de cada período, la radiactividad se reduce a la mitad de la radiactividad inicial. Cada radioisótopo tiene un semiperíodo característico, en general diferente del de otros isótopos.

- Ejemplos:

Isótopo	Período	Emisión
Uranio-238	4510 millones de años	Alfa
Carbono-14	5730 años	Beta
Cobalto-60	5,271 años	Gamma
Radón-222	3,82 días	Alfa

- 22.3.3)- Velocidad de Desintegración.

- La velocidad de desintegración o actividad radiactiva se mide en **Bq**, en el **SI**. Un becquerel vale 1 desintegración por segundo. También existen otras unidades: el *rutherford*, que equivale a 10^6 desintegraciones por segundo, o el **curio**, Ci, que equivale idénticamente a $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegraciones por segundo (unidad basada en la actividad de 1 g de ²²⁶Ra que es cercana a esa cantidad). Empíricamente se ha determinado que la velocidad de desintegración es la tasa de variación del número de núcleos radiactivos por unidad de tiempo: -Dada la ley de desintegración radiactiva que sigue : ver Periodo de semidesintegración), es evidente que: donde:

-es la actividad radiactiva en el instante .

-es la actividad radiactiva inicial (cuando).

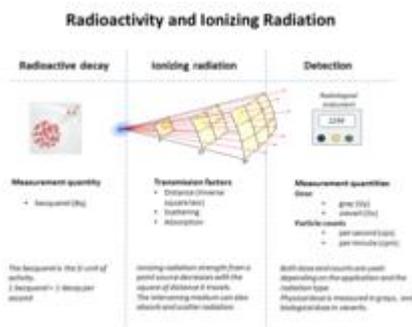
-es la base de los logaritmos neperianos.

-es el tiempo transcurrido.

-es la constante de desintegración radiactiva propia de cada radioisótopo.

-La actividad también puede expresarse en términos del número de núcleos a partir de su propia definición. En efecto:

-22.4)- Unidades de Radiactividad.



- Gráfico que muestra las relaciones entre la radiactividad y la radiación ionizante detectada

- La unidad de la Sistema Internacional de Unidades (SI) para la actividad radioactiva es la **becquerel** (Bq), nombrado en honor al científico **Henri Becquerel**. Un Bq se define como una transformación (o decaimiento o desintegración) por segundo.

-Una unidad de radioactividad más antigua es el **curie**, Ci, que originalmente se definió como "la cantidad o masa de emanación de radio en equilibrio con un gramo de radio

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

(elemento)".¹².

Hoy en día, el curie se define como 3.7×10^{10} desintegraciones por segundo, de modo que 1 curie (Ci) = 3.7×10^{10} desintegraciones por segundo.

- A efectos de protección radiológica, aunque la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos permite el uso de la unidad [curie](#) junto con las unidades SI, Error en la cita: existe un código de apertura <ref> sin su código de cierre </ref> -

- Los efectos de la radiación ionizante, se miden a menudo en unidades de [gray](#) (Gy), para el daño mecánico o [sievert](#) (Sv) para el daño al tejido.

- 22.5)- Contador Geiger.

:- [Contador Geiger](#).

- Un contador Geiger es un instrumento que permite medir la radiactividad de un objeto o lugar. Cuando una partícula radiactiva se introduce en un contador Geiger, produce un breve impulso de corriente eléctrica. La radiactividad de una muestra se calcula por el número de estos impulsos. Está formado, normalmente, por un tubo con un fino hilo metálico a lo largo de su centro. El espacio entre ellos está aislado y relleno de un gas, y con el hilo a unos 1000 voltios relativos con el tubo. Un ion o electrón penetra en el tubo (o se desprende un electrón de la pared por los rayos X o gamma) desprende electrones de los átomos del gas y que, debido al voltaje positivo del hilo central, son atraídos hacia el hilo. Al hacer esto ganan energía, colisionan con los átomos y liberan más electrones, hasta que el proceso se convierte en un alud que produce un pulso de corriente detectable. Relleno de un gas adecuado, el flujo de electricidad se para por sí mismo o incluso el circuito eléctrico puede ayudar a pararlo. Al instrumento se le llama un "contador" debido a que cada partícula que pasa por él produce un pulso idéntico, permitiendo contar las partículas (normalmente de forma electrónica) pero sin decirnos nada sobre su identidad o su energía (excepto que deberán tener energía suficiente para penetrar las paredes del contador). Los contadores de Van Allen estaban hechos de un metal fino con conexiones aisladas en sus extremos.

- 22.6)- Riesgos Para la Salud.

- El riesgo para la salud no sólo depende de la intensidad de la radiación y de la duración de la exposición, sino también del tipo de [tejido](#) afectado y de su capacidad de absorción. Por ejemplo, los órganos reproductores son 50 veces más sensibles que la piel. --

Los efectos mutagénicos de la radiación fueron identificados por primera vez por [Hermann Joseph Muller](#) en 1927. Por esta investigación le fue concedido el [Premio Nobel de Medicina](#) en 1946.¹³.

:- [Contaminación radiactiva](#)

- 22.6.1)- Consecuencias Para la Salud de la Exposición a las Radiaciones Ionizantes.

- Los efectos de la radiactividad sobre la salud son complejos. Dependen de la dosis absorbida por el organismo. Como no todas las radiaciones tienen la misma nocividad, se multiplica cada radiación absorbida por un [coeficiente de ponderación](#), para tener en cuenta las diferencias.

- Esto se llama [dosis equivalente](#), que se mide en [sieverts](#) (Sv), ya que el [becquerel](#), para medir la peligrosidad de un elemento, erróneamente considera idénticos los tres tipos de radiaciones (alfa, beta y gamma). Una radiación alfa o beta es relativamente poco peligrosa

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

fuera del cuerpo. En cambio, es extremadamente peligrosa cuando se inhala. Por otro lado, las radiaciones gamma son siempre dañinas, puesto que se neutralizan con dificultad.

-. [Radiación ionizante](#).

- 22.6.2)- Dosis Aceptable de Irradiación.

-Hasta cierto punto, las radiaciones naturales : emitidas por el [medio ambiente](#), son inofensivas. El promedio de tasa de [dosis equivalente](#), medida a nivel del mar es de 0,00012 mSv/h (0,012 mrem/h).

- La [dosis efectiva](#) : suma de las dosis recibida desde el exterior del cuerpo y desde su interior, que se considera que empieza a producir efectos en el organismo de forma detectable, es de 100 mSv (10 rem) en un periodo de 1 año.¹⁴ .

-Los métodos de reducción de la dosis son: 1) reducción del tiempo de exposición, 2) aumento del blindaje y 3) aumento de la distancia a la fuente radiante.

-A modo de ejemplo, se muestran las tasas de dosis en la actualidad utilizadas en una [central nuclear](#), para establecer los límites de permanencia en cada zona, el personal que puede acceder a ellas y su señalización:

Zona	Dosis
Zona gris o azul	de 0,0025 a 0,0075 mSv/h
Zona verde	de 0,0075 a 0,025 mSv/h
Zona amarilla	de 0,025 a 1 mSv/h
Zona naranja	de 1 a 100 mSv/h
Zona roja	> 100 mSv/h

- 22.6.3)- Dosis Efectiva Permitida.

- La [dosis efectiva](#) es la suma ponderada de dosis equivalentes en los tejidos y órganos del cuerpo procedentes de irradiaciones internas y externas.

- En la [Unión Europea](#), la Directiva 96/29/EURATOM, limita la dosis efectiva para trabajadores expuestos a 100 mSv durante un período de cinco años consecutivos, con una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año, y existen otros límites concretos de dosis equivalentes en determinadas zonas del cuerpo, como el [cristalino](#), la piel o las extremidades, además de límites concretos para mujeres embarazadas o lactantes. Para la población general, el límite de dosis efectiva es de 1 mSv por año, aunque en circunstancias especiales puede permitirse un valor de dosis efectiva más elevado en un único año, siempre que no se sobrepasen 5 mSv en cinco años consecutivos.¹⁵ .

-En el caso de intervenciones : emergencias radiológicas, sin embargo, estos límites no son aplicables. En su lugar se recomienda que, cuando puedan planificarse las acciones, se utilicen niveles de referencia. En estos casos, las actuaciones comienzan cuando la dosis al público puede superar los 10 mSv en dos días : permanencia en edificios. En cuanto a los trabajadores, se intentará que la dosis que reciban sea siempre inferior al límite anual, salvo en medidas urgentes : rescate de personas, situaciones que evitarían una dosis elevada a un gran número de personas, impedir situaciones catastróficas. En estos casos , se intentará que no se supere el doble del límite de dosis en un solo año (100 mSv), excepto cuando se trate de salvar vidas, donde se pondrá empeño en mantener las dosis por debajo de 10 veces ese límite (500 mSv). Los trabajadores que participen en acciones que puedan alcanzar este nivel de 500 mSv deberán ser informados oportunamente y deberán ser voluntarios.¹⁶ .

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

-La dosis efectiva es una dosis acumulada. La exposición continua a las radiaciones ionizantes se considera a lo largo de un año, y tiene en cuenta factores de ponderación que dependen del órgano irradiado y del tipo de radiación de que se trate.

-La dosis efectiva permitida para alguien que trabaje con radiaciones ionizantes (por ejemplo, en una central nuclear o en un centro médico) es de 100 mSv en un periodo de 5 años, y no se podrán superar en ningún caso los 50 mSv en un mismo año. Para las personas que no trabajan con radiaciones ionizantes, este límite se fija en 1 mSv al año. Estos valores se establecen por encima del fondo natural (que en promedio es de 2,4 mSv al año en el mundo).

- Las diferencias en los límites establecidos entre trabajadores y otras personas se deben a que los trabajadores reciben un beneficio directo por la existencia de la industria en la que trabajan, y por tanto, asumen un mayor riesgo que las personas que no reciben un beneficio directo.

-Por ese motivo, para los estudiantes se fijan límites algo superiores a los de las personas que no trabajan con radiaciones ionizantes, pero algo inferiores a los de las personas que trabajan con radiaciones ionizantes. Para ellos se fija un límite de 6 mSv en un año.

-Además, esos límites se establecen en función de ciertas hipótesis, como es la del comportamiento lineal sin umbral de los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la salud (el modelo LNT). A partir de este modelo, basado en medidas experimentales (de grandes grupos de personas expuestas a las radiaciones, como los supervivientes de [Hiroshima](#) y [Nagasaki](#)) de aparición de cáncer, se establecen límites de [riesgo](#) considerado aceptable, consensuados con organismos internacionales tales como la [Organización Internacional del Trabajo](#) (OIT), y a partir de esos límites se calcula la dosis efectiva resultante.

--: [Modelo lineal sin umbral](#).

- 22.6.4)- Ley de la Radiosensibilidad.

-La ley de la [Radiosensibilidad](#) : también conocida como [ley de Bergonié y Tribondeau](#), postulada en 1906, dice "que los tejidos y órganos más sensibles a las radiaciones son los menos diferenciados y los que exhiben alta actividad reproductiva".

-Como ejemplo, tenemos:

1. Tejidos altamente radiosensibles: epitelio intestinal, órganos reproductivos (ovarios, testículos), médula ósea, glándula tiroides.
2. Tejidos medianamente radiosensibles: [tejido conectivo](#).
3. Tejidos poco radiosensibles: neuronas, hueso.
- 4.

- 22.7)- Ejemplos de Isótopos Radiactivos.

- 22.7.1)- Isótopos Naturales.

- [Uranio](#) ^{235}U y ^{238}U
- [Torio](#) ^{234}Th y ^{232}Th
- [Radio](#) ^{226}Ra y ^{228}Ra
- [Carbono](#) ^{14}C
- [Tritio](#) ^3H
- [Radón](#) ^{222}Rn
- [Potasio](#) ^{40}K
- [Polonio](#) ^{210}Po

- 22.7.2)- Isótopos Artificiales.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Plutonio](#) ^{239}Pu y ^{241}Pu
- [Curio](#) ^{242}Cm y ^{244}Cm
- [Americio](#) ^{241}Am
- [Cesio](#) ^{134}Cs , ^{135}Cs y ^{137}Cs
- [Yodo](#) ^{129}I , ^{131}I y ^{133}I
- [Antimonio](#) ^{125}Sb
- [Rutenio](#) ^{106}Ru
- [Estroncio](#) ^{90}Sr
- [Criptón](#) ^{85}Kr y ^{89}Kr
- [Selenio](#) ^{75}Se
- [Cobalto](#) ^{60}Co
- [Cloro](#) ^{36}Cl

-22.8)- Véase También.

- [Contador Geiger](#);
- [Teoría atómica](#);
- [Estructura nuclear](#);
- [Controversia sobre la energía nuclear](#);
- [Radiobiología](#);

- 22.9)- Referencias.

1. [↑ Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española](#) (2005). «[radiactivo](#)». *Diccionario panhispánico de dudas* (1.ª edición).
2. [↑ Stabin, Michael G.](#) (2007). «[3](#)». *Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics*. Springer. ISBN 978-0-387-49982-6. doi:10.1007/978-0-387-49983-3.
3. [↑ Best, Lara; Rodrigues, George; Velker, Vikram](#) (2013). «[1.3](#)». *Radiation Oncology Primer and Review*. Demos Medical Publishing. ISBN 978-1-62070-004-4.
4. [↑ Loveland, W.; Morrissey, D.; Seaborg, G.T.](#) (2006). *Modern Nuclear Chemistry*. Wiley-Interscience. p. 57. Bibcode:2005mnc..book.....L. ISBN 978-0-471-11532-8.
5. [↑ Litherland, A.E.; Ferguson, A.J.](#) (1961). «Gamma-Ray Angular Correlations from Aligned Nuclei Produced by Nuclear Reactions». *Canadian Journal of Physics* 39 (6): 788-824. Bibcode:1961CaJPh..39..788L. ISSN 0008-4204. doi:10.1139/p61-089.
6. [↑](#) «[3. Nuclear and Atomic Spectroscopy](#)». *Spectroscopy. Methods in Experimental Physics* 13. 1976. pp. 115-346. Bibcode:1976MExp...13..115.. ISBN 9780124759138. doi:10.1016/S0076-695X(08)60643-2.
7. [↑ Martin, B.R.](#) (31 de agosto de 2011). *Nuclear and particle physics: An introduction* (2nd edición). John Wiley & Sons. p. 240. ISBN 978-1-1199-6511-4.
8. [↑ Mould, Richard F.](#) (1995). *A century of X-rays and radioactivity in medicine : with emphasis on photographic records of the early years* (en inglés) (Reprint. with minor corr edición). Bristol: Inst. of Physics Publ. p. 12. ISBN 978-0-7503-0224-1.
9. [↑ Kasimir Fajans](#), "Radioactive transformations and the periodic system of the elements". *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, Nr. 46, 1913, pp. 422–439 (en inglés)
10. [↑ Frederick Soddy](#), "The Radio Elements and the Periodic Law", *Chem. News*, Nr. 107, 1913, pp. 97–99 (en inglés)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

11. [↑ Mark Lawrence Elwin Oliphant](#)
12. [↑ Rutherford, Ernest \(6 de octubre de 1910\). «Radium Standards and Nomenclature». *Nature* 84 \(2136\): 430-431. Bibcode:1910Natur..84..430R. doi:10.1038/084430a0.](#)
13. [↑ Radiation Poisoning History](#)
14. [↑ Resumen del informe del BEIR](#)
 - [Archivado](#) el 28 de septiembre de 2007 en la [Wayback Machine](#). (en inglés).
15. [↑ Directiva 96/29/Euratom del Consejo de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes](#), DO L159 de 29-6-1996.
16. [↑ Normas Internacionales de Seguridad. SS Nº 115](#) (en inglés).

- 22.10)- Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](http://www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:

-LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 22.11)- Enlaces Externos.

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una galería multimedia sobre [Radiactividad](#).
-  [Wikiquote](#) alberga frases célebres de o sobre [Radiactividad](#).
- [ATSDR en Español - ToxFAQs™: americio](#): Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. (dominio público)
- [ATSDR en Español - ToxFAQs™: cesio](#): Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. (dominio público)
- [ATSDR en Español - ToxFAQs™: plutonio](#): Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. (dominio público)
- [ATSDR en Español - ToxFAQs™: uranio](#): Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. (dominio público)
- [Red abierta de medición de radiactividad en España](#)

-

-Obtenido de

«<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Radiactividad&oldid=117789500>»

- Categoría:

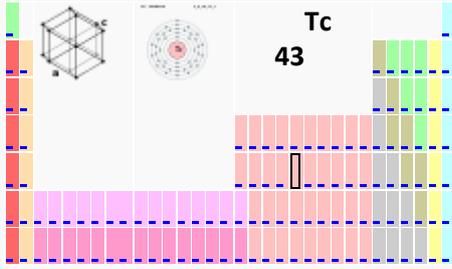
- [Radiactividad](#)
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 06:32.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXIII: -23)- TECNECIO.-

- De Wikipedia, la enciclopedia libre. *Para otras acepciones, véase* [TC](#).

[Molibdeno](#) ← Tecnecio → [Rutenio](#)



[Tabla completa](#) • [Tabla ampliada](#)

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

Información general	
<u>Nombre, símbolo, número</u>	Tecnecio, Tc, 43
<u>Serie química</u>	<u>Metales de transición</u>
<u>Grupo, período, bloque</u>	<u>7, 5, d</u>
<u>Masa atómica</u>	98,9063 ¹ u
<u>Configuración electrónica</u>	[Kr]4d ⁵ 5s ²
<u>Electrones por nivel</u>	2, 8, 18, 14, 1 (<u>imagen</u>)
Propiedades atómicas	
Radio medio	135 <u>pm</u>
<u>Electronegatividad</u>	1,9 (<u>escala de Pauling</u>)
<u>Radio atómico</u> (calc)	183 <u>pm</u> (<u>radio de Bohr</u>)
<u>Radio covalente</u>	156 <u>pm</u>
<u>Estado(s) de oxidación</u>	7, 6, 5, ² 4, ³ 3, ⁴ 1 ⁵
<u>Óxido</u>	<u>Ácido</u> fuerte
1.ª <u>Energía de ionización</u>	702 <u>kJ/mol</u>
2.ª <u>Energía de ionización</u>	1470 <u>kJ/mol</u>
3.ª <u>Energía de ionización</u>	2850 <u>kJ/mol</u>

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

Propiedades físicas

Estado ordinario Sólido (paramagnético)

Densidad 11500 kg/m³

Punto de fusión 2430 K (2157 °C)

Punto de ebullición 4538 K (4265 °C)

Entalpía de vaporización 660 kJ/mol

Entalpía de fusión 24 kJ/mol

Presión de vapor 0,0229 Pa a 2473 K

Varios

Estructura cristalina Hexagonal

N° CAS 7440-26-8

N° EINECS 231-136-0

Calor específico 210 J/(K·kg)

Conductividad eléctrica 6,7·10⁶ S/m

Conductividad térmica 50,6 W/(K·m)

Isótopos más estables

Artículo principal: [Isótopos del tecnecio](#)

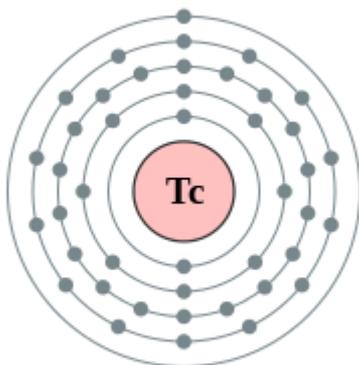
**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

<u>iso</u>	<u>AN</u>	<u>Periodo</u>	<u>MD</u>	<u>Ed</u> <u>MeV</u>	<u>PD</u>
^{95m} Tc	<u>Sintético</u>	61 <u>d</u>	<u>ε</u>	-	⁹⁵ <u>Mo</u>
			<u>γ</u>	0.204, 0.582, 0.835	-
			<u>IT</u>	0.0389, <u>e</u>	⁹⁵ Tc
⁹⁶ Tc	Sintético	4.3 d	<u>ε</u>	-	⁹⁶ <u>Mo</u>
			<u>γ</u>	0.778, 0.849, 0.812	-
⁹⁷ Tc	Sintético	2.6·10 ⁶ <u>a</u>	<u>ε</u>	-	⁹⁷ <u>Mo</u>
^{97m} Tc	Sintético	90 d	<u>IT</u>	0.965, <u>e</u>	⁹⁷ Tc
⁹⁸ Tc	Sintético	4.2·10 ⁶ a	<u>β⁻</u>	0.4	⁹⁸ <u>Ru</u>
			<u>γ</u>	0.745, 0.652	-
⁹⁹ Tc	<u>trazas</u>	2.111·10 ⁵ a	<u>β⁻</u>	0.294	⁹⁹ <u>Ru</u>
^{99m} Tc	Sintético	6.01 <u>h</u>	<u>IT</u>	0.142, 0.002	⁹⁹ Tc
			<u>γ</u>	0.140	-

Valores en el [SI](#) y [condiciones normales de presión y temperatura](#), salvo que se indique lo contrario.

43: Tecnecio

2,8,18,14,1



-Configuración de los niveles de energía del tecnecio.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- El tecnecio es el más ligero de los [elementos químicos](#), que no cuentan con [isótopos](#) estables, y el primer [elemento sintético](#), que se encuentra en la [tabla periódica](#).
- Su [número atómico](#) es el 43 y su [símbolo](#) es Tc.
- Las propiedades químicas de este [metal de transición cristalino](#), de color gris plateado, son intermedias a las del [renio](#) y las del [manganeso](#).
- Su [isómero nuclear](#) ^{99m}Tc , de muy corta vida y emisor de [rayos gamma](#), se usa en [medicina nuclear](#), para efectuar una amplia variedad de pruebas [diagnósticas](#). El ^{99}Tc se usa como fuente de [partículas beta](#) libre de la emisión de rayos gamma. El [anión pertechnetato](#) (TcO_4^-) se emplea como inhibidor de [corrosión](#) anódica para [aceros](#).⁶
- Antes de que fuera descubierto, muchas de las propiedades del elemento 43, fueron predichas por [Dmitri Mendeleev](#).
- Mendeleev reservó un espacio en su [tabla periódica](#), para un hipotético elemento que llamó eka - manganeso. En [1937](#), el isótopo ^{97}Tc se convirtió en el primer elemento producido de forma predominantemente artificial, de ahí su nombre (del griego τεχνητός, que significa "artificial").
- La mayoría del tecnecio producido en la [Tierra](#), se obtiene como subproducto de la [fisión](#) del ^{235}U , en los [reactores nucleares](#) y se extrae de las varillas de combustible nuclear.
- Ningún isótopo del tecnecio, posee un [periodo de semidesintegración](#) mayor de 4,2 millones de años . El caso concreto del ^{98}Tc , así que su detección en [gigantes rojas](#) en [1952](#), ayudó a reforzar la teoría de que en las [estrellas](#), pueden generarse elementos pesados.
- En la Tierra, el tecnecio se encuentra en trazas detectables, como producto de la fisión espontánea en minerales de uranio, por acción de la captura de [neutrones](#), en minas de [molibdeno](#).

ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXIII: -23)- TECNECIO.-
- 23.1)- [Propiedades Físicas y Químicas](#).
- 23.2)- [Aplicaciones](#).
- 23.2.1)- [Medicina Nuclear](#).
- 23.2.2)- [Uso Industrial](#).
- 23.2.3)- [Uso químico](#).
- 23.3)- [Historia](#).
- 23.3.1)-[La búsqueda del Elemento 43](#).
- 23.3.2)- [Descubrimiento Oficial e Historia Posterior](#).
- 23.4)- [Abundancia y Obtención](#).
- 23.4.1)- [Obtención Natural](#).
- 23.4.2)- [Subproducto en Residuos de Fisión Nuclear](#).
- 23.4.3)- [Activación Neutrónica del Molibdeno u Otros Elementos Puros](#).
- 23.5)- [Isótopos](#).
- 23.5.1)- [Estabilidad de los Isótopos del Tecnecio](#).
- 23.6)- [Referencias](#).
- 23.6.1)- [Trabajos Citados](#).
- 23.6.2)- [Notas](#).
- 23.7)- [Bibliografía](#).
- 23.8)- [Enlaces externos](#).

- 23.1)- [Propiedades Físicas y Químicas](#).

-El tecnecio es un metal [radiactivo](#) de color gris plateado, con una apariencia similar al metal [platino](#). Sin embargo, cuando se obtiene, generalmente tiene la forma de polvo grisáceo.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Su posición en la tabla periódica está entre el molibdeno y el rutenio, y como predicen las leyes periódicas, sus propiedades son intermedias a estos dos metales.
- El tecnecio, al igual que el [prometio](#), es excepcional entre los elementos ligeros, ya que no posee ningún isótopo estable, y sin embargo, está rodeado por elementos, que sí los tienen.
- Dada su inestabilidad, el tecnecio es extremadamente escaso en la Tierra. No desempeña ningún papel biológico y, en condiciones normales, no se encuentra en el cuerpo humano.
- La forma metálica del tecnecio se desluce rápidamente en presencia de [aire](#) húmedo. Sus [óxidos](#) son el TcO_2 y el Tc_2O_7 . Bajo condiciones oxidantes, el tecnecio (VII), existe en forma de anión pertecnetato, TcO_4^- .⁷
- Los [estados de oxidación](#) más habituales del tecnecio, son 0, +2, +4, +5, +6 y +7.⁸ Cuando el tecnecio está pulverizado, arde en presencia de [oxígeno](#).⁹ Se disuelve en [agua regia](#), [ácido nítrico](#) y en [ácido sulfúrico](#) concentrado, pero no en [ácido clorhídrico](#).
- Posee líneas espectrales características a las siguientes longitudes de onda: 363 nm, 403 nm, 410 nm, 426 nm, 430 nm y 485 nm.¹⁰
- La forma metálica es ligeramente [paramagnética](#), es decir, sus [dipolos magnéticos](#) se alinean con los [campos magnéticos](#) externos, a pesar de que el tecnecio normalmente no es magnético.¹¹
- La [estructura cristalina](#) del metal presenta un empaquetamiento hexagonal compacto. Un cristal aislado de puro tecnecio metálico, se convierte en un [superconductor](#) de tipo II, a una temperatura de 7,46 K; la irregularidad de los cristales y las trazas de impurezas elevan este valor a 11,2 K para el caso de un tecnecio pulverizado de una pureza del 99,9%.¹²
- Por debajo de esta temperatura, el tecnecio posee una muy alta profundidad de penetración magnética, la mayor de todos los elementos después del [niobio](#).¹³
- El tecnecio es generado en los procesos de fisión nuclear, y se propaga más fácilmente que otros muchos radionúclidos. Es importante la comprensión de su [toxicidad](#) en animales y humanos, pero las pruebas experimentales son escasas. Parece tener baja toxicidad química.
- Su toxicidad radiológica (por unidad de masa), varía en función del compuesto, el tipo de radiación del isótopo en cuestión y su [periodo de semidesintegración](#).
- El ^{99m}Tc es particularmente atractivo por sus aplicaciones médicas. La máxima radiación que presenta este isótopo es de rayos gamma, con la misma longitud de onda que los [rayos X](#) empleados para el diagnóstico común, ofreciendo la penetración adecuada y causando daños mínimos.
- Todo esto, unido al corto período de semidesintegración de su isómero nuclear [metaestable](#), y al relativamente largo período de semidesintegración del isótopo producido ^{99}Tc , que permite que sea eliminado del organismo antes de que se desintegre, hace que un escáner nuclear de ^{99m}Tc típico, suponga una dosis relativamente baja de radiación administrada. (Ver más sobre este tema más abajo)¹².
- Todos los isótopos del tecnecio debe ser manejados con cuidado. El más común de ellos, el ^{99}Tc , es un débil emisor de partículas beta; este tipo de radiación puede ser detenida por las paredes del instrumental de cristal del laboratorio. Cuando son detenidas, se emiten rayos X de baja intensidad, pero una separación de unos 30 cm basta, para que afecte a nuestro organismo.
- El riesgo principal cuando se trabaja con tecnecio es la [inhalación](#) del polvo; la contaminación radiactiva que esto produce en los pulmones, supone un riesgo muy significativo de [cáncer](#). Para la mayoría de trabajos con tecnecio, la manipulación cuidadosa bajo una campana extractora suele ser suficiente; no se requiere el uso de una cámara seca con guantes.¹²

- 23.2)- Aplicaciones.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 23.2.1)- Medicina Nuclear.

- El ^{99m}Tc (la "m", indica que es un isómero nuclear metaestable) es el radioisótopo más utilizado en la práctica diagnóstica, estimándose que el 80% de los procedimientos de [medicina nuclear](#), lo utilizan.¹⁴ .

-Se usa principalmente en procedimientos de diagnóstico de funcionamiento de órganos del [cuerpo humano](#), por ejemplo, como marcador radiactivo que el equipamiento médico puede detectar en el cuerpo humano.¹⁵ .

-Este isótopo se adapta muy bien a su uso, ya que emite rayos gamma fácilmente detectables con una energía de 140 keV, y su período de semidesintegración es de 6,0058 horas (es decir, en 24 horas se desintegran quince dieciseisavos del total para originar ^{99}Tc).¹⁶ .

-El libro "*Technetium*", de Klaus Schwochau, enumera 31 radiofármacos basados en el ^{99m}Tc usados en: estudios funcionales del [cerebro](#), el [miocardio](#), la glándula [tiroidea](#), los [pulmones](#), el [hígado](#), la [vesícula biliar](#), los [riñones](#), el [esqueleto](#), la [sangre](#) y los [tumores](#).

- La [inmunoescintigrafía](#) incorpora ^{99m}Tc a un [anticuerpo monoclonal](#), una [proteína](#) del [sistema inmunitario](#), capaz de unirse a [células cancerosas](#). Pocas horas después de la [inyección](#), se detectan los rayos gamma emitidos por el ^{99m}Tc , con el correspondiente equipo médico; altas concentraciones indican dónde se localiza el [tumor](#). Esta técnica es particularmente útil para detectar tumores difíciles de localizar, como los que afectan al [intestino](#). Estos [anticuerpos](#) modificados son comercializados por la empresa alemana [Hoechst](#), bajo el nombre de "Scintium".¹⁷ .

-Cuando el ^{99m}Tc se combina con un compuesto de [estaño](#), se une a los [eritrocitos](#), y puede usarse para localizar desórdenes del [sistema circulatorio](#).

-Se usa normalmente para detectar [hemorragias](#) gastrointestinales. El ion [pirofosfato](#) combinado con el ^{99m}Tc , se adhiere a los depósitos de [calcio](#), del músculo cardíaco dañado, algo útil para evaluar el daño producido tras un ataque cardíaco.¹⁸ .

- El [coloide](#) de [azufre](#) con ^{99m}Tc es filtrado por el [bazo](#), haciendo posible la visualización de la estructura de este órgano.¹⁹ .

- La exposición a la radiación debido al tratamiento diagnóstico con ^{99m}Tc , puede mantenerse dentro de niveles bajos. Debido al corto período de semidesintegración, su rápida desintegración para originar el ^{99}Tc : mucho menos radiactivo-; hace que la dosis total de radiación recibida por el paciente : por unidad de actividad inicial tras la administración; sea relativamente baja.

- En la forma en la que se administra, generalmente como [pertecnato](#), ambos isótopos son eliminados rápidamente del organismo, en unos pocos días.¹⁸ .

- El tecnecio empleado en medicina nuclear, se suele extraer de los generadores de ^{99m}Tc . El ^{99m}Tc , con un período de semidesintegración de 61 días, se usa como [marcador radiactivo](#), para estudiar la difusión del tecnecio en el ambiente ,y en sistemas [animales](#) y [vegetales](#).¹² .

- 23.2.2)- Uso Industrial.

- El ^{99}Tc se desintegra emitiendo [partículas beta](#) de baja energía ,y sin presencia de rayos gamma. Además, su largo período de semidesintegración conlleva, que su emisión decrece muy lentamente con el tiempo.

- También puede extraerse tecnecio de gran pureza química e isotópica a partir de residuos nucleares. Por todas estas razones, el ^{99}Tc es un [patrón](#) de emisión beta, usado para la [calibración](#) de equipos científicos.¹² .

- Se ha estudiado la posibilidad de emplear el ^{99}Tc , en [baterías nucleares](#) optoelectricas.

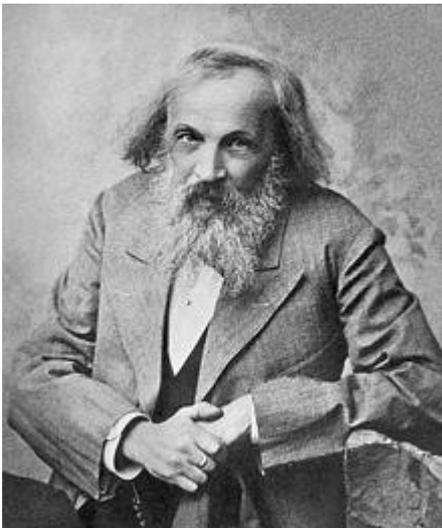
- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 23.2.3)- Uso Químico.

- Como el [renio](#) y el [paladio](#), el tecnecio puede usarse como [catalizador](#).
- Para algunas reacciones, por ejemplo la [deshidrogenación](#) del [alcohol isopropílico](#), supone un catalizador mucho más efectivo que el renio o el paladio. Por supuesto, su radiactividad es el mayor problema, a la hora de encontrar aplicaciones seguras.¹².
- Bajo ciertas circunstancias, una pequeña concentración ($5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$) del anión pertecnetato en agua, puede proteger hierros y aceros al [carbono](#) de la corrosión. Por esta razón, el pertecnetato puede emplearse como inhibidor de la corrosión anódica para el acero; pero la radiactividad del tecnecio, presenta ciertos problemas a la hora de usarlo para aplicaciones estrictamente químicas como ésta.
- Aunque (por ejemplo), el anión CrO_4^{2-} puede también inhibir la corrosión, se requieren concentraciones hasta diez veces mayores. En un experimento, una muestra se mantuvo en una disolución acuosa de pertecnetato durante 20 años, y no sufrió corrosión alguna.
- El mecanismo mediante el cual el anión pertecnetato, previene la corrosión no se conoce muy bien, pero parece implicar la formación de una delgada capa superficial.
- Una teoría mantiene, que el pertecnetato reacciona con la superficie del acero formando una capa de dióxido de tecnecio, que previene una posterior corrosión; el mismo efecto explica como el [hierro](#) en polvo, puede utilizarse para eliminar el pertecnetato del agua (el [carbón activado](#) también puede usarse para ese fin).
- El efecto desaparece rápidamente, si la concentración de pertecnetato cae por debajo de un mínimo, o si se añade una alta concentración de otros iones.
- Evidentemente, la naturaleza radiactiva del tecnecio (3 MBq por litro para la concentración requerida), hace este tipo de protección impracticable en casi todas las situaciones. Sin embargo, la protección ante la corrosión usando aniones pertecnetato se ha sugerido, (aunque nunca aplicado), para su uso en [reactores de agua en ebullición](#).¹².
- En los últimos años de la década de 1970, se efectuó con éxito la electrodeposición del tecnecio sobre varios sustratos, llevada a cabo por Lichtenberger, en la Universidad de Virginia, como parte de un estudio de investigación, sobre el uso de emisiones beta débiles para evitar la degradación biológica de instrumentación marina. Estos estudios fueron frustrados, por la baja estabilidad en el agua marina.

- 23.3)- Historia.

- 23.3.1)- La Búsqueda del Elemento 43.



- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Dmitri Mendeleev](#), predijo las propiedades del tecnecio, antes de que fuera descubierto.
- Durante muchos años, existió un espacio vacante en la tabla periódica, entre el [molibdeno](#) (elemento 42) y el [rutenio](#) (elemento 44). Muchos investigadores de la época, estaban ansiosos por ser los primeros en descubrir y poner nombre al elemento 43; su localización en la tabla, sugería que debía ser más fácil de descubrir, que otros elementos aún no hallados. -
- En 1828, se creyó haber encontrado en menas de [platino](#). Se le dio el nombre de polinio, pero finalmente resultó ser [iridio](#) impuro. Más tarde, en 1846 de nuevo se afirmó haber descubierto el elemento que nombraron ilmenio, pero se determinó que era [niobio](#) impuro. - Ese error fue cometido de nuevo en 1847, cuando se aseguró haber descubierto el llamado pelopio.²⁰.
- Dimitri Mendeleev predijo que ese elemento 43, debía ser químicamente similar al manganeso, y lo llamó eka - manganeso.²¹²² .
- En 1877, el químico ruso [Serge Kern](#), informó del descubrimiento del elemento en un mineral de platino. Kern lo bautizó con el nombre de davyo, en honor al destacado químico inglés Sir [Humphry Davy](#), pero se determinó, que en realidad se trataba de una mezcla de iridio, rodio y hierro.
- Otro candidato, el lucio, fue el siguiente en 1896, pero resultó ser [itrio](#). Más tarde, en 1908, el químico japonés [Masataka Ogawa](#), encontró una evidencia en una muestra de un mineral llamado [torianita](#), que parecía indicar la presencia del elemento 43.
- Ogawa le puso el nombre de niponio, en honor de [Japón](#) (Nippon en japonés).
- En el año 2004, H. K. Yoshihara revisó una copia del [espectro](#) de rayos X de la muestra de torianita en la que Ogawa encontró el niponio, grabada en una placa fotográfica preservada por la familia del químico japonés. El espectro fue reinterpretado e indicaba la presencia del elemento 75 (renio), en lugar del elemento 43.²³ .
- Los químicos alemanes [Otto Berg](#), [Walter Noddack](#) e [Ida Tacke](#) : estos dos últimos más tarde se casarían; informaron del descubrimiento de los elementos 75 y 43 en 1925, nombrando a este último con el nombre de masurio : en honor a [Masuria](#), en el este de [Prusia](#), actualmente territorio [polaco](#), la región de donde procedía la familia de Noddack.²⁴ .
- El grupo de químicos bombardeó muestras de [columbita](#), con un haz de electrones y dedujeron la presencia del elemento 43, al examinar espectros de [difracción de rayos X](#).
- La longitud de onda de los rayos X, está relacionada con el número atómico a través de una expresión deducida por [Henry Moseley](#), en 1913.
- El equipo afirmó haber detectado una leve señal de rayos X, a la longitud de onda correspondiente al elemento 43. Otros investigadores contemporáneos no han sido capaces de reproducir este experimento, y, de hecho, fue considerado como un error durante muchos años.²⁵²⁶ .
- En 1998, [John T. Armstrong](#), del [Instituto Nacional de Estándares y Tecnología](#), efectuó simulaciones informáticas de los experimentos de 1925, y obtuvo resultados muy similares a los conseguidos por el equipo de Noddack, y aseguró que estaban respaldados por el trabajo publicado por [David Curtis](#), del [Laboratorio Nacional Los Álamos](#), sobre la medida de la abundancia natural del tecnecio.²⁵²⁷ .
- Sin embargo, los resultados experimentales de Noddack, nunca han sido reproducidos, y nunca fueron capaces de aislar el elemento 43. La idea de que Noddack podría efectivamente haber obtenido muestras de tecnecio, fue propuesta por el físico belga [Pieter van Assche](#).²⁸ .
- Assche, intentó efectuar un análisis *a posteriori* de los datos de Noddack, para demostrar que el límite de detección del método analítico de Noddack, podría haber sido del orden de

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

1000, veces inferior al valor propuesto en sus trabajos (10^{-9}).²⁹.

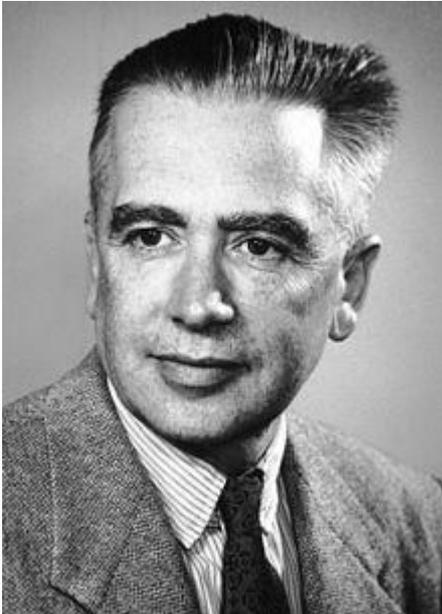
- Estos valores fueron usados por Armstrong, para simular el espectro de rayos X original. Armstrong afirmó haber obtenido resultados muy similares al espectro original, sin hacer ninguna referencia a dónde fueron publicados los datos originales. De esta forma, ofreció un apoyo convincente a la idea de que Noddack, efectivamente identificó la fisión del *masurio*, basándose en datos espectrales.³⁰.

- Sin embargo, Gunter Herrmann, de la [Universidad de Maguncia](#), después de un minucioso estudio, demostró que los argumentos de van Assche, tuvieron que ser desarrollados *ad hoc*, para adecuarse de manera un tanto forzada a los resultados previamente establecidos.

- Además, el contenido en ^{99}Tc esperado, en una muestra típica de [pechblenda](#) (50 % de uranio) es aproximadamente de $10^{-10} \text{ g} \cdot (\text{kg de mineral})^{-1}$ y, puesto que el uranio nunca excedió el 5 % (aproximadamente) en las muestras de columbita de Noddack, la cantidad de elemento 43 no pudo exceder los $3 \cdot 10^{-11} \mu\text{g} \cdot (\text{kg de mineral})^{-1}$.^{31,32}.

- Es claro que tan nimia cantidad no pudo ser pesada, ni a partir de ella, pudieron obtenerse líneas espectrales de rayos X, que pudieran ser claramente distinguidas del ruido. La única forma de detectar su presencia, es a partir de medidas de radiactividad, una técnica que Noddack no empleó,³² pero que sí lo hicieron Segrè y Perrier.³³.

- 23.3.2)- Descubrimiento Oficial e Historia Posterior.



-[Emilio Segrè](#) fue el codescubridor del tecnecio.

- El descubrimiento del elemento 43, fue finalmente confirmado en un experimento en 1937, llevado a cabo en la [Universidad de Palermo](#), [Sicilia](#), por [Carlo Perrier](#) y [Emilio Segrè](#).

- En el verano de 1936, Segrè y su esposa, visitaron los [Estados Unidos](#). Primero estuvieron en [Nueva York](#), en la [Universidad de Columbia](#), donde Segrè había pasado el verano anterior, y después en [Berkeley](#), en el Laboratorio de Radiación [Ernest O. Lawrence](#).

- Segrè convenció al inventor del [ciclotrón](#), Lawrence, para que le cediera alguna de las partes descartadas del ciclotrón, que se habían vuelto radiactivas.

- A principios de 1937, Lawrence le envió una hoja de molibdeno, que formaba parte del deflector del ciclotrón.

- Segrè animó a su experimentado colega Perrier, a que le ayudara a intentar demostrar mediante química comparativa, que la actividad del molibdeno, era en realidad causada por un elemento con $Z = 43$, elemento inexistente en la naturaleza, debido a la inestabilidad que

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

presenta por la desintegración nuclear. Con una considerable dificultad, fueron capaces de aislar, tres períodos de desintegración distintos : 90, 80 y 50 días; que correspondían a los isótopos ^{95}Tc y ^{97}Tc del tecnecio, nombre dado más tarde por Perrier y Segrè ,al primer elemento químico sintetizado por el hombre.^{34,35} .

- La Universidad de Palermo, oficialmente quiso que el elemento fuera bautizado como panormio, ya que el nombre en [latín](#) de [Palermo](#) es Panormus. En lugar de ese nombre, los investigadores decidieron nombrar al nuevo elemento, usando la palabra griega technètos, que significa "artificial", por ser el primer elemento producido de forma artificial.²⁴.
- Segrè volvió a Berkeley e inmediatamente buscó a [Glenn T. Seaborg](#). Allí aislaron el isótopo ^{99m}Tc , que ahora se usa en más de 10.000.000 de procedimientos médicos diagnósticos al año.
- En 1952, el astrónomo [Paul W. Merrill](#), en [California](#), detectó la señal espectral del tecnecio: en concreto, a las longitudes de 403,1 nm, 423,8 nm, 426,8 nm y 429,7 nm, en la luz emitida por gigantes rojas del tipo S.¹².
- Estas estrellas masivas, cercanas al final de su vida, eran ricas en este elemento de vida corta, lo que significaba que las [reacciones nucleares](#), que tienen lugar en las estrellas, podían generarlo.
- Esta evidencia, fue usada para respaldar la teoría no probada de que en las estrellas se produce la [nucleosíntesis](#) de elementos pesados.³⁶ .
- Más recientemente, dichas observaciones proporcionaron las pruebas de que los elementos eran formados por la captura de neutrones en el [proceso-S](#).¹² .
- Desde este descubrimiento, se han intentado buscar fuentes naturales de tecnecio en materiales terrestres.
- En 1962, fue aislado e identificado ^{99}Tc , en una muestra de [pechblenda](#) procedente del [Congo Belga](#), en muy bajas concentraciones (aproximadamente $0,2 \text{ ng}\cdot\text{kg}^{-1}$);¹² su presencia era debida a la fisión espontánea del ^{238}U . Este descubrimiento fue hecho por B. T. Kenna y P. K. Kuroda.³⁷ .Hay pruebas de que en el reactor natural de fisión natural de [Oklo](#), se han producido cantidades significativas de ^{99}Tc , que se desintegraron originando ^{99}Ru .³⁵ .

- 23.4)- Abundancia y Obtención.

- 23.4.1)- Obtención Natural.

- Puesto que el Tecnecio es inestable, sólo existen pequeñísimas trazas en la corteza terrestre, originadas por la fisión espontánea del uranio.
- En 1999, David Curtis ([ver arriba](#)), estimó que en un kilogramo de uranio está contenido aproximadamente 1 ng (10^{-9} g) de Tecnecio.³⁸ .
- Se ha encontrado Tecnecio de origen extraterrestre, en estrellas gigantes rojas (tipos S, M y N) mediante el análisis del espectro de la luz emitida por las mismas.³⁵ .

- 23.4.2)- Subproducto en Residuos de Fisión Nuclear.

Productos de fisión de vida larga			
Productos de fisión			
Propiedad: $t^{1/2}$	Rend.	Q *	$\beta\gamma$
Unidad: (Ma)	(%)	(KeV)	*
^{99}Tc	0,211	6,0507	294 β
^{126}Sn	0,230	0,0236	4050 $\beta\gamma$

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- En contraste con la escasa abundancia natural, cada año se obtienen grandes cantidades de ^{99}Tc , a partir de varillas de combustible nuclear usadas, que contienen varios productos de fisión. La fisión de un gramo del isótopo ^{235}U , en los reactores nucleares produce 27 mg de ^{99}Tc , dando un rendimiento total en Tecnecio del 6,1%.³⁹. Otros isótopos fisibles también producen rendimientos similares.¹².

^{79}Se	0,295	0,0508	151 β
^{93}Zr	1,53	6,2956	91 $\beta\gamma$
^{135}Cs	2,3	6,3333	269 β
^{107}Pd	6,5	0,1629	33 β
^{129}I	15,7	0,6576	194 $\beta\gamma$

- Se estima que hasta el año 1994, se habían producido unas 78 **toneladas métricas** de tecnecio, en los reactores nucleares, que son la principal fuente de este elemento en la Tierra.⁴⁰.
- Sin embargo, sólo una fracción del total de la producción de Tecnecio es usada comercialmente. - Desde el año 2005, el ^{99}Tc se encuentra a disposición de aquellos, que posean un permiso de la autoridad competente, por un precio aproximado de U\$S 83 por gramo, más gastos de embalaje.⁴¹.

- La fisión nuclear del ^{235}U y del ^{239}Pu , deja un rendimiento moderado de Tecnecio (^{99}Tc), así que este elemento está presente en los residuos radiactivos de los reactores de fisión, y también es producido tras la detonación de una **bomba de fisión**.

-La cantidad de Tecnecio producido artificialmente en la naturaleza, sobrepasa la cantidad de tecnecio natural en gran medida. Esto se debe a la liberación producida en las **pruebas nucleares**, llevadas a cabo al aire libre, así como en los procesos de tratamiento de residuos nucleares.

- El ^{99}Tc supone el principal componente de la basura nuclear, en parte debido a su relativamente grande período de semidesintegración. Su desintegración, medida en becquerels por cantidad de combustible gastado, alcanza valores muy importantes, incluso entre 104 y 106 años después de la generación de los residuos nucleares.⁴⁰.

-Se estima que hasta el año 1994, se han liberado al ambiente unos 250 kg de ^{99}Tc , como resultado de la realización de pruebas nucleares.⁴⁰.

- La cantidad de ^{99}Tc liberada por los reactores nucleares hasta 1986, se estima que es del orden de 1.600 kg, principalmente en el **reprocesamiento del combustible nuclear**; la mayor parte fue vertida al mar.

- En los últimos años, los métodos de reprocesamiento han mejorado para reducir las emisiones, pero desde el año 2.005, la principal fuente de liberación de ^{99}Tc , a la naturaleza, es la planta de **Sellafield**, que liberó unos 900 kg entre los años 1995 y 1999 al mar de Irlanda. A partir de 2.000, se ha regulado la cantidad que se libera al ambiente, limitándola a unos 140 kg al año.⁴².

- Como resultado del reprocesamiento del combustible nuclear, el Tecnecio se ha vertido al mar en numerosos lugares, y algunos mariscos contienen cantidades pequeñas, pero detectables. Por ejemplo, la **langosta** de **Cumbria** occidental, contiene pequeñas cantidades de este elemento.⁴³.

- Las **bacterias** anaeróbicas del **género Clostridium**, son capaces de reducir el Tc(VII) hasta Tc(IV). Dichas bacterias juegan un importante papel en la reducción del hierro, **manganeso** y uranio, modificando la solubilidad de estos elementos en los suelos y sedimentos. Su capacidad para reducir el Tecnecio, puede determinar en gran medida la localización de los residuos industriales.⁴⁴.

- El largo período de semidesintegración del ^{99}Tc y su capacidad para formar especies **aniónicas** (junto con el ^{129}I), son dos características importantes a tener en cuenta a la hora del almacenamiento a largo plazo de residuos nucleares de alta radiactividad.

- Además, muchos de los métodos diseñados para eliminar productos de fisión, en corrientes

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

de procesos de plantas de reprocesamiento, se basan en eliminar especies catiónicas, como el cesio (por ejemplo, el ^{137}Cs) y el estroncio (por ejemplo, el ^{90}Sr).
- Eliminadas dichas especies catiónicas, el Tecnecio puede quedar en la forma de pertecnatio aniónico. Las actuales opciones en el almacenamiento de residuos nucleares se decantan por el enterramiento en roca geológicamente estable. El riesgo principal en el almacenamiento es que los residuos probablemente entren en contacto con el agua, lo que podría provocar la propagación ambiental de la contaminación radiactiva.
- El pertecnatio aniónico y el yoduro, son más difíciles de adsorber sobre las superficies de los minerales, y por ello tienen mucha más movilidad.

- En comparación, el plutonio, el uranio y el cesio, tienen mucha mayor capacidad para unirse a partículas del suelo. Por este motivo, la química ambiental del Tecnecio es un área activa de investigación.
- Un método alternativo para el almacenamiento de residuos, la transmutación, fue llevado a cabo en el CERN, para el ^{99}Tc . En este proceso de transmutación, el tecnecio (^{99}Tc como "blanco") es bombardeado con neutrones formando el isótopo ^{100}Tc (período de semidesintegración = 16 s), que sufre una desintegración beta hasta rutenio (^{100}Ru).
- Un inconveniente de este proceso, es la necesidad de tener un tecnecio de muy alta pureza como blanco. Mientras que la presencia de trazas de otros productos de fisión, son capaces de aumentar ligeramente la actividad del blanco irradiado, si dichas trazas son de actínidos menores : tales como americio y curio; que se dará un proceso de fisión, que originará los productos de fisión correspondientes.
- De esta manera, la presencia de una pequeña cantidad de actínidos menores, conduce a un altísimo nivel de radiactividad en el blanco irradiado. La formación de ^{106}Ru (período de semidesintegración: 374 días), a partir de la fisión es capaz de aumentar la actividad del rutenio metálico final, que requerirá después un largo tiempo de enfriamiento, tras la irradiación para poder ser usado.
- La producción real del ^{99}Tc a partir de combustible nuclear gastado es un proceso largo.
- Durante el reprocesamiento del combustible, el ^{99}Tc aparece en el líquido residual, que es altamente radiactivo. Después de varios años de almacenamiento, la radiactividad decae hasta un punto, en el que la extracción de los isótopos de vida larga, incluyendo el ^{99}Tc , es factible. Se emplean numerosos procesos químicos de extracción para obtener ^{99}Tc metálico de alta pureza.¹².

- 23.4.3)- Activación Neutrónica del Molibdeno U Otros Elementos Puros.

- El isótopo metaestable : el núcleo se encuentra en estado excitado $^{99\text{m}}\text{Tc}$, se genera como producto a partir de la fisión del uranio o el plutonio en los reactores nucleares.
- Ya que está permitido almacenar el combustible nuclear usado durante años, antes de ser reprocesado, todo el ^{99}Mo y el $^{99\text{m}}\text{Tc}$, habrán decaído cuando dichos productos de fisión sean separados de los otros actínidos en el reprocesamiento nuclear convencional.
- El rafinado PUREX, contendrá una alta concentración de tecnecio en la forma de TcO_4^- , siendo en su gran parte ^{99}Tc . La inmensa mayoría del $^{99\text{m}}\text{Tc}$ usado con fines médicos, se origina a partir de ^{99}Mo , que se crea a partir de la activación neutrónica del ^{98}Mo .
- El ^{99}Mo posee un período de semidesintegración de 67 horas, y el $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (con un período de semidesintegración de tan solo 6 horas), se origina continuamente a partir de su desintegración.⁴⁵. Los hospitales extraen después químicamente el tecnecio de la solución usando un generador de $^{99\text{m}}\text{Tc}$.
- El generador de Tecnecio más común, es una columna de alúmina, que contiene ^{98}Mo ; en la medida que el aluminio posee una sección transversal de captura neutrónica pequeña, es

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

conveniente que una columna de alúmina contenga ^{98}Mo inactivo, para ser irradiado con neutrones, dando lugar a una columna de ^{99}Mo radiactivo, para el generador de tecnecio.⁴⁶

- Trabajando de este modo, no hay necesidad de efectuar complejos procedimientos químicos, que podrían requerir separar el molibdeno de la mezcla de productos de fisión.
- Este método alternativo, requiere que un blanco de uranio enriquecido sea irradiado con neutrones para formar ^{99}Mo , como producto de fisión, que posteriormente es separado.⁴⁷
- Existen otros isótopos del Tecnecio, pero no se obtienen en cantidades significativas por fisión; cuando se necesitan, se obtienen por irradiación con neutrones de isótopos de la misma familia, (por ejemplo, el ^{97}Tc se puede originar irradiando con neutrones el ^{96}Ru).

- 23.5)- Isótopos.

- : [Anexo:Isótopos de Tecnecio](#).

-El Tecnecio es uno de los dos elementos, dentro de los 82 primeros, que no posee isótopos estables : de hecho, es elemento con el número atómico más bajo, que es exclusivamente radiactivo; el otro elemento es el [prometio](#).⁴⁸

- Los radioisótopos más estables del Tecnecio son el ^{98}Tc (período de semidesintegración: 4,2 millones de años), el ^{97}Tc (período de semidesintegración: 2,6 millones de años) y el ^{99}Tc (período de semidesintegración: 211,1 miles de años).⁴⁹

- Se han caracterizado otros veintidós radioisótopos, con masas atómicas que abarcan desde las 87,933 u (^{88}Tc) hasta las 112,931 u (^{113}Tc). La mayoría de sus períodos de semidesintegración son menores a una hora; las excepciones son el ^{93}Tc (período de semidesintegración: 2,75 horas), ^{94}Tc (período de semidesintegración: 4,883 horas), ^{95}Tc (período de semidesintegración: 20 horas) y ^{96}Tc (período de semidesintegración: 4,28 días).⁴⁹

-El tecnecio posee también numerosos meta-estados. El ^{97m}Tc es el más estable, con un período de semidesintegración de 90,1 días (0,097 eV). Le sigue el ^{95m}Tc (período de semidesintegración: 61 días, 0,038 eV), el ^{99m}Tc (período de semidesintegración: 6,01 horas, 0,143 eV). El ^{99m}Tc sólo emite rayos gamma, desintegrándose hasta ^{99}Tc .⁴⁹

- Para los isótopos más ligeros que el isótopo ^{98}Tc , el modo primario de desintegración es la captura electrónica, originando molibdeno. Para los isótopos más pesados, el modo primario es la emisión beta, originando rutenio, con la excepción del ^{100}Tc que puede desintegrarse tanto por emisión beta como por captura electrónica.⁴⁹⁵⁰

- El ^{99}Tc es el isótopo más común y el más fácil de obtener, ya que es producto mayoritario de la fisión del ^{235}U . Un gramo de ^{99}Tc produce $6,2 \cdot 10^8$ desintegraciones por segundo (esto es $0,62 \text{ GBq} \cdot \text{g}^{-1}$).⁵¹

- 23.5.1)- Estabilidad de los Isótopos del Tecnecio.

- El Tecnecio y el Promecio son elementos ligeros poco convencionales, ya que no poseen isótopos estables. El porqué de este hecho es algo complicado.

- Usando el [modelo de la gota líquida](#), para los núcleos atómicos, se puede obtener una fórmula semi-empírica, para la energía de enlace de un núcleo.

- Esta fórmula predice un "valle de estabilidad beta", así como qué [núclidos](#) no sufren desintegración beta. Los núclidos que sobrepasan las fronteras del valle tienden a desintegrarse con emisión beta, dirigiéndose hacia el centro del valle (emitiendo un electrón, un [positrón](#), o capturando un electrón).

- Para un número fijo de nucleones A, las energías de enlace están descritas por una o más [parábolas](#), con el núclido más estable en el fondo. Puede haber más de una parábola porque

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

los isótopos con un número par de protones y un número par de neutrones son más estables que los isótopos con un número impar de neutrones y un número par de protones. Una sola emisión beta transforma, por tanto, un núclido de un tipo en un núclido del otro tipo.

- Cuando sólo hay una parábola, sólo puede haber un isótopo estable cuya energía es descrita por la misma. Cuando hay dos parábolas, esto es, cuando el número de nucleones es par, puede ocurrir (raramente) que haya un núcleo estable con un número impar de neutrones y un número impar de protones (aunque esto sólo ocurre en cuatro casos). Sin embargo, si esto sucede, no puede haber isótopos estables con un número par de neutrones y un número par de protones.

- Para el tecnecio ($Z=43$), el valle de estabilidad beta está centrado alrededor de los 98 nucleones. Sin embargo, para cada número de nucleones desde el 95 al 102, ya hay al menos un núclido estable tanto para el molibdeno ($Z=42$) como para el rutenio ($Z=44$).

- Para los isótopos con número impar de nucleones, esto inmediatamente impide la posibilidad de un isótopo estable de tecnecio, ya que sólo puede haber un núclido estable con un número impar fijo de nucleones.

- Para los isótopos con un número par de nucleones, puesto que el tecnecio posee un número impar de protones, cualquier isótopo debe tener también un número impar de neutrones. En este caso, la presencia de un núclido estable con el mismo número de nucleones y un número par de protones hace imposible que el núcleo sea estable.⁵²

- 23.6)- Referencias.

-23.6.1)- Trabajos Citados.

-Publicaciones:

- *The Encyclopedia of the Chemical Elements*, edited by Clifford A. Hampel, "Technetium" entry by S. J. Rimshaw (New York; Reinhold Book Corporation; 1968; páginas 689–693) Library of Congress Catalog Card Number: 68–29938
- *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*, by John Emsley (New York; Oxford University Press; 2001; páginas 422–425) [ISBN 0-19-850340-7](#)
- The radiochemical Manual, 2nd Ed, edited by B.J. Wilson, 1966.
- [«Technetium»](#) (en inglés). Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division. Archivado desde [el original](#) el 14 de abril de 2008.
- [«Uses of Technetium»](#) (en inglés). WebElements.com.
- [«Nuclides / Isotopes»](#) (en inglés). EnvironmentalChemistry.com. Requiere JavaScript, acceso restringido por navegador.
- van der Krogt, Peter. [«Technetium»](#). *Elementymology and Elements Multidict* (en inglés).
- Holden, Norman E. [«History of the Origin of the Chemical Elements and Their Discoverers»](#) (en inglés)..
- Autler, S. H. [«Technetium as a Material for AC Superconductivity Applications»](#) (PDF). *Proceedings of the 1968 Summer Study on Superconducting Devices and Accelerators* (en inglés).
- Dr. Joseph F. Smith. [«Technetium heart scan»](#) (en inglés). Medical library. Archivado desde [el original](#) el 8 de septiembre de 2002.
- Harrison, J. D.; et al. (septiembre de 2001). [«Gut transfer and doses from environmental technetium»](#). *J. Radiol. Prot.* **21** (en inglés). Invited Editorial.
- Nies, Kevin A. [«Ida Tacke and the warfare behind the discovery of fission»](#) (en inglés).
- Armstrong, John T. [«Technetium»](#) (en inglés).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Tagami, Keiko (2003). [«Technetium-99 Behaviour in the Terrestrial Environment - Field Observations and Radiotracer Experiments»](#) (PDF). *Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences*, Vol. 4, No.1 (en inglés). pp. A1-A8.
- [«Type 2 superconductors»](#) (en inglés).
- [«The CRC Handbook of Chemistry and Physics 85th edition»](#) (en inglés). CRC Press. 2004-2005.
- K. Yoshihara, "Technetium in the Environment" in "Topics in Current Chemistry: Technetium and Rhenium", vol. 176, K. Yoshihara and T. Omori (eds.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1996.
- Schwochau, Klaus, *Technetium*, Wiley-VCH (2000), [ISBN 3-527-29496-1](#)
- [Choppin, Gregory](#); Liljenzin, Jan-Olov and Rydberg, Jan (2002). *Radiochemistry and Nuclear Chemistry 3rd Edition* (en inglés)
<https://web.archive.org/web/20070104172200/http://book.nc.chalmers.se/> |urlarchivo= sin título ([ayuda](#)). Archivado desde [el original](#) el 4 de enero de 2007.
- Choppin, Gregory; Liljenzin, Jan-Olov and Rydberg, Jan (2002). [«Nuclear Stability»](#) (PDF). *Radiochemistry and Nuclear Chemistry 3rd Edition* (en inglés). Archivado desde [el original](#) el 28 de noviembre de 2015..

-Tabla:

- [«Technetium»](#). *WebElements.com* (en inglés)., y [«Technetium»](#). *EnvironmentalChemistry.com* (en inglés).
- [«Nuclide Chart»](#). *Nudat 2* (en inglés). National Nuclear Data Center, Brookhaven National Laboratory.
- [«Nuclides and Isotopes»](#). *Chart of the Nuclides 14th Edition* (en inglés). General Electric Company. 1989.

- 23.6.2)- Notas.

1. [↑ «Metales, No metales y Metaloides»](#). Universidad Autónoma de Madrid. Archivado desde [el original](#) el 22 de abril de 2014.
2. [↑ «Technetium: technetium\(V\) fluoride compound data»](#) (en inglés). WebElements.com.
3. [↑ «Technetium: technetium\(IV\) fluoride compound data»](#) (en inglés). WebElements.com.
4. [↑ «Technetium: technetium\(III\) fluoride compound data»](#) (en inglés). WebElements.com. Archivado desde [el original](#) el 6 de marzo de 2008. .
5. [↑ «Technetium: technetium\(I\) fluoride compound data»](#) (en inglés). WebElements.com. Archivado desde [el original](#) el 3 de febrero de 2008.
6. [↑](#) Besing, A.S. y Wieckowski, A. [«Ion Adsorption Studies On Aluminum»](#) (PDF) (en inglés). Department of Chemistry and Frederick Seitz Materials Research Laboratory, University of Illinois, Urbana, IL 61801.
7. [↑ «Technetium»](#). *Periodic Table of the Elements* (en inglés). Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division. 2003. pp. párrafo 3. Archivado desde [el original](#) el 14 de abril de 2008.
8. [↑](#) *The Encyclopedia of the Chemical Elements*, página 691, "Chemical Properties", párrafo 1
9. [↑](#) *The Encyclopedia of the Chemical Elements*, página 692, "Analytical Methods of Determination", párrafo 1
10. [↑](#) The CRC Handbook, 85th edition, Line Spectra of the Elements

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

11. [↑](#) [The Encyclopedia of the Chemical Elements](#), página 691, párrafo 1
12. [↑](#) [Saltar a: ^a ^b ^c ^d ^e ^f ^g ^h ⁱ ^j ^k!](#) Schwochau, *Technetium*
13. [↑](#) [Technetium as a Material for AC Superconductivity Applications](#)
14. [↑](#) [Replacement Nuclear Research Reactor- Environmental Impact Statement](#), ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation) and PPK environmental consultants, página 6-9, "A. Production of Medical Radiopharmaceuticals", "Currently around 80 percent of all nuclear medicine procedures use the radioisotope technetium-99m..."
15. [↑](#) Referencia para todo lo relacionado con el uso médico del ^{99m}Tc, excepto cuando se especifiquen otras referencias: *Nature's Building Blocks*, página 423, "Medical Element", párrafos 2-4
16. [↑](#) [The Encyclopedia of the Chemical Elements](#), página 693, "Applications", párrafo 3 y [Guide to the Elements](#), página 123, párrafo 3
17. [↑](#) [Nature's Building Blocks](#), página 423, "Medical Element", párrafo 2
18. [↑](#) [Saltar a: ^a ^b](#) [Technetium heart scan](#)
19. [↑](#) [The Encyclopedia of the Chemical Elements](#), página 693, "Applications", párrafo 3
20. [↑](#) [History of the Origin of the Chemical Elements and Their Discoverers](#), Individual Element Names and History, "Technetium"
21. [↑](#) Fersman, A. [«Capítulo 6: El sistema periódico de los elementos de Mendeleev en nuestros días»](#). *Geoquímica recreativa*.
22. [↑](#) Recio Miñarro, Joaquín. [«Tecneio»](#). *Química Web*.
23. [↑](#) YOSHIHARA, H. K. (2004). «Discovery of a new element 'nipponium': re-evaluation of pioneering works of Masataka Ogawa and his son Eijiro Ogawa». *Atomic spectroscopy (Spectrochim. acta, Part B)*. vol. 59 (no8): pp. 1305-1310.
24. [↑](#) [Saltar a: ^a ^b](#) [Elentymolgy and Elements Multidict](#), "Technetium"
25. [↑](#) [Saltar a: ^a ^b](#) Armstrong, John T. (2003). [«Technetium»](#). [Chemical & Engineering News](#) (en inglés). .
26. [↑](#) Nies, Kevin A. (2001).
27. [↑](#) Armstrong, John T. (2003). [«Technetium»](#). [Chemical & Engineering News](#) (en inglés).. «Empleando algoritmos de primeros principios para la generación espectral de emisión de rayos X desarrollados en el NIST, he simulado el espectro de rayos X que cabría esperar para las estimaciones iniciales de Van Assche para las composiciones residuales de Noddack. ¡Los primeros resultados eran sorprendentemente semejantes a los de su espectro publicado! Durante los dos años siguientes, refinamos nuestra reconstrucción de sus métodos analíticos y elaboramos simulaciones más sofisticadas. La concordancia entre los espectros simulados y los observados mejoró bastante. Nuestro cálculo de la cantidad de elemento 43 requerido para generar su espectro es bastante similar a las medidas directas de la abundancia natural del tecnecio en menas de uranio publicadas en 1999 por Dave Curtis y sus colegas en Los Alamos. No podemos encontrar otra explicación plausible para los datos de Noddack que no sea la de que, efectivamente, detectaron la fisión del *masurio*.»
28. [↑](#) van Assche, P. H. M. *Nucl. Phys.* 1988, A480, 205-214
29. [↑](#) Noddack, W.; Tacke, I.; Berg, O. *Naturwissenschaften* 1925, 13, 567-574
30. [↑](#) Armstrong, J. T. *Chem. Eng. News* 2003, 81 (36), 110
31. [↑](#) Kenna, B. T.; Kuroda, P. K. *J. Inorg. Nucl. Chem.* 1961, 23, 142-144
32. [↑](#) [Saltar a: ^a ^b](#) Habashi, F. *Ida Noddack (1896-1978). Personal Recollections on the Occasion of 80th Anniversary of the Discovery of Rhenium*; Laval University: Quebec City, Canada, 2005, p 59

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

33. [↑](#) Zingales, Roberto (febrero de 2006). [«The History of Element 43 - Technetium»](#) (PDF). *Journa of Chemical Education Vol. 83, Nº 2* (en inglés)..
34. [↑](#) Emsley, John (2001). [«Technetium»](#). *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements* (en inglés). [Oxford University Press](#). p. 424. .
35. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b ^c [«Technetium»](#). *Periodic Table of the Elements* (en inglés). Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division. 2003. pp. párrafo 1. Archivado desde [el original](#) el 14 de abril de 2008.
36. [↑](#) *Nature's Building Blocks*, página 422, "Cosmic Element", párrafo 1
37. [↑](#) [«Technetium»](#). *Periodic Table of the Elements* (en inglés). Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division. 2003. Archivado desde [el original](#) el 14 de abril de 2008.
38. [↑](#) *Nature's Building Blocks*, página 423, "Element of History", párrafo 2
39. [↑](#) *Encyclopedia of the Chemical Elements*, página 690, "Sources of Technetium", párrafo 1
40. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b ^c Topics in current chemistry, vol 176, "Technetium in the environment"
41. [↑](#) The CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85th edition, The Elements
42. [↑](#) Technetium-99 behaviour in the terrestrial environment
43. [↑](#) *Gut transfer and doses from environmental technetium*
44. [↑](#) Arokiasamy J. Francis, Cleveland J. Dodge, G. E. Meinken (septiembre de 2002). [«Biotransformation of pertechnetate by Clostridia»](#) (PDF). *Radiochimica Acta 90* (en inglés). pp. 791- 797. Consultado el 22 de febrero de 2008 (requiere registro). ([enlace roto](#) disponible en [Internet Archive](#); véase el [historial](#) y la [última versión](#)).
45. [↑](#) *Nature's Building Blocks*, página 423, párrafo 2
46. [↑](#) *The radiochemical manual*
47. [↑](#) Snelgrove, J. L.; et al. (1995). [«Development and Processing of LEU Targets for Mo-99 Production»](#) (en inglés). .
48. [↑](#) [«Technetium»](#). *Periodic Table of the Elements* (en inglés). Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division. 2003. pp. párrafo 2. Archivado desde [el original](#) el 14 de abril de 2008.
49. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b ^c ^d EnvironmentalChemistry.com, "Technetium", Nuclides / Isotopes
50. [↑](#) CRC Handbook, 85th edition, table of the isotopes
51. [↑](#) *The Encyclopedia of the Chemical Elements*, página 693, "Toxicology", párrafo 2
52. [↑](#) RADIOCHEMISTRY and NUCLEAR CHEMISTRY

- 23.7)- Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](mailto:www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:

-LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 23.8)- Enlaces Externos.

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una galería multimedia sobre [Tecnecio](#).
-  [Wikcionario](#) tiene definiciones y otra información sobre [tecnecio](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [WebElements.com – Technetium](#) En inglés
- [pubs.acs.org – ACS article on validity of Noddack and Tacke's discovery](#) En inglés
- [Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa \(Ministerio de Educación y Ciencia de España\)](#) Ficha informativa del tecnecio.
- [El tecnecio en la Tierra y las estrellas](#)
- [Información sobre una planta de producción de radioisótopos](#)
- [Radionúclidos y radiofármacos \(entre los que se encuentran derivados del tecnecio\)](#)
- [Datos sobre el mercado mundial de 99Mo, que se emplea para la obtención de 99Tc \(enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial y la última versión\).](#) Archivo Excel.
- Noticias relacionadas con el tecnecio:
 - [Noticia relacionada con el tecnecio y su aplicación diagnóstica \(aparecida en El País el día 6 de abril de 1992\)](#)
 - [Noticia sobre un proyecto de ley canadiense acerca de los análisis médicos con tecnecio \(Aparecida en el New York Times el 7 de diciembre de 2007\)](#)

- **Proyectos Wikimedia**
-  Datos: [Q1054](#)
-  Multimedia: [Technetium](#)

Control de autoridades

- **Identificadores**
- **BNF:** [121508612 \(data\)](#)
- **GND:** [4184557-2](#)
- **LCCN:** [sh85133086](#)
- **NDL:** [00572811](#)
- **Diccionarios y enciclopedias**
- **Britannica:** [url](#)
- **Identificadores químicos**
- **Número CAS:** [7440-26-8](#)
- **ChEBI:** [33353](#)
- **ChemSpider:** [22396](#)
- **PubChem:** [23957](#)
- **SMILES:** [\[Tc&zoom=2.0&annotate=none ID\]](#)
- **InChI:** [ID](#)
- **InChI key:** [\[InChIKey ID\]](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Identificadores biológicos
- [MGI: 7440-26-8](#)

-  Datos:[Q1054](#)
-  Multimedia:[Technetium](#)

-Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tecnecio&oldid=117742385>»

-**Categorías:**

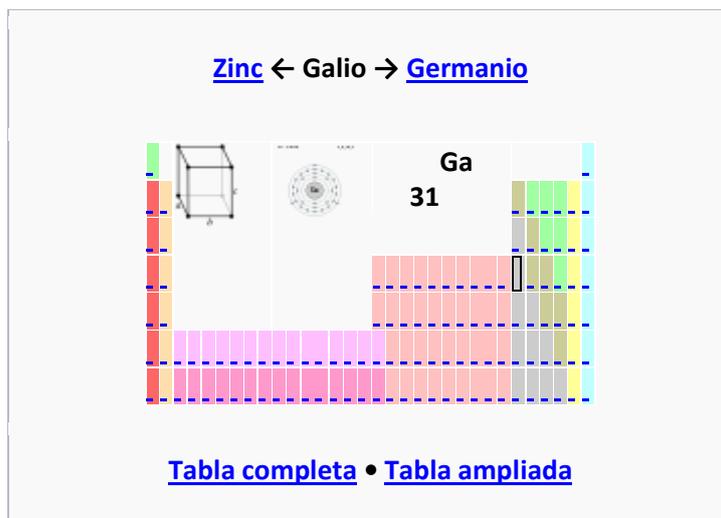
- [Elementos químicos](#);
- [Materiales superconductores](#);
- [Elementos químicos sintéticos](#);
- [Ciencia y tecnología de Italia](#);
- [Ciencia de 1937](#);
- [Italia en 1937](#);
- [Elementos químicos descubiertos en el siglo XX](#);

- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 07:33.

0 0 0 0 0 0 0 0.

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- CAPÍTULO XXIV: - 24)- GALIO.-
- De Wikipedia, la enciclopedia libre.



**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**



Blanco plateado

Información general

<u>Nombre, símbolo, número</u>	Galio, Ga, 31
<u>Serie química</u>	<u>Metales del bloque p</u>
<u>Grupo, período, bloque</u>	<u>13, 4, P</u>
<u>Masa atómica</u>	69,723 <u>u</u>
<u>Configuración electrónica</u>	[Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p¹
<u>Dureza Mohs</u>	1,5
<u>Electrones por nivel</u>	2, 8, 18, 3 (<u>imagen</u>)

Propiedades atómicas

Radio medio	130 <u>pm</u>
<u>Electronegatividad</u>	1,81 (<u>escala de Pauling</u>)
<u>Radio atómico</u> (calc)	136 <u>pm</u> (<u>radio de Bohr</u>)
<u>Radio covalente</u>	126 <u>pm</u>

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

Radio de van der Waals	187 pm
Estado(s) de oxidación	3
Óxido	Anfótero
1.ª Energía de ionización	578,8 kJ/mol
2.ª Energía de ionización	1979,3 kJ/mol
3.ª Energía de ionización	2963 kJ/mol
4.ª Energía de ionización	6180 kJ/mol
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Sólido
Densidad	5904 kg/m³
Punto de fusión	302,9146 K (29.7646 °C)
Punto de ebullición	2477 K (2204 °C)
Entalpía de vaporización	258,7 kJ/mol
Entalpía de fusión	5,59 kJ/mol
Presión de vapor	9,31 × 10 ⁻³⁶ Pa a 302,9 K
Varios	
Estructura cristalina	Ortorrómbica

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

<u>N° CAS</u>	<u>7440-55-3</u>				
<u>N° EINECS</u>	231-163-8				
<u>Calor específico</u>	370 J/(K·kg)				
<u>Conductividad eléctrica</u>	6,78 10 ⁶ S/m				
<u>Conductividad térmica</u>	40,6 W/(K·m)				
<u>Velocidad del sonido</u>	2740 m/s a 293,15 K (20 °C)				
Isótopos más estables					
Artículo principal: Isótopos del galio					
<u>iso</u>	<u>AN</u>	<u>Periodo</u>	<u>MD</u>	<u>Ed</u> MeV	<u>PD</u>
⁶⁹ Ga	60,1%	Estable con 38 neutrones			
⁷¹ Ga	39,9%	Estable con 40 neutrones			
Valores en el SI y condiciones normales de presión y temperatura , salvo que se indique lo contrario.					

- El galio es un [elemento químico](#) de la [tabla periódica](#), de número atómico 31, y símbolo Ga.¹².

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXIV: - 24)- GALIO.-
- [24.1\)- Características Principales.](#)
- [24.2\)- Historia.](#)
- [24.3\)- Abundancia y Obtención.](#)
- [24.4\)- Isótopos.](#)
- [24.5\)- Precauciones.](#)
- [24.6\)- Propiedades Atómicas del Galio.](#)
- [24.7\)- Propiedades del Galio.](#)
- [24.8\)- Referencias.](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 24.9)- Bibliografía
- 24.10)- [Enlaces Externos](#).

- 24.1)- Características Principales.



-Cristales de galio.

- El galio es un [metal](#) blando, grisáceo en estado líquido, y plateado brillante al solidificar, sólido deleznable a bajas temperaturas, que funde a temperaturas cercanas a la del ambiente, como: el [cesio](#), [mercurio](#) y [rubidio](#), e incluso cuando se sostiene en la mano por su bajo punto de fusión (29,7646 °C).

- El rango de temperatura en el que permanece líquido, es uno de los más altos de los metales (2.174 °C separan sus puntos de fusión y ebullición) y la presión de vapor es baja, incluso a altas temperaturas. El metal se expande un 3,1% al solidificar, y flota en el líquido, al igual que el [hielo](#) en el [agua](#).

-Presenta una acusada tendencia a subenfriarse, por debajo del punto de fusión: permaneciendo aún en estado líquido, por lo que es necesaria una semilla : un pequeño sólido añadido al líquido, para solidificarlo.

- La [cristalización](#) no se produce en ninguna de las [estructuras simples](#); la fase estable en [condiciones normales](#) es ortorrómbica, con 8 [átomos](#) en cada celda unitaria, en la que cada átomo sólo tiene otro en su vecindad más próxima, a una distancia de 2,44 Å; y estando los otros seis a 2,83 Å.

-En esta estructura el [enlace químico](#), formado entre los átomos más cercanos, es [covalente](#), siendo la molécula Ga₂, la que realmente forma el entramado cristalino.

-A otra presión y temperatura, se han encontrado numerosas fases estables y meta estables distintas.

- El galio [corroe](#) otros metales, al [difundirse](#) en sus [redes cristalinas](#).

- 24.2)- Historia.

-El galio (del [latín Gallia, Francia](#)), fue descubierto mediante [espectroscopia](#), por [Lecoq de Boisbaudran](#), en [1875](#), por su característico [espectro](#) : dos líneas [ultravioletas](#), al examinar una [blenda](#) de [zinc](#), procedente de los [Pirineos](#).

-Ese mismo año, lo aisló por [electrólisis](#) del hidróxido en una solución de hidróxido potásico (KOH), y le dio el nombre de su país natal *Gallia*, y el suyo propio, por un juego de palabras de los que gustaban a los científicos de finales del siglo XIX, ya que *gallus*, significa gallo, *coq* en francés, como su nombre Lecoq.

- Antes de su descubrimiento, la mayoría de sus propiedades fueron predichas y descritas por [Mendeleev](#), que lo llamó *eka-aluminio*, basándose en la posición, que debía ocupar el elemento en la [tabla periódica](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 24.3)- Abundancia y Obtención.

- Se hallan trazas de este metal en [minerales](#), como: la [bauxita](#), [carbón](#), [diasporo](#), [germanita](#) y [esfalerita](#), y es subproducto ,en los procesos de obtención de varios metales.

- 24.4)- Isótopos.

- En [medicina nuclear](#), se emplea el galio como elemento trazador : escáner de galio, para el diagnóstico de enfermedades inflamatorias o infecciosas activas, tumores y abscesos, ya que se acumula en los tejidos, que sufren dichas patologías.

- El isótopo Ga-67, se inyecta en el torrente sanguíneo, a través de una vena del brazo, en la forma de citrato de galio realizándose el escáner 2 o tres días después, para dar tiempo a que éste, se acumule en los tejidos afectados. Posteriormente, se elimina principalmente en la orina y las heces. La exposición a la radiación es inferior, a la de otros procedimientos como los [rayos X](#) o [TAC](#).

- 24.5)- Precauciones.

- Debido a la expansión, al solidificar el líquido, no debe almacenarse en recipientes rígidos :metálicos o de vidrio, ni llenarse el recipiente totalmente con galio líquido, ya que podrían romperse, con la expansión que presenta este metal.

- 24.6)- Propiedades Atómicas del Galio.

- La masa atómica de un elemento está determinado por la masa total de neutrones y protones, que se puede encontrar en un solo átomo, perteneciente a este elemento.

- En cuanto a la posición, donde encontrar el Galio, dentro de la tabla periódica de los elementos, el Galio se encuentra en el grupo 13, y periodo 4. El Galio tiene una masa atómica de 69,723 u..

- 24.7)- Propiedades del Galio.

- El Galio pertenece al grupo de elementos metálicos, conocido como metales del bloque p, que están situados junto a los metaloides o semimetales, en la tabla periódica.

-Este tipo de elementos, tienden a ser blandos, y presentan puntos de fusión bajos, propiedades que también se pueden atribuir al Galio, dado que forma parte de este grupo de elementos.

-El estado del Galio en su forma natural es sólido. El galio es un elemento químico de aspecto blanco plateado y pertenece al grupo de los metales del bloque p. El número atómico del galio es 31. El símbolo químico del galio es Ga. El punto de fusión del galio es de 302,9146 Kelvin (K), o de 29,7646 grados celsius (°C).

- El punto de ebullición del galio es de 2.477 grados Kelvin o de 2.204,85 grados celsius o grados centígrados. La configuración electrónica del galio es [Ar]3d¹⁰ 4s² 4p¹.

- La configuración electrónica de los elementos, determina la forma en la cual los electrones están estructurados en los átomos de un elemento. El radio medio del Galio es de 130 pm, su radio atómico o radio de Bohr es de 136 pm, su radio covalente es de 126 pm y su radio de Van der Waals es de 187 pm.

- El Galio tiene un total de 31 electrones, cuya distribución es la siguiente: En la primera capa tiene 2 electrones, en la segunda tiene 8 electrones, en su tercera capa tiene 18 electrones, y en la cuarta, 3 electrones.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 24.8)- Referencias.

1. [↑](#) Garritz, Andoni (1998). *Química*. Pearson Educación. p. 856. [ISBN 978-9-68444-318-1](#).
2. [↑](#) Parry, Robert W. (1973). *Química: fundamentos experimentales*. Reverte. p. 703. [ISBN 978-8-42917-466-3](#).

- 24.9)- Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud \(BVS\)](#)- (S.M.U.)- www.bvssmu@org.uy [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:
-LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 24.9)- Enlaces Externos.

- [Wikimedia Commons](#) alberga una galería multimedia sobre [Galio](#).
 - [Enciclopedia Libre](#);
 - [Conoce tus elementos – El galio](#);
 - [WebElements.com - Gallium](#);
 - [EnvironmentalChemistry.com - Gallium](#).
-

-Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Galio&oldid=116638717>»
[Categoría:](#)

- [Galio](#)
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 08:09.

0 0 0 0 0 0 0 0.

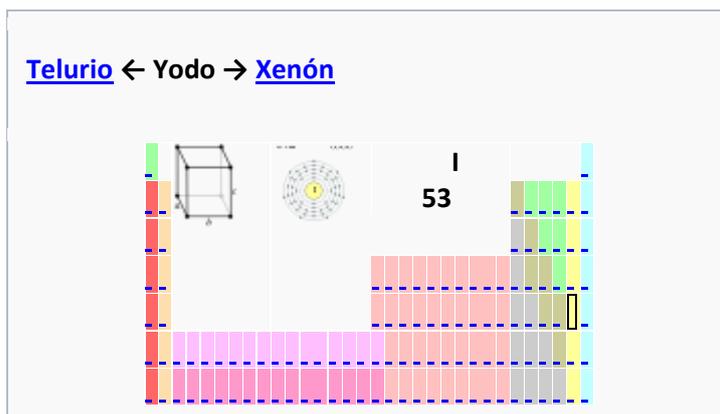
**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

- CAPÍTULO XXV: -25)- YODO.-

- De Wikipedia, la enciclopedia libre

-Para la molécula formada por dos átomos de este elemento (I_2), véase [Diyodo](#).

-Para otros usos de este término, véase [Yodo \(desambiguación\)](#).



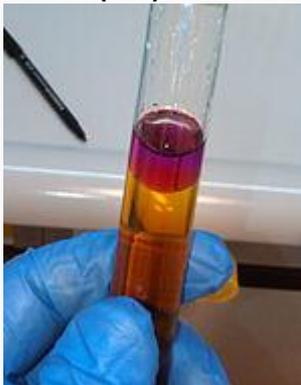
[Tabla completa](#) • [Tabla ampliada](#)



Gris violáceo (Sólido)



Violeta (Gas)



Violeta (en disolvente apolar), naranja (en disolvente polar, formando poliyoduros).

Información general

[Nombre, símbolo, número](#) Yodo, I, 53

[Serie química](#) [Halógenos](#)

[Grupo, período, bloque](#) [17, 5, p](#)

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

Masa atómica	126,90447 u
Configuración electrónica	[Kr]4d¹⁰5s²5p⁵
Electrones por nivel	2, 8, 18, 18, 7 (imagen)
Propiedades atómicas	
Radio medio	140 pm
Electronegatividad	2,66 (escala de Pauling)
Radio atómico (calc)	115 pm (radio de Bohr)
Radio covalente	133 pm
Radio de van der Waals	198 pm
Estado(s) de oxidación	-1, 1, 3, 5, 7
Óxido	Ácido fuerte
1.ª Energía de ionización	1008,4 kJ/mol
2.ª Energía de ionización	1845,9 kJ/mol
3.ª Energía de ionización	3180 kJ/mol
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Sólido
Densidad	4930 kg/m³

**- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR.
ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -**

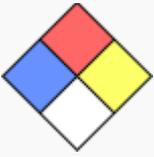
Punto de fusión	386,85 K (114 °C)				
Punto de ebullición	457,4 K (184 °C)				
Entalpía de vaporización	20,752 kJ/mol				
Entalpía de fusión	7,824 kJ/mol				
Varios					
Estructura cristalina	Ortorrómbica				
N° CAS	7553-56-2				
N° EINECS	231-442-4				
Calor específico	145 J/(K·kg)				
Conductividad eléctrica	8,0 × 10 ⁻⁸ S/m				
Conductividad térmica	0,449 W/(K·m)				
Isótopos más estables					
Artículo principal: Isótopos del yodo					
iso	AN	Periodo	MD	Ed	PD
				MeV	
¹²⁷ I	100 %	Estable con 74 neutrones			
¹²⁹ I	Trazas	1,57 × 10 ⁷ a	β⁻	0,194	¹²⁹ Xe
¹³¹ I	Sintético	8,02070 d	β⁻	0,971	¹³¹ Xe
Peligrosidad					

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[SGA](#)



[NFPA 704](#)



0
1
2
COR

-Valores en el [SI](#) y [condiciones normales de presión y temperatura](#), salvo que se indique lo contrario.

- El yodo o iodo¹ es un [elemento químico](#) de [número atómico](#) 53, situado en el grupo de los [halógenos](#) (grupo 17), de la [tabla periódica de los elementos](#). Su [símbolo](#) es I (del [griego](#) *ιώδης, iodes*, "violeta").

-Este elemento puede encontrarse en forma [molecular](#), como [yodo diatómico](#).

- Es un [oligoelemento](#), y se emplea principalmente en: [medicina](#), [fotografía](#) y como [colorante](#). Químicamente, el yodo es el halógeno menos [reactivo](#) y [electronegativo](#).

- Como con todos los otros halógenos : miembros del Grupo XVII en la tabla periódica, el yodo forma moléculas diatómicas, y por ello forma el [diyodo](#) de fórmula molecular I₂.

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXV: -25)- YODO.-

- 25.1)-[Historia](#).

- 25.2)- [Características Principales](#).

- 25.3)- [Abundancia y Obtención](#).

- 25.4)- [Función Biológica](#).

- 25.4.1)- [Ingesta Dietética Recomendada](#):

- 25.4.2)- [Deficiencia de Yodo](#).

- 25.4.3)- [Exceso de Yodo](#).

- 25.5)-[Precauciones](#).

- 25.6)-[Véase También](#).

- 25.7)- [Referencias](#).

- 25.8)- [Bibliografía](#).

- 25.9)- [Enlaces Externos](#).

- 25.1)- [Historia](#).

. El Yodo fue descubierto en [1811](#), por el químico francés y el fabricante de salitre [Bernard Courtois](#), en las cenizas de algas marinas.

- Fue nombrado por [Gay Lussac](#), en una publicación del 1 de agosto de 1814,² a partir del

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

iodes del griego clásico (con reflejos violetas), debido al color de su vapor, cuando se calienta.

- 25.2)- Características Principales.

- Al igual que todos los halógenos, forma un gran número de moléculas con otros elementos, pero es el menos reactivo de los elementos del grupo, y tiene ciertas características metálicas. Puede presentar diversos estados de oxidación: -1, +1, +3, +5, +7. Reacciona con el mercurio y el azufre.

- Los halógenos (del griego, *formador de sales*), son los elementos químicos, que forman el grupo 17 (XVII A, utilizado anteriormente) o grupo VII A de la tabla periódica: flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br), yodo (I), astato (At) y teneso (Ts). Este último también está en los metales del bloque f.

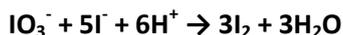
- 25.3)- Abundancia y Obtención.

- El Yodo se presenta en la corteza terrestre, con una concentración de 0,14 ppm, mientras que en el agua de mar, su abundancia es de 0,052 ppm.

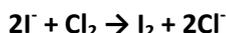
- El Yodo se obtiene a partir de los yoduros, I^- , presentes en el agua de mar y en algas, o en forma de yodatos, IO_3^- a partir de los nitratos del salitre : separándolos previamente de éstos.

- El primer método para la separación del Yodo del salitre, fue descubierto por el chileno Pedro Gamboni, en su oficina salitrera Sebastopol, ubicada en la Región de Tarapacá.

- En el caso de partir de yodatos, una parte de estos se reducen a yoduros, y los yoduros obtenidos se hacen reaccionar con el resto de yodatos, obteniéndose yodo:



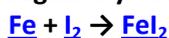
- Cuando se parte de yoduros, estos se oxidan con Cloro y el Yodo obtenido se separa mediante filtración. Se puede purificar reduciéndolo y haciéndolo oxidarse con Cloro.



- El Yodo se puede preparar de forma ultrapura, haciendo reaccionar yoduro de potasio, KI, con sulfato de cobre, $CuSO_4$.

- COMPUESTOS :

- El Yodo diatómico (I_2) en una disolución de yoduro (I^-) forma poliyoduros como el triyoduro, I_3^- , o el pentayoduro, I_5^- . También forma compuestos con otros haluros, por ejemplo el IF_8^- .
- En disolución acuosa puede presentar diferentes estados de oxidación. Los más representativos son el -1, con los yoduros, el +5 formando yodatos, y el +7, peryodatos (oxidante fuerte).
- El yoduro de hidrógeno (HI), se puede obtener por síntesis directa con yodo molecular e hidrógeno molecular, o bien con yodo molecular y un reductor.
- Los yodatos (IO_3^-) pueden obtenerse a partir de yodo molecular con un oxidante fuerte).
- Algunos yoduros de metales pueden obtenerse por síntesis directa, por ejemplo:



- Y a partir de éste pueden obtenerse otros por sustitución.

-ISÓTOPOS :

- Hay 37 isótopos de yodo, pero solo el I-127 es estable. El radioisótopo artificial yodo-131 (un emisor beta y gamma)³ con un periodo de semidesintegración de 8 días, se ha empleado

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

en el tratamiento de cáncer y otras patologías de la glándula tiroidea. El yodo-129, con un periodo de semidesintegración de unos 16 millones de años, se puede producir a partir del xenón-129, en la atmósfera terrestre, o también a través del decaimiento del uranio-238.

- Como el uranio-238 se produce durante cierto número de actividades relacionadas con la energía nuclear, su presencia (la relación $^{129}\text{I}/\text{I}$) puede indicar el tipo de actividad desarrollada en un determinado lugar. Por esta razón, el yodo-129 se empleó en los estudios de agua de lluvia en el seguimiento del accidente de [Chernóbil](#). También se ha empleado como trazador en el agua superficial y como indicador de la dispersión de residuos en el medio ambiente. Otras aplicaciones pueden estar impedidas por la producción de yodo-129 en la litosfera a través de un número de mecanismos de decaimiento.

- En muchos aspectos el yodo-129 es similar al cloro-36. Es un halógeno soluble, relativamente no reactivo, existe principalmente como anión no solvatado, y se produce por reacciones in situ termonucleares y cosmogénicas.

- En estudios hidrológicos, las concentraciones de yodo-129 se dan generalmente como la relación de yodo-129 frente al yodo total (prácticamente todo yodo-127). Como en el caso de la relación $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$, las relaciones $^{129}\text{I}/\text{I}$ en la naturaleza son bastante pequeñas, 10^{-14} a 10^{-10} (el pico termonuclear de $^{129}\text{I}/\text{I}$ durante las décadas 1960 y 1970, alcanzó unos valores de 10^{-7}).

-El yodo-129 se diferencia del cloro-36, en que su periodo de semidesintegración es mayor (16 frente a 0,3 millones de años), es altamente biofílico y se encuentra en múltiples formas iónicas (generalmente I^- y yodatos) que tienen distinto comportamiento químico.

- 25.4)- Función Biológica.

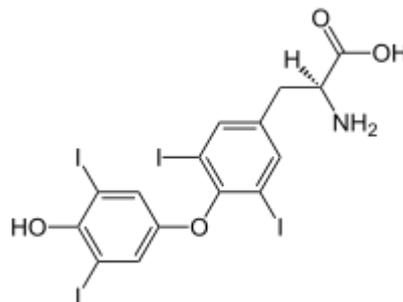
- El Yodo es un [elemento químico esencial](#). La [glándula tiroides](#) fabrica las [hormonas tiroxina](#) y [triyodotironina](#), que contienen yodo. El déficit en yodo produce [bocio](#) y [mixedema](#).

- Las hormonas tiroideas juegan un papel muy básico en la biología, actuando sobre la transcripción genética, para regular la tasa metabólica basal.

- La deficiencia total de hormonas tiroideas, puede reducir la tasa metabólica basal, hasta un 50 %, mientras que en la producción excesiva de hormonas tiroideas pueden incrementar el metabolismo basal hasta un 100 %.

- La T4 actúa como un precursor de la T3, la cual es (con algunas excepciones menores), la hormona biológicamente activa, la acción de dichas hormonas es indispensable para el crecimiento y maduración del sistema nervioso central en la etapa prenatal, y los primeros años de vida del ser humano, además de su crecimiento y desarrollo somático ulterior.

-En el caso de que se produzca déficit de yodo durante la infancia, se puede originar [cretinismo](#), en donde se produce un retraso mental y físico. Es requerido como elemento traza para la mayoría de los organismos vivos.



-Estructura de la tiroxina

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 25.4.1)- Ingesta Dietética Recomendada.

- La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos ([FDA](#)), recomienda 150 microgramos de yodo por día, tanto para hombres como mujeres. Esto es necesario para la producción propia de hormonas tiroideas. Las fuentes naturales de yodo incluyen productos del mar, como las algas y algunos peces, así como plantas que crecen en suelos ricos en yodo.⁴⁵.

-Una de las [algas](#) más ricas en yodo es la alga parda, mientras que el bacalao, la lubina, el abadejo y la perca de mar, son ricos en este mineral.⁵ La sal para el consumo diario es frecuentemente fortificada con yodo, y se conoce como sal yodada.

-25.4.2)- Deficiencia de Yodo.

- En áreas donde hay poco yodo en la dieta : alejados del mar, la deficiencia de yodo puede causar [hipotiroidismo](#), cuyos síntomas incluyen fatiga extrema, bocio, retardo mental, depresión, ganancia de peso, disminución del [metabolismo basal](#) ,y disminución de la temperatura basal (hipotermia).

- En mujeres [embarazadas](#), puede producir abortos y deformidades fetales, así como retardo mental posterior en los niños.⁶.

- Existen dos enfermedades causadas por la deficiencia de yodo severa, estas son el cretinismo y el bocio:

- [Cretinismo](#): Condición asociada a la deficiencia de yodo.
-Existen dos tipos de cretinismo: Cretinismo Neurológico, en el que se observa retardo mental, retardo del crecimiento corporal, rigidez muscular, convulsiones y sordera; y Cretinismo Mixedematoso: que puede observarse en zonas africanas), que se caracteriza por enanismo, poco desarrollo mental, mixedema y estrabismo.
- [Bocio](#): La ausencia o disminución de hormonas tiroideas en la sangre, conduce a una elevación en los niveles de TSH, la cual estimula a la tiroides, causando aumento en la proliferación celular y vascularización, lo que resulta en agrandamiento de la glándula o hipertrofia llamada Bocio.

- 25.4.3)- Exceso de Yodo.

- Puede deberse a una alteración inmunológica, que conduce a una producción excesiva de hormonas tiroideas, las cuales no permiten el funcionamiento fisiológico de la [glándula tiroides](#), o también por un consumo excesivo de yodo, a través de alimentos ricos en yodo, como: las algas o suplementos dietéticos utilizados para promover la pérdida de peso, que son altos en yodo.

- Los síntomas incluyen: aumento de la tasa metabólica basal, apetito voraz, sed, pérdida de peso, debilidad general, intolerancia al calor, nerviosismo, problemas cardíacos, entre otros.

- 25.5)- Precauciones.

- El Yodo es corrosivo, es necesario tener cuidado cuando se maneja yodo pues el contacto directo con la piel, puede causar lesiones. El vapor de yodo es muy irritante para los ojos.

- Al mínimo contacto dar unas dosis de colirio al ojo/s. También es peligroso para las membranas mucosas. La concentración de yodo en el aire⁷ no debe exceder 1 mg/m³. - Cuando es mezclado con amoníaco, puede formar triyoduro de nitrógeno (triyodoamina), el cual es extremadamente sensible y capaz de explotar inesperadamente.

- 25.6)- Véase También.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Yododo](#);
- [Yoduro de germanio](#);

- 25.7)- Referencias.

1. [↑ «Nombres y símbolos en español acordados por la RAC, la RAE, la RSEQ y la Fundéu»](#). 1 de marzo de 2017.
 2. [↑](#) M. Gay-Lussac, [A memoir on Iodine](#), The Annals of philosophy, 1814, vol. 5, p. 101-109.
 3. [↑ «Nuclide Safety Data Sheet»](#).
 4. [↑](#) International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders - Sources of iodine
 5. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b MedlinePlus Medical Encyclopedia: Iodine in diet
 6. [↑](#) Valores de referencia de energía y nutrientes de la población venezolana. Caracas. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Instituto Nacional de Nutrición, 2000
 7. [↑](#) [Efectos sobre la Salud humana](#)
- Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc (2001), Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM)
 - International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders - Sources of iodine
 - MedlinePlus Medical Encyclopedia: Iodine in diet
 - Valores de referencia de energía y nutrientes de la población venezolana. Caracas. [Ministerio de Salud y Desarrollo Social](#). Instituto Nacional de Nutrición, 2000.

-25.8)- Bibliografía.

- - VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- www.bvssmu@org.uy [libros], [barmaimon]).(OR) .(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:
- -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 25.9)- Enlaces Externos.

-  [Wikimedia Commons](#) alberga una galería multimedia sobre [Yodo](#).
- ¿Cómo afecta el Yodo la salud? [ATSDR en español - ToxFAQs™: Yodo](#).
- [EnvironmentalChemistry.com - Iodine](#).
- [Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España](#): Ficha internacional de seguridad química del yodo.
- [WebElements.com - Iodine](#)

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Yodo&oldid=116876418>»

Categoría:

- [Yodo](#)
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 07:47.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXVI: 26)- GAMMAGRAFÍA ÓSEA.-

-De Wikipedia, la enciclopedia libre.

-Sus principales aplicaciones son el estudio del [bocio](#), las glándulas paratiroides, y el estudio del [tromboembolismo pulmonar](#) o TEP. También sirve para evaluar la perfusión pulmonar, y estimar la capacidad pulmonar del paciente o FEV1 (Ver [Pruebas de función pulmonar](#)).

- GAMMAGRAFÍA ÓSEA:

- : [Gammaografía ósea](#).

-[Gammaografía ósea](#): En esta prueba se inyecta por vía [intravenosa](#) un [radiofármaco](#), que es un [isótopo](#) radiactivo que tiene preferencia a depositarse en el [hueso](#). El isótopo suele ser [tecnecio](#). Posteriormente se utiliza una [cámara gamma](#), para captar las radiaciones emitidas por el isótopo. Esta señal se procesa para obtener un [escáner](#) de todo el [esqueleto](#). Suele referirse a la prueba como *rastreo óseo*. Es una prueba minuciosa y cara, pero actualmente puede accederse a ella de forma generalizada.

-Una gammagrafía ósea es una prueba de [medicina nuclear](#), para encontrar ciertas anomalías en los huesos. Se utiliza sobre todo para ayudar a diagnosticar: cáncer de los huesos o cáncer que se ha diseminado (metástasis) hasta el hueso, la localización de algunas fuentes de inflamación en los testículos (por ejemplo, dolor óseo, tales como dolor de espalda debido a una fractura), el diagnóstico de las fracturas que pueden no ser visibles en las tradicionales imágenes de rayos X, y la detección de daños en los huesos, debido a ciertas

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

infecciones y otros problemas.

- Las gammagrafías óseas en medicina, son un método más de una serie de métodos de formación de imágenes óseas, los cuales se utilizan para detectar visualmente anomalías óseas. Este tipo de estudios por imágenes, incluyen imágenes por [resonancia magnética](#) (RMN), tomografía computarizada (TC), [radiografía simple](#) y en el caso de la medicina nuclear "gammagrafías óseas".

- Sin embargo, una gammagrafía ósea, es una prueba funcional, lo que significa que mide un aspecto del metabolismo óseo o remodelación ósea, lo que las otras técnicas de imagen no hacen. La gammagrafía ósea nuclear compite con el [PET](#) (Tomografía de emisión de positrones) para ver el metabolismo anormal de los huesos, pero la ventaja de la gammagrafía, es que es considerablemente menos costoso.



-Un paciente en un SPECT óseo. El paciente permanece tumbado mientras dos gammacámaras rotan alrededor de él.

- La gammagrafía ósea no debe confundirse con la [densitometría ósea](#), otra prueba de Medicina Nuclear, totalmente diferente basada en la atenuación que sufren los [rayos X](#), al atravesar al paciente, y que sirve para determinar patologías de pérdida de masa ósea, como la osteoporosis.

-Esta prueba es indolora, sólo dolerá el pinchazo al paciente

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXVI: 26)- GAMMAGRAFÍA ÓSEA.-

-26.1)- [Técnica y Fundamento](#).

- 26.2)- Procesamiento de la Imagen.

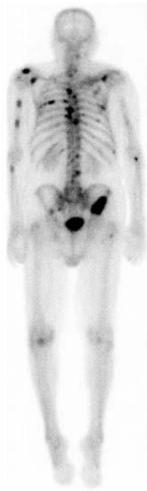
- 26.3)- [Indicaciones](#)

- 26.4)- [Referencias](#).

- 26.5)- Bibliografía

- 26. 6)- [Enlaces Externos de interés](#).

- 26.1)- Técnica y Fundamento.



- Gammagrafía ósea en la que se aprecian múltiples imágenes hipercaptantes, correspondientes a metástasis, de un carcinoma de próstata.
- El fundamento de la gammagrafía ósea, es la adsorción de [difosfonatos](#) en cristales de [hidroxiapatita](#), en la matriz mineral del hueso. Estos difosfonatos son marcados con un [radionúclido](#), que emite [radiación gamma](#), y esta radiación será captada por la gammacámara, formando así la imagen.
- El radionúclido usado en la gammagrafía ósea es el (99mTc) [Tecnecio-99](#) metaestable, un radionúclido muy usado en diversas pruebas de medicina nuclear.
- En general, lo que se busca con esta prueba diagnóstica son imágenes de hipercaptación que pueden ser localizadas, múltiples o difusas. Cuando son difusas recibe el nombre de *superscan*. Las imágenes de hipocaptación son más raras.
- El aumento de captación ósea, puede ser por cuatro motivos: el aumento de la formación osteoide, una mineralización ósea aumentada, un aumento de la vascularización, del flujo sanguíneo, o por una denervación simpática.
- Un dato importante a tener en cuenta, es que no todas las imágenes de hipercaptación, son patológicas, por eso es muy importante, que la imagen la valore un médico. Por ejemplo, las áreas de hipercaptación simétricas en un niño en edad de crecimiento, no son patológicas; sino que corresponden a los puntos donde se está formando el hueso, las [epífisis](#).
- La técnica en sí, consiste en la administración intravenosa de 10-20 milicurios de 99mTc-MDP (Metilén difosfonato) o de 99mTc-HEDP (Hidroxi-Etilén-difosfonato).
- Tras 2-5 horas postinyección, se realiza la adquisición de las imágenes de cuerpo entero, que se llama rastreo anterior y rastreo posterior. Eventualmente, estos rastreos de cuerpo entero, se pueden complementar con: gammagrafías localizadas de huesos concretos, [SPECT](#) muy útil en [columna vertebral](#) y [pelvis](#) o gammagrafía ósea de tres fases.
- Hay dos factores que determinan la calidad de la imagen gammagráfica:
 - -- La *captación esquelética*: A las 2-3 horas postinyección, se alcanza el 50% de la captación máxima. Y a las 5 horas postinyección del trazador, se alcanza la captación máxima. Por tanto, hemos de tener en cuenta que cuanto más tiempo transcurra desde la inyección del trazador, mejor será la calidad de la imagen obtenida.
 - -- La *actividad de los tejidos blandos*: Si la función renal no es correcta, el trazador se va a acumular porque se elimina por vía renal. De modo que, los tejidos blandos van a captarlo, dificultando la visualización del esqueleto, que es lo que nos interesa en esta prueba.

- 26.2)- Procesamiento de la Imagen.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- La evaluación de imágenes gammagráficas no requiere dispositivos especiales, aparte de la variación de contraste, que muestra también las zonas con la menor absorción.
- En la gammagrafía trifásica o de tres fases, en lugar de proceder posicionamiento ROI (región de interés , es decir, regiones de interés), igual en los 2 primeros pasos en las regiones patológicas encontradas y las regiones de referencia (a menudo situado en el lado opuesto a los examinados).
- De este modo se pueden obtener las curvas de las que se muestra la absorción de las regiones resaltadas, como una función del tiempo. Si las áreas patológicas han encontrado que la absorción que aumenta como una función del tiempo, se puede suponer que la cifra es debido a una inflamación, como el aumento de la captación en el nivel de las imágenes de la fase de la acumulación de sangre, milita para un aumento de la permeabilidad capilar , típica de 'inflamación. Por otra parte, también en este caso las imágenes finales pueden mostrar signos de remodelación ósea. La comparación con las curvas para las regiones de referencia, puede ayudar en el diagnóstico.

- 26.3)- Indicaciones.

- La gammagrafía ósea está indicada para:

- Detección, control y seguimiento de tumores primarios óseos y para metástasis en hueso.
- Realizar el diagnóstico diferencial entre [osteomielitis](#) y [celulitis](#).
- Evaluar las posibles fracturas de difícil detección radiográfica.
- Evaluación de las prótesis.
- Detección y seguimiento de la [Enfermedad de Paget](#);
- Investigación de cualquier dolor óseo.

- 26.4)- Referencias.

- [Bone scans](#) from WebMD, accessed July 9, 2008.
- [SkeletalScintigraphy.com](#) Information regarding skeletal scintigraphy
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003833.htm>

- 26.5)- Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu.org.uy](http://www.bvssmu.org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR) .(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN: -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 26.6)- Enlaces Externos de interés.

- [Medicina Nuclear](#);
- [Rastreo óseo](#);
- [Gammagrafía](#);
- [SPECT](#);
- [Enfermedad de Paget](#);

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

Obtenido de

«https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Gammagrafía_ósea&oldid=118094955»

Categoría:

- [Medicina nuclear](#):
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 08:33.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXVIA : - 26A)- GAMMAGRAFÍA TIROIDEA.

- Esta gammagrafía se realiza por vía [intravenosa](#). Proporciona información acerca de la capacidad del tiroides para producir hormonas. Dicha capacidad puede haber sido mermada de manera global, o solo en algunas partes de la glándula.

- 26A)- Enlaces Externos.

- En [MedlinePlus](#) hay más información sobre [Gammagrafía](#)
- [Gammagrafía y absorción tiroideas](#) - Radiological Society of North America.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[Control de autoridades](#)

- [Proyectos Wikimedia](#)
-  Datos: [Q1130465](#)
-  Multimedia: [Scintigraphy](#)

-  Datos: [Q1130465](#)
-  Multimedia: [Scintigraphy](#)

``

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Gammagrafia&oldid=117533326>»

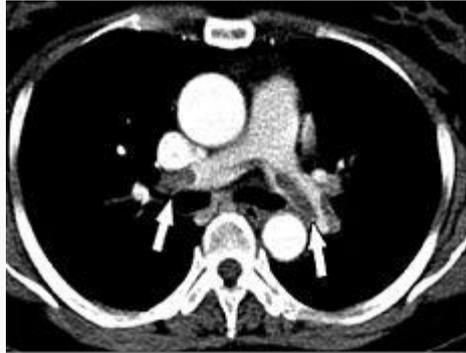
Categorías:

- [Diagnósticos en medicina;](#)
- [Términos médicos;](#)
- [Radiobiología;](#)
- [Medicina nuclear;](#)
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 08:52.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXVII: - 27)- TROMBOEMBOLISMO PULMONAR.-
-De Wikipedia, la enciclopedia libre.

- TROMBOEMBOLIA PULMONAR:



[TAC](#) helicoidal con contraste en el que se aprecian defectos de replección en las ramas principales de las arterias pulmonares, debido a embolismos crónicos y agudos.

Clasificación y recursos externos

Especialidad	Cardiología , hematología y neumología
CIE-10	I26
CIE-9	415.1
CIAP-2	K93
DiseasesDB	10956
MedlinePlus	000132
eMedicine	med/1958

-La Tromboembolia Pulmonar (TEP) es una situación clínico-patológica desencadenada por la obstrucción [arterial pulmonar](#), por causa de un [trombo](#), desarrollado *in situ* o de otro material procedente del sistema [venoso](#).

- De ello resulta un defecto de oxígeno en los pulmones. Es una de las principales emergencias médicas. Se trata de una enfermedad potencialmente mortal; el diagnóstico no es fácil, pues a menudo existen pocos signos, que puedan orientar al médico.

- Más del 70 % de los pacientes con TEP, presentan [trombosis venosa profunda](#) (TVP), aunque los trombos no sean detectables clínicamente. Por otra parte, aproximadamente el 50 % de pacientes con TVP, desarrollan TEP, con gran frecuencia asintomáticos.

- ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXVII: - 27)- TROMBOEMBOLISMO PULMONAR.-

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [27.1\)- Epidemiología.](#)
- [27.2\)- Signos y Síntomas.](#)
- [27.3\)- Diagnóstico.](#)
- [27.4\)- Etiología.](#)
- [27.5\)- Tratamiento.](#)
- [27.6\)- Mortalidad.](#)
- [27.7\)- Véase También.](#)
- [27.8\)- Referencias.](#)
- [27.9\)- Bibliografía.](#)
- [27.10\)- Enlaces Externos.](#)

- 27.1)- Epidemiología.

- Aunque no existen datos exactos, se ha estimado la [incidencia](#) de TEP, en alrededor de 500. 000 casos anuales en [EE.UU.](#), con una tasa de mortalidad del 2-10 %.

-Es la tercera causa de morbilidad cardiovascular después de la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular. Su incidencia anual está próxima a 100 casos de 1000 / 100 000 habitantes y su prevalencia en la población hospitalizada alcanza el 1 %.¹ Más del 90 % de los TEP tienen su origen en el sistema venoso profundo de las piernas. Otros posibles orígenes son la [vena cava inferior](#), las venas renales, las cavidades cardíacas derechas y las venas de las extremidades superiores.

- 27.2)- Signos y Síntomas.

- Los síntomas de TEP son fundamentalmente de comienzo súbito, con tos con o sin [hemoptisis](#), [cianosis](#), [disnea](#) súbita (lo más frecuente), [taquipnea](#), dolor torácico pleurítico y subesternal, y en grados graves [hipotensión](#) que puede llevar a shock cardiogénico, pérdida de conciencia (síncope) e incluso muerte, dependiendo del grado de TEP. Los signos son taquipnea, taquicardia, fiebre de más de 38 °C (sospechar infarto pulmonar), cianosis, signos de [TVP](#), [signo de Homans](#), este consta dolor al hacer dorsiflexión.

- 27.3)- Diagnóstico.

- El diagnóstico de TEP, con sospecha clínica sobre la base de dificultades en la respiración ([disnea](#)) y dolor en el tórax, con o sin [radiografía](#) de tórax anormal, primero se hace cuantificación de dímero D; después, si este está aumentado, puede ser confirmado con una [gammagrafía pulmonar](#) de ventilación-perfusión (gammagrafía V/Q Scan), presentando áreas de pulmón no perfundidas, pero bien ventiladas.

- El ECG es normal en el 30 % de los casos. Suele presentar taquicardia sinusal, el cual es el signo electrocardiográfico más común, también se puede observar onda S en derivación I, onda Q en derivación III y onda T negativa en derivación III (patrón S1Q3T3: patrón de McGinn-White); este patrón es muy específico pero poco sensible. Puede presentar el eje desviado a la derecha y bloqueo de rama derecha. También arritmias supraventriculares. En la gasometría puede aparecer hipoxemia con hipocapnia y alcalosis respiratoria ([pH](#)>7.45 y [pCO₂](#)<35). Una gasometría normal no excluye TEP.

-La existencia de hipoxemia marcada orienta a embolia masiva o submasiva.

- La determinación en sangre del [dímero D](#), tiene un alto [valor predictivo negativo](#) para descartar el TEP (los dímeros D son productos de la degradación de fibrina): es muy sensible, poco específico, y nunca confirma el diagnóstico.

- Otra técnica que se usa es el [TAC helicoidal](#).

- El estudio diagnóstico [gold standard](#) es la [arteriografía](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 27.4)- Etiología.

- La fuente más común de embolismo son las venas de la región [pélvica](#) y del territorio proximal de las piernas ([trombosis venosa profunda](#)).

- Generalmente el TEP es causado por el sinergismo de varios factores tanto de riesgo como predisponentes, que se pueden dividir en *genéticos* (trombofilias), *adquiridos* y *circunstanciales*:

- **Genéticos**
 - Factor V de Leiden (3 % de la población son [heterocigotos](#) para el FVL)
 - Mutación en la [protrombina](#).
 - Déficit de [proteína C](#).
 - Déficit de [proteína S](#).
 - Déficit de [antitrombina III](#).
 - Altos niveles de [homocisteína](#)
 - Alteraciones del [plasminógeno](#) y de la [fibrinólisis](#).
- **Adquiridos**
 - [Anticuerpos](#) antifosfolípidos
 - Anticuerpos anticardiolípidos o [anticoagulantes](#) lupus.
 - Enfermedades renales (pérdida renal de antitrombina).
 - Hemoglobulinuria nocturna paroxismal
- **Circunstanciales**
 - Inmovilización, por ejemplo: tras una [cirugía](#) o un [traumatismo](#).
 - Uso de [anticonceptivos](#) orales.
 - [Obesidad](#)
 - [Embarazo](#)
 - [Cáncer](#) (como en el síndrome de Trousseau).

-27.5)- Tratamiento.

- El tratamiento se basa en la hospitalización, anticoagulantes, oxígeno y una exhaustiva vigilancia en una [Unidad de Cuidados Intensivos](#).

-La anticoagulación de una [trombosis venosa profunda](#) (TVP) o de un TEP con factor provocador evidente, debe extenderse por 3 meses.

- Si no hay un riesgo de sangrado, es conveniente extender la anticoagulación, ya que el riesgo de recurrencia de TEP alcanza el 30 % a 5 años.²

- 27.6)- Mortalidad.

- El TEP tiene una mortalidad y una morbilidad asociadas, que se mantienen elevadas a pesar de los avances en la terapia y el diagnóstico.

-El riesgo de mortalidad, está determinado por la disfunción aguda del ventrículo derecho, esta se puede evidenciar mediante la clínica, el laboratorio, y los estudios de [tomografía computada](#) y de [ecocardiograma](#).³

- La mortalidad varía ampliamente dependiendo de la gravedad clínica de la embolia y está en rangos que van de 1 % hasta más del 50 %.²

- 27.7)- Véase También.

- [Criterios de Wells](#);

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Trombosis Venosa Profunda](#);

- 27.8)- Referencias.

1. [↑ Tromboembolismo alto pulmonar en Uninet](#)
2. [↑ Saltar a:](#) ^a ^b Ernesto Alfonso Figueredo, María Luisa Pérez Alvarez, Félix Andrés Reyes Sanamé, Yoannis Batista Acosta, Yudith Peña Garcell (2016). «[Nuevas consideraciones en el tratamiento del tromboembolismo pulmonar](#)». *Rev cubana med* (Scielo) 55 (3).
3. [↑](#) Jorge Sandoval; Matías Florenzano (2015). «[Diagnóstico y tratamiento del Tromboembolismo Pulmonar](#)». *Revista Médica Clínica Las Condes* (Science Direct) 26 (3): 338-343.

- 27.9)- Bibliografía.

- Barritt DW, Jorden SC. *Anticoagulant drugs in the treatment of pulmonary embolism: a controlled trial*. [Lancet](#) 1960;1:1309-1312. [PMID 13797091](#).
- Bounameaux H, de Moerloose P, Perrier A, Reber G. *Plasma measurement of D-dimer as diagnostic aid in suspected venous thromboembolism: an overview*. *Thromb Haemost* 1994;71:1-6. [PMID 8165626](#).
- Goldhaber SZ. *Pulmonary embolism*. [Lancet](#) 2004;363:1295-305. [PMID 15094276](#)
- Bibliografía:

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- www.bvssmu@org.uy [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN:

- -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 27.10)- Enlaces Externos.

- [Guidelines terapia trombolítica y antitrombótica de la ACCP.Chest](#) ([enlace roto](#) disponible en [Internet Archive](#); véase el [historial](#) y la [última versión](#)).
- [Tromboembolismo pulmonar en Medline](#)
- [Score de Wells para Predicción Clínica para Tromboembolismo Pulmonar y Trombosis Venosa Profunda](#), MedicalCriteria.com
- [Tromboembolismo pulmonar agudo en Uninet](#)

Obtenido de

«[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tromboembolismo pulmonar&oldid=117904940](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Tromboembolismo_pulmonar&oldid=117904940)»

Categorías:

- [Afecciones de la circulación pulmonar](#)
- [Enfermedades del aparato respiratorio](#)
- Esta página se editó por última vez el 15 agosto 2019 ,a las 08:51.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXVIII: - 28)- ABSCESO.-
-De Wikipedia, la enciclopedia libre.

-ABSCELO.



Absceso

Clasificación y recursos externos

Especialidad [Dermatología](#), [cirugía general](#) e [infectología](#)

CIE-10 [L02](#)

CIE-9 [682.9](#), [324.1](#)

CIAP-2 [S10](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[MedlinePlus](#) [001353](#)

[MeSH](#) [D000038](#)

- Un absceso es una infección e inflamación del tejido del organismo, caracterizado por la hinchazón y la acumulación de [pus](#). Puede ser externo y visible, sobre la piel, o bien interno.
- Cuando se encuentra supurado se denomina apostema.

-ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXVIII: - 28)- ABSCESO.-

- [28.1\)- Fisiopatología.](#)

- [28.2\)- Síntomas.](#)

- [28.3\)- Tipos de Abscesos.](#)

- [28.4\)- Diagnóstico.](#)

- [28.5\)- Tratamiento.](#)

- [28.6\)- Pronóstico.](#)

- [28.7\)- Prevención.](#)

- [28. 8\)- Véase También.](#)

- [28.9\)- Bibliografía.](#)

- [28.10\)- Enlaces Externos.](#)

- [28.1\)- Fisiopatología.](#)

- Los abscesos aparecen cuando se infecta un área de [tejido](#), y el cuerpo es capaz de "aislar" la infección y evitar que se extienda.
- Los [glóbulos blancos](#), que son la defensa del organismo contra algunos tipos de infección, migran a través de las paredes de los [vasos sanguíneos](#), al área de la infección y se acumulan dentro del tejido dañado.
- Durante este proceso, se forma el [pus](#), que es una acumulación de líquidos, glóbulos blancos vivos y muertos : principalmente Polimorfonucleados Neutrófilos, PMNN, tejido muerto y bacterias, o cualquier otro material o invasor extraño.
- Los abscesos pueden formarse en casi cualquier parte del organismo, y pueden ser causados por: organismos infecciosos, parásitos y materiales extraños.
- Los abscesos en la piel son fácilmente visibles, de color rojo, elevados y dolorosos; mientras que los abscesos. que se forman en otras áreas del cuerpo, pueden no ser tan obvios, pero pueden causar mucho daño, si comprometen [órganos](#) vitales.

- [28.2\)- Síntomas.](#)

- Por lo general un absceso, se manifiesta con un dolor intenso, continuo y punzante en la zona, la cual se halla generalmente enrojecida, hinchada y caliente al tacto. Puede además cursar con [fiebre](#).

-[28.3\)- Tipos de Abscesos.](#)

- [Absceso dental](#): Es una complicación de la [caries](#) dental, y también puede resultar de un trauma al diente.
- [Absceso hepático](#);

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- [Absceso anorrectal](#);
- [Absceso de Bartolino](#);
- [Absceso cerebral](#);
- Absceso epidural;
- [Absceso periamigdalino](#);
- [Absceso mamario](#);
- [Absceso pulmonar](#);
- [Absceso cutáneo](#);
- Absceso de la [médula espinal](#);
- [Absceso subcutáneo](#);
- Absceso subfrénico o subdiafragmático;
- [Absceso del psoas](#);
- Absceso capilar;
- Abscesos en Paladar blando: son de suma importancia, ya que 78,65% de los VIH+ debutan con esta alteración.



- Absceso en lado izquierdo de la cara.

-28.4)- Diagnóstico.

- Con frecuencia se obtiene una muestra de líquido del absceso, y se le hace un cultivo para determinar los organismos causantes del mismo. Ver los tipos individuales de abscesos.

- 28.5)- Tratamiento.

- Se debe buscar asistencia médica, si la persona cree tener algún tipo de absceso. No se deben tomar antibióticos, si no han sido prescritos por un médico.
- Generalmente el médico, si es necesario, drena el absceso mediante técnicas quirúrgicas, y luego administrará un antibiótico contra la infección.
- En algunos casos se administra una profilaxis con [toxoides tetánicos](#), especialmente si la causa es exógena.

- 28.6)-Pronóstico.

-La mayoría de los tipos de abscesos son tratables.

-28.7)- Prevención.

- La prevención de los abscesos depende de su localización y causa. Por ejemplo, una buena [higiene](#), es importante para la prevención de los abscesos cutáneos, y con la higiene dental y los cuidados de rutina se previenen los abscesos dentales.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 28.8)- Véase También.

[Absceso cerebral](#) ;
[Celulitis \(inflamación\)](#) ;
[Empiema](#) ;

- 28.9)-Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- [-www.bvssmu@org.uy](http://www.bvssmu@org.uy) [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN: -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 28.10)- Enlaces Externos.

- [EM 7352](#)
- En [MedlinePlus](#) hay más información sobre [Absceso](#)

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Absceso&oldid=118091493>»

Categorías:

- [Abscesos](#);
- [Términos médicos](#);
- Esta página se editó por última vez el 17 agosto 2019 a las 08:54.

0 0 0 0 0 0 0 0.

- CAPÍTULO XXIX: -29)- INFLAMACIÓN.-
- De Wikipedia, la enciclopedia libre-
- [Antiinflamatorio](#) o [Punto de inflamación](#), para el fuego.



- Inflamación en los dedos del pie..

-La inflamación (del [latín](#) *inflammatio*: encender, hacer fuego) es la forma de manifestarse de muchas enfermedades. Se trata de una respuesta inespecífica frente a las agresiones del medio, y está generada por los agentes inflamatorios. La respuesta inflamatoria ocurre solo en tejidos conectivos vascularizados y surge con el fin defensivo de aislar y destruir al agente dañino, así como reparar el tejido u órgano dañado. Se considera por tanto un mecanismo de [inmunidad innata](#), estereotipado, en contraste con la reacción inmune adaptativa, específica para cada tipo de agente infeccioso.¹

-El Sistema Inmunológico Innato: Está formado por defensas contra las infecciones que pueden activarse inmediatamente una vez que el agente patógeno ataca. El sistema inmunitario innato se compone esencialmente de barreras que tienen como objetivo mantener los virus, bacterias, parásitos y otras partículas extrañas fuera del cuerpo o limitar su capacidad de diseminarse y moverse por todo el cuerpo.

-La [inflamación](#) es un ejemplo de una respuesta inmunitaria innata.

- El Sistema Inmunitario Adaptativo: También llamado inmunidad adquirida, utiliza antígenos específicos, para montar estratégicamente una respuesta inmunitaria. A diferencia del sistema inmunológico innato, que ataca sólo sobre la base de la identificación de las amenazas generales, la inmunidad adaptativa, se activa por la exposición a los patógenos, y utiliza una memoria inmunológica, para aprender acerca de la amenaza y mejorar la respuesta inmunológica en consecuencia. La respuesta inmune adaptativa es mucho más lenta para responder a las amenazas e infecciones, que la respuesta inmune innata, que está preparada y lista para luchar en todo momento.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

-La inflamación se identifica en [medicina](#) con el sufijo *-itis*. El mayor problema que surge de la inflamación es que la defensa se dirija tanto hacia agentes dañinos como a no dañinos, de manera que provoque [lesión](#) en [tejidos](#) u [órganos](#) sanos.

- ÍNDICE.-

- CAPÍTULO XXIX: -29)- INFLAMACIÓN.-

- 29.1)- [Agentes Inflamatorios](#).

- 29.2)- [Evolución Histórica](#).

- 29.3)- [Inflamación Aguda](#).

- 29.3.1)- [Cambios Hemodinámicos en el Calibre y en el Flujo](#).

- 29.3.2)- [Alteración de la Permeabilidad Vascular](#).

- 29.3.2.1)- [Contracción de las Células Endoteliales](#).

- 29.3.2.2)- [Daño Endotelial](#).

- 29.3.2.3)- [Aumento de la Transcitosis](#).

- 29.3.2.4)- [Respuestas de los Vasos Linfáticos](#).

- 29.3.3)- [Modificaciones Leucocitarias](#).

- 29.3.4)- [Mediadores de la Inflamación](#).

- 29.3.4.1)- [Metabolitos del Ácido Araquidónico](#).

- 29.3.4.2)- [Aminas Vasoactivas: Histamina y Serotonina](#).

- 29.3.4.3)- [Citoquinas](#).

- 29.3.4.4)- [Factor Activador de las Plaquetas](#).

- 29.3.4.5)- [Óxido Nítrico](#).

- 29.3.4.6)- [Radicales Libres de Oxígeno \(RLO\)](#).

- 29.3.4.7)- [Constituyentes de los Lisosomas de los Leucocitos](#).

- 29.3.4.8)- [Neuropéptidos](#).

- 29.3.4.9)- [Mediadores Derivados de Proteínas Plasmáticas](#).

-29.3.5)- [Efectos Generales de la Inflamación](#).

- 29.3.6)- [Detención de la Respuesta Inflamatoria Aguda](#).

- 29.4)- [Inflamación Crónica](#).

- 29.4.1)- [Causas](#).

- 29.4.1.1)- [Infecciones Persistentes](#).

- 29.4.1.2)- [Enfermedades Mediadas Por el Sistema Inmune](#).

- 29.4.1.3)- [Exposición Prolongada a Agentes Tóxicos](#).

- 29.4.1.4)- [Teorías Nuevas: Permeabilidad Intestinal Aumentada](#).

- 29.4.2)- [Características](#).

-29.4.3)- [Células Implicadas en la Inflamación Crónica](#).

- 29.4.3.1)- [Macrófagos](#).

- 29.4.3.2)- [Linfocitos](#).

- 29.4.3.3)- [Células Plasmáticas](#).

- 29.4.3.4)- [Eosinófilos](#).

- 29.4.3.5)- [Mastocitos](#).

- 29.4.3.6)- [Neutrófilos](#).

- 29.4.4)- [Inflamación Granulomatosa](#).

- 29.5)- [Véase También](#).

- 29.6)- [Referencias](#)

- 29.7)- [Bibliografía](#).

-29.8)- [Enlaces Externos](#).

- 29.1)- [Agentes Inflamatorios](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Agentes biológicos: [bacterias](#), [virus](#), [parásitos](#), [hongos](#); las células de mamíferos disponen de receptores que captan la presencia de microbios; entre los receptores más importantes están los [receptores de tipo Toll](#), que detectan la presencia de bacterias, virus y hongos, y desencadenan vías de señalización que estimulan la producción de diferentes [mediadores](#);
- Agentes o condiciones que producen [necrosis](#) de los tejidos afectados: las células necróticas liberan moléculas que activan la respuesta inflamatoria, como [ácido úrico](#), [ADP](#) o incluso [ADN](#); entre estos agentes tenemos:
 - Agentes físicos: radiaciones, frío, calor, [rayos UV](#).
 - Agentes químicos: venenos, [toxinas](#).
 - Traumatismos y cuerpos extraños, que inducen inflamación porque dañan los tejidos (necrosis) o aportan microbios, los cuales están en el aire con los cuales pueden causar enfermedades.
 - [Alteraciones vasculares](#): como por ejemplo las que producen [isquemia](#);
- [Alteraciones inmunitarias](#): como por ejemplo las respuestas de [hipersensibilidad](#) o las [autoinmunes](#); en estos casos es la propia respuesta inmunitaria la que induce la inflamación, que es la causa principal del daño tisular.

- 29.2)- Evolución histórica.

-En las primeras [civilizaciones](#) existen testimonios de su conocimiento y su [curación](#), los primeros escritos aparecieron en papiros [egipcios](#), que datan del 3.000 a.de C.

- En [Grecia](#) y [Roma](#), se conserva un libro, de los numerosos escritos por [Aulo Cornelio Celso](#), enciclopedista, "De Medicinae" y en donde se identifican 4 signos cardinales de la inflamación. Posteriormente Virchow añadió el quinto [signo](#).².

-Actualmente se pueden reconocer sus 5 signos cardinales, que son:

- Tumefacción. Aumento del [líquido intersticial](#) y formación de [edema](#).
- Rubor. Enrojecimiento, debido principalmente a los fenómenos de aumento de la [vasodilatación](#).
- Calor. Aumento de la [temperatura](#) de la zona inflamada. Se debe a la vasodilatación y al incremento del consumo local de [oxígeno](#).
- Dolor. El [dolor](#) aparece como consecuencia de la liberación de sustancias capaces de provocar la activación de los nociceptores, tales como las [prostaglandinas](#). Constituye el 1.º signo de la [tétrada de Celsius](#). (Los 4 signos → Tétrada de Celsius).
- Pérdida o disminución de la función. Llamado 5º signo de [Virchow](#) (función laesa).

-En 1793, el [cirujano](#) escocés [Hunter](#), destacó algo que en la actualidad es considerado obvio: "La inflamación no es una [enfermedad](#), sino una respuesta inespecífica, que produce un efecto saludable en el [organismo](#), en que tiene lugar".

-El [patólogo](#) [Julius Cohnheim](#), fue el primer investigador que utilizó el [microscopio](#) para observar [vasos sanguíneos](#) inflamados, en membranas finas y translúcidas, como el [mesenterio](#) y la lengua de la [rana](#).

-Tras la observación de las alteraciones iniciales del flujo sanguíneo, el [edema](#) posterior al incremento de la permeabilidad vascular, la migración leucocitaria. En 1867, demostró que la emigración de los glóbulos blancos, es el origen de la [pus](#).³. La contribución de Cohnheim fue fundamental para entender todo el proceso inflamatorio.

-El [biólogo](#) ruso [Metchnikoff](#), descubrió el proceso de la [fagocitosis](#), al observar la ingestión de espinas de rosal por los [amebocitos](#), de las [larvas](#) de [estrellas de mar](#), y de [bacterias](#) por [leucocitos](#) de [mamífero](#) (1882); la conclusión de este investigador, fue que el objeto de la inflamación era el de hacer llegar las células con capacidad fagocitaria, a la zona de lesión, para que fagocitaran a los agentes infecciosos.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

-No obstante, al poco tiempo quedó claro que tanto los factores celulares ([fagocitos](#)), como los factores séricos ([anticuerpos](#)), eran imprescindibles para la defensa frente a [microorganismos](#), y como reconocimiento por ello, [Elie Metchnikoff](#) y [Paul Ehrlich](#) : quién desarrolló la teoría humoral, compartieron el premio [Nobel de Medicina](#), en [1.908](#).

-A estos nombres, se debe añadir el de Sir [Thomas Lewis](#), quien mediante experimentos sencillos sobre la respuesta inflamatoria de la piel, estableció el concepto de que diversas sustancias químicas, inducidas localmente por el estímulo de una lesión, como la [histamina](#); son factores mediadores de las alteraciones vasculares de la inflamación.

-Este concepto fundamental, constituye la base de los importantes descubrimientos de los mediadores químicos de la inflamación, y de la posibilidad de utilizar fármacos [antiinflamatorios](#).

-Lewis llamó a los mediadores químicos de la inflamación "H1", y definió la triple respuesta ante la agresión que consistía en:

- [Eritema](#) central,
- Hinchazón,
- Eritema periférico.

- Dependiendo de las características temporales de la inflamación, definimos dos tipos de respuesta: inflamación aguda e inflamación crónica.

- 29.3)- Inflamación Aguda.

-La fase aguda de la inflamación es sinónimo de [reacción inmune innata](#). En la inflamación aguda se distinguen tres puntos clave: cambios hemodinámicos, alteración de la permeabilidad vascular y modificaciones [leucocitarias](#).⁴.

- 29.3.1)- Cambios Hemodinámicos en el Calibre y en el Flujo.

- Después de un periodo inconstante y transitorio de [vasoconstricción](#) arteriolar, se produce [vasodilatación](#) e [hiperemia](#) activa : aumento de flujo sanguíneo en la zona de la lesión, que causa enrojecimiento y aumento de la temperatura.

- Después se produce un periodo de hiperemia pasiva en la que disminuye el flujo por un aumento de la permeabilidad microvascular, con extravasación de líquido y aumento de la viscosidad sanguínea, en los vasos de menor calibre, que es lo que se denomina estasis: parálisis total del flujo.

-A medida que evoluciona la estasis, se produce la orientación periférica : marginación, de los leucocitos, que se adhieren al [endotelio](#), atraviesan la pared vascular, y se dirigen al [intersticio](#).

-Paso por paso : solo de manera didáctica, ya que estos eventos ocurren superponiéndose, se observa lo siguiente:

- 1- Vasodilatación arteriolar y capilar: Que provoca la apertura de capilares y venulas; inducida por la acción de diferentes [mediadores](#), sobre el músculo liso vascular, principalmente histamina y óxido nítrico;
- 2- Aumento de la velocidad del flujo sanguíneo : [hiperemia](#), por las arteriolas,: Que es la causa de la aparición de [eritema](#) : rojez, en el sitio de la inflamación;
- 3- Aumento de la permeabilidad de la microvasculatura: Salida de un exudado inflamatorio hacia los tejidos extravasculares, y aparición de [edema](#) inflamatorio;
- 4- Acumulación anormal y excesiva de sangre: La salida de líquido, provoca un aumento de la viscosidad de la sangre, lo cual aumenta la concentración de los glóbulos rojos : congestión venosa;
- 5- Disminución de la velocidad de la sangre en pequeños vasos : estasis sanguínea;
- 6- Acumulación periférica de los leucocitos: marginación y pavimentación leucocitaria;

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

7- Al mismo tiempo, las [células endoteliales](#) son activadas por los mediadores de la inflamación, expresando moléculas en sus membranas, que favorecen la adhesión de los leucocitos, fundamentalmente los [polimorfonucleares neutrófilos](#) (PMN);

8- Paso de leucocitos (PMN: En primer lugar, seguidos por los [macrófagos](#); desde los vasos al intersticio: migración celular, con formación del infiltrado inflamatorio; que se denomina Diapédesis.

- Asimismo, durante la fase de reparación, que sigue a la inflamación aguda, y durante la inflamación crónica, se produce un fenómeno de proliferación de vasos sanguíneos, denominado [angiogénesis](#).

- 29.3.2)- Alteración de la Permeabilidad Vascolar.

- En condiciones normales el endotelio no permite la salida de [proteínas](#), y el intercambio se produce por [pinocitosis](#). Durante la inflamación, se alteran las bases morfológicas del endotelio, por acción de los mediadores químicos, produciéndose una alteración de las uniones celulares, y las cargas negativas de la membrana basal: [Majno](#) y [Palade](#) vieron aperturas entre las células, que no se encontraban rotas.

-Generalmente, este efecto se produce en las [vénuclas](#), pero si es muy intenso, se alcanza a los [capilares](#), y se produce extravasación por rotura.

- La salida de líquidos, proteínas y células, a partir de la sangre se denomina exudación.

-Es importante distinguir los siguientes conceptos:⁴

- un [exudado](#): Es un líquido extracelular, que contiene alta concentración de proteínas y restos celulares, muy denso; su presencia implica una reacción inflamatoria;
- un [transudado](#): Sin embargo, es un fluido con bajo contenido en proteínas, que contiene sobre todo [albúmina](#); es un ultrafiltrado del plasma, debido a la existencia de una diferencia de [presión osmótica](#) o hidrostática, a través de la pared de un vaso, sin aumento de la permeabilidad vascular, ni proceso inflamatorio;
- un [edema](#): Es un exceso de líquido en el tejido intersticial, que puede ser un exudado o un transudado;
- el [pus](#): Es un exudado purulento, un exudado inflamatorio rico en leucocitos: sobre todo PMN, restos de células muertas y, en muchos casos, microbios.

- El aumento de la permeabilidad vascular, se genera por varios mecanismos, que pueden producirse simultáneamente:⁴

- 29.3.2.1)- Contracción de las Células Endoteliales.

- Es el mecanismo más común, desencadenado por diferentes [mediadores](#), como la histamina, la [bradiquinina](#), los leucotrienos y la [sustancia P](#), entre otros.

- Estas sustancias provocan la contracción brusca, por fosforilación oxidativa, de los filamentos de [actina](#) y [miosina](#) de las células endoteliales, que se retraen, de forma que los espacios interendoteliales aumentan.

- Después el citoesqueleto se reorganiza, para mantener la contracción durante más tiempo.

- Las sustancias inflamatorias deben disolver la membrana basal de estas aperturas.

- 29.3.2.2)- Daño Endotelial.

- La [necrosis](#) de las células endoteliales provoca su separación de la pared del vaso, creando de esta forma, una apertura en el mismo. Puede producirse en heridas severas, como quemaduras, o por la acción tóxica de microbios, que afectan directamente el endotelio.

- Los PMN que se adhieren a las células endoteliales, también pueden dañarlas. En este caso, la pérdida de líquido continúa, hasta que se forma un [trombo](#) o se repara el daño.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 29.3.2.3)- Aumento de la Transcitosis.

- El transporte de fluidos y proteínas, a través de las propias células endoteliales y no entre ellas, puede realizarse mediante canales, que se forman a partir de vacuolas y vesículas no recubiertas, interconectadas : denominado orgánulo vesiculovacuolar.
- Parece que [VEGF](#), estimula el número y el tamaño de estos canales.

- 29.3.2.4)- Respuestas de los Vasos Linfáticos.

- En condiciones normales, el [sistema linfático](#) filtra y controla las pequeñas cantidades de líquido extravascular, que se ha perdido en los capilares.
- Durante la inflamación, la cantidad de líquido extracelular aumenta, y el sistema linfático participa en la eliminación del edema.
- Asimismo, en este caso una mayor cantidad de leucocitos, restos celulares y microbios pasa a la linfa. Como ocurre con los vasos sanguíneos, los linfáticos también proliferan en los procesos inflamatorios, para atender al incremento de la demanda.
- Puede ocurrir que los vasos linfáticos, se inflamen de forma secundaria : [linfangitis](#), o que se inflamen los ganglios : [linfadenitis](#), a causa de la [hiperplasia](#) de los folículos linfoides, y al mayor número de linfocitos y macrófagos.

- 29.3.3)- Modificaciones Leucocitarias.

- Los leucocitos fagocitan a los patógenos, destruyen a las bacterias y a los [microorganismos](#), y degradan el tejido necrótico; pero también pueden prolongar la lesión tisular, al liberar [enzimas](#), mediadores químicos y [especies reactivas del oxígeno](#) : ERO, o también ROS, por sus siglas en inglés; también denominados radicales libres de oxígeno, RLO.
- Los dos grupos de leucocitos más importantes en un proceso de inflamación, son los [leucocitos polimorfonucleares neutrófilos](#) (PMN) ,y los [macrófagos](#).⁴ .
- El [tejido conjuntivo](#): contiene macrófagos y [mastocitos](#), que son células centinelas capaces de reconocer la presencia de microbios, células muertas o cuerpos extraños.
- Los macrófagos son los elementos principales en el inicio del proceso de inflamación, ya que poseen receptores específicos, capaces de reconocer microbios y células muertas.
- Cuando reconocen estos elementos, los macrófagos producen las [citoquinas IL-1](#) y [TNF- \$\alpha\$](#) , que desencadenan la inflamación propiamente dicha, actuando sobre las [células endoteliales](#) de los vasos sanguíneos cercanos : sobre todo de las vénulas post-capilares, para permitir la migración transendotelial de los leucocitos.
- Los mastocitos reaccionan al estrés físico, que se detecta en los tejidos : calor, frío, presión, y producen los mediadores [serotonina](#) e [histamina](#), que son potentes agentes vasoactivos, que actúan sobre la contracción y la permeabilidad de los vasos, tanto arteriales como venosos.
- Como consecuencia de la activación de macrófagos y mastocitos, se produce la liberación de los [mediadores químicos](#) de la inflamación. Estos mediadores, inducen vasodilatación en la zona afectada, lo que provoca la salida de líquido de la sangre, hacia los tejidos, generando un [edema](#).
- Por esta razón, la viscosidad de la sangre aumenta, debido al aumento de concentración de los glóbulos rojos, lo que provoca un descenso en el flujo sanguíneo : estasis.
- En estas condiciones hemodinámicas, los leucocitos se redistribuyen en posición periférica, en un fenómeno denominado *marginación*.
- A continuación, los leucocitos *ruedan* sobre la superficie del endotelio, estableciendo contactos transitorios con las [células endoteliales](#), soltándose y volviéndose a unir.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Finalmente, los leucocitos se *adhieren* firmemente al endotelio, antes de iniciar la *migración*, a través de los capilares (Ver el apartado "Diapédesis" de los [neutrófilos](#), para un detalle molecular completo).
- Los leucocitos que han atravesado los capilares, se dirigen hacia la zona afectada, por un proceso de [quimiotaxis](#). Una vez allí, fagocitan los microbios y los destruyen, generando la producción de [pus](#). El pus será eliminado hacia el exterior, si la lesión está en contacto con el exterior, o generará un [absceso](#), si la zona donde se ha formado el pus, está en el interior de un órgano.
- Una vez eliminado el pus : bien de manera natural o por intervención quirúrgica, en caso de absceso; los macrófagos y los linfocitos, proceden a la reparación del tejido dañado por la inflamación aguda.
- El daño tisular está producido generalmente por los PMN, que son muy numerosos y liberan enzimas hidrolíticas y radicales libres, que dañan los tejidos.
- La reparación se produce gracias a los macrófagos, que estimulan a los [fibroblastos](#) a sintetizar [colágeno](#), y a las células endoteliales a generar nuevos vasos, mediante la secreción de [factores de crecimiento](#).
- Sin embargo, la reparación es siempre incompleta, ya que no se recupera la estructura original: las glándulas y los pelos de la zona, no se regeneran.
- La naturaleza de los leucocitos infiltrados varía según el momento de la respuesta inflamatoria y el tipo de estímulo.
- En la mayor parte de los casos de inflamación aguda, los [neutrófilos](#) (PMN) predominan durante las primeras 6-24h, y luego son reemplazados por [monocitos](#) en 24-48h.
- La rápida aparición de los PMN, se debe a que son más abundantes en la sangre, responden más rápido a las quimioquinas, y se adhieren más fuertemente a las moléculas de adhesión, que aparecen en las células endoteliales activadas, como las [selectinas](#) E y P.
- Sin embargo, después de entrar en los tejidos, los PMN tienen una vida media corta: sufren [apoptosis](#), y desaparecen después de 24-48h.
- Los monocitos responden más despacio, pero no solo sobreviven en los tejidos, sino que además proliferan, y dan lugar a los macrófagos, de manera que se convierten en la población dominante, en las reacciones inflamatorias crónicas.
- Sin embargo, en algunos casos, las poblaciones de leucocitos pueden variar: en infecciones por *Pseudomonas*, los neutrófilos se reclutan de forma continua durante varios días, y en infecciones virales, los [linfocitos](#) son los primeros en llegar, por ejemplo.

- 29.3.4)- Mediadores de la Inflamación.

- Estos mediadores son pequeñas moléculas, que consisten en lípidos : prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos; aminoácidos modificados : histamina, serotonina; y pequeñas proteínas : citoquinas, factores de crecimiento, interleuquinas...; que representan información específica destinada a las células, capaces de utilizar esta información, gracias a la presencia de [receptores](#) específicos, en su [membrana plasmática](#).
- Los mediadores de la inflamación, son de origen plasmático : sintetizados por el hígado, o celular.⁴

-29.3.4.1)- Metabolitos del Ácido Araquidónico.

- El [ácido araquidónico](#) (AA): Es un derivado del ácido graso esencial [ácido linoleico](#), con muchos enlaces dobles, que se encuentra normalmente esterificado en forma de [fosfolípido](#), en las membranas celulares.
- El AA se libera por acción de las [fosfolipasas](#) celulares, a partir de cualquier célula activada:

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[plaquetas](#), estresada o a punto de morir por [necrosis](#).

-Una vez liberado, el AA puede metabolizarse por dos vías:

- Las [ciclooxigenasas](#) : la forma constitutiva COX-1 y la inducible COX-2, que generan intermediarios, que después de ser procesados por enzimas específicas, producen las [prostaglandinas](#) : PGD2 producido por mastocitos, PGE2 por macrófagos y células endoteliales, entre otros; y los [tromboxanos](#) : TXA2, el principal metabolito del AA generado por las plaquetas.
 - El endotelio vascular, carece de tromboxano sintetasa, pero posee una prostaciclina sintetasa, y por tanto genera [prostaciclina](#) (PGI2);
 - Las [lipooxigenasas](#) : generan intermediarios de los [leucotrienos](#) y las [lipoxinas](#).
- Los derivados del ácido araquidónico (también denominados [eicosanoides](#)), sirven como señales intra o extracelulares, en una gran variedad de procesos biológicos, entre ellos la inflamación y la [hemostasis](#).

-Sus efectos principales son:

- Prostaglandinas (PGD2, PGE2): vasodilatación, [dolor](#) y [fiebre](#);
- [Prostaciclina](#) (PGI2): vasodilatación e inhibición de la agregación [plaquetaria](#);
- Tromboxanos (TXA2): vasoconstricción y activación de la agregación plaquetaria;
- Leucotrienos: LTB4 es quimiotáctico y activador de los neutrófilos; los otros leucotrienos son vasoconstrictores, inducen el broncoespasmo, y aumentan la permeabilidad vascular : mucho más potentes que la histamina;
- Lipoxinas: vasodilatación, inhibición de la adhesión de los PMN; estos metabolitos del AA, producen una disminución de la inflamación, por lo que intervienen en la detención de la inflamación; a diferencia del resto de los derivados del AA, que necesitan de dos tipos celulares para ser sintetizados: los neutrófilos producen intermediarios de la síntesis, que son convertidos en lipoxinas, por plaquetas al interactuar con los neutrófilos.

- 29.3.4.2)- Aminas Vasoactivas: Histamina y Serotonina.

- Histamina y Serotonina: son las dos principales aminas vasoactivas, llamadas así por su importante acción sobre los vasos.

-Se almacenan ya preformados en gránulos, dentro de las células que los producen, por lo que son mediadores precoces de la inflamación.

- El principal productor de [histamina](#) son los [mastocitos](#), aunque también se produce por los [basófilos](#) y las plaquetas. En el caso de los mastocitos, la histamina se libera cuando estas células producen desgranulación, en respuesta a diferentes tipos de estímulos:

- daño físico, como traumatismo, frío o calor;
- unión de [anticuerpos](#) a los mastocitos, que es la base de las reacciones [alérgicas](#);
- unión de elementos del [sistema del complemento](#), denominados *anafilotoxinas* (sobre todo C3a, C5a);
- proteínas que inducen la liberación de histamina derivadas de leucocitos;
- neuropéptidos : por ejemplo, la [sustancia P](#);
- citoquinas : [IL-1](#), [IL-8](#).

- La histamina dilata las arteriolas y aumenta la permeabilidad de las vénulas. Es el principal mediador del aumento transitorio inmediato de la permeabilidad vascular, produciendo espacios interendoteliales en las vénulas, que favorecen la salida del exudado plasmático.

-Este efecto se realiza a través de [receptores H1](#), presentes en las células endoteliales.

- La [serotonina](#) es otro mediador preformado, que produce efectos similares. Está presente en las plaquetas y en ciertas células neuroendocrinas, por ejemplo en el tracto gastrointestinal.

- La liberación de serotonina e histamina, se activa cuando las plaquetas se agregan en

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

contacto con el colágeno, la [trombina](#), [ADP](#) y complejos antígeno-anticuerpo (Ver : [Hemostasis](#), para un mayor detalle sobre este proceso).

- 29.3.4.3)- Citoquinas.

- Las [citoquinas](#) son pequeñas proteínas : entre 5 y 20 kD, que permiten el intercambio de información, entre las diferentes células durante el proceso de inflamación, la [hematopoyesis](#) y las respuestas inmunes.

- Los [factores de crecimiento](#), que utilizan las células epiteliales para estimular su renovación, son asimismo citoquinas.

- En general, las citoquinas se pueden considerar como [hormonas](#), con un radio de acción limitado, a excepción de [IL-1](#) y [TNF- \$\alpha\$](#) , que funcionan como verdaderas hormonas, transmitiendo información a través de todo el organismo.

-Las citoquinas liberadas por los macrófagos, durante la inflamación, van a afectar a las células endoteliales, los PMN : durante la fase aguda, y después los fibroblastos, y de nuevo las células endoteliales durante la fase de reparación.

- La información emitida por una citoquina, solo será recibida por aquellas células, que presenten receptores específicos para esa citoquina.

-Los mensajes de las citoquinas son múltiples; los principales son:

- la proliferación (factores de crecimiento);
- la diferenciación;
- la migración (quimioquinas);
- la [apoptosis](#) (familia TNF);
- acción pro-inflamatoria (IL-1 y TNF- α);

- Algunos mensajes muy importantes, como la estimulación de los linfocitos T, son emitidos por muchas citoquinas. Esta redundancia, asegura la transmisión de la información.

29.3.4.4)- Factor Activador de las Plaquetas.

- El [factor activador de plaquetas](#) (PAF): Es otro mediador derivado de fosfolípidos. Se encuentra en: plaquetas, mastocitos, basófilos, PMN, monocitos, macrófagos y células endoteliales.

-Sus acciones principales son:

- agregación de las plaquetas;
- vasoconstricción y [broncoconstricción](#);
- adhesión leucocitaria al endotelio;
- [quimiotaxis](#);
- degranulación y estallido oxidativo;
- activación de la síntesis de [eicosanoides](#).

- 29.3.4.5)- Óxido Nítrico.

- El [óxido nítrico](#) (NO): Es un gas producido en algunas [neuronas](#) del cerebro, macrófagos y células endoteliales.

-Actúa de forma paracrina : acción y local, sobre las células diana, a través de la inducción de [GMPC](#), que inicia una serie de sucesos intracelulares, que provocan la relajación del [músculo liso](#) : vasodilatación.

-La vida media in vivo del NO, es muy corta, por lo que solo actúa sobre las células muy próximas al lugar de producción.

-El NO se sintetiza a partir de L-[arginina](#), por la enzima NO-sintasa (NOS).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- Hay tres tipos de NOS: endotelial (eNOS); neuronal (nNOS); e inducible (iNOS).
- Las dos primeras son constitutivas, se expresan a niveles bajos, y pueden activarse rápidamente, aumentando los niveles de calcio intracelular. Sin embargo, la iNOS se activa solamente, cuando los macrófagos y otras células son activados por citoquinas (como [IFN- \$\gamma\$](#)) o productos microbianos.
- 29.3.4.6)- Radicales Libres de Oxígeno (RLO).
- Los radicales libres de oxígeno son un tipo de [especies reactivas del oxígeno](#) (ERO, o también ROS, por sus siglas en inglés).
- Estos radicales pueden liberarse al medio extracelular, por los leucocitos después de que hayan sido activados por la presencia de: microbios, quimioquinas, complejos inmunes, o después de la [fagocitosis](#).
- Su producción depende de la activación del sistema [NADPH](#) oxidasa. Las principales especies producidas intracelularmente son: el anión superóxido (O_2^{\sim}), el peróxido de hidrógeno H_2O_2 y el radical hidroxilo ($*OH$).
- El anión superóxido, puede combinarse con el óxido nítrico, para formar [especies reactivas del nitrógeno](#). Estas sustancias atacan todos los materiales biológicos : ADN, proteínas, lípidos...; bien arrancando electrones, arrancando átomos de hidrógeno, o adicionándose sobre los enlaces dobles: que reaccionan como potentes oxidantes.
- La consecuencia es, por tanto, la alteración y la posterior pérdida de función de las moléculas afectadas.
- La liberación extracelular de estas potentes sustancias a bajas concentraciones, activan: quimioquinas, citoquinas y moléculas de adhesión leucocitaria endotelial, amplificando la respuesta inflamatoria.
- Están implicados en las siguientes respuestas inflamatorias:
 - Daño de las células endoteliales, que consecuentemente produce un aumento de la permeabilidad vascular; cuando los PMN se adhieren al endotelio, si se activan, pueden no solo liberar estos productos, sino inducir la producción de ERO en el endotelio;
 - Daño a otras células, como glóbulos rojos o células del parénquima;
 - Inactivación de antiproteasas, como la [\$\alpha\$ 1-antitripsina](#), lo cual provoca un incremento de la destrucción tisular; esto ocurre, por ejemplo, en el [enfisema pulmonar](#);
- El plasma, los fluidos tisulares y las células poseen mecanismos antioxidantes para protegerse de los radicales libres de oxígeno.
- Entre estos se encuentran:
 - La enzima [superóxido dismutasa](#), que convierte el anión superóxido, en peróxido de hidrógeno;
 - La enzima [catalasa](#), que detoxifica el peróxido de hidrógeno;
 - La [glutación peroxidasa](#), otro potente detoxificador del H_2O_2 ;
 - El [ácido úrico](#),⁵ un potente antioxidante presente en el plasma, en una concentración mucho mayor que el ascorbato (vitamina C);
 - La proteína [ceruloplasmina](#), la principal transportadora de [cobre](#) en el suero;
 - La fracción plasmática libre de hierro de la proteína: [transferrina](#).
- Además existen compuestos de origen alimentario, con capacidad antioxidante, que también intervienen en la neutralización de ERO:
 - El α -tocoferol ([vitamina E](#)), liposoluble, con capacidad de protección de las membranas celulares;
 - Los [carotenoides](#) (como el β -caroteno) y los [polifenoles](#) (como el [ácido cafeico](#) y la [quercetina](#));

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- El ascorbato ([vitamina C](#)), hidrosoluble, capaz de regenerar los demás antioxidantes, como el glutatión o el α -tocoferol.
- Por ello, el efecto negativo de los ERO (ESPECIE REACTIVA DE OXÍGENO), se observa si se produce un desequilibrio debido a una producción exagerada de estas sustancias, o por una disminución de los sistemas de defensa, enzimáticos y no enzimáticos.

-29.3.4.7)- Constituyentes de los Lisosomas de los Leucocitos.

- Los [neutrófilos](#) y los [monocitos](#) contienen gránulos lisosomiales necesarios para la digestión de los materiales fagocitados.
- Si estos compuestos se vierten al exterior, pueden amplificar la respuesta inflamatoria, ya que tienen un efecto destructor sobre los tejidos : [elastasas](#), [colagenasas](#), [proteasas](#)....
- Para contrarrestar su efecto, existen antiproteasas en el suero, fundamentalmente la α 1-antitripsina, que es el principal inhibidor de la elastasa. Otra antiproteasa importante es la [\$\alpha\$ 2-macroglobulina](#).

- 29.3.4.8)- Neuropéptidos.

- Los neuropéptidos son sustancias segregadas por los nervios sensoriales y varios tipos de leucocitos, que juegan un papel en la propagación de la respuesta inflamatoria.
- Entre ellos se encuentran la [sustancia P](#) y la [neurocinina A](#), pertenecientes a la familia de los [taquininos](#), y producidos en el [SNC](#) y periférico.
- Los pulmones y el tracto gastrointestinal, son ricos en fibras que contienen sustancia P. Esta, tiene muchas funciones: transmisión de las señales [dolorosas](#); regulación de la presión sanguínea; estimulación de la secreción de las células endocrinas; y aumento de la permeabilidad vascular.

- 29.3.4.9)- Mediadores Derivados de Proteínas Plasmáticas.

- Una gran variedad de fenómenos en la respuesta inflamatoria, están mediados por proteínas plasmáticas, que pertenecen a tres sistemas interrelacionados:
 - [El sistema del Complemento](#): Las proteínas de este sistema, están presentes en el plasma en forma inactiva, y cuando se activan, se convierten en enzimas proteolíticas, que degradan otras proteínas del complemento, formando una cascada; los elementos que participan en el proceso inflamatorio son C3a, C5a y en menor medida C4a, denominadas *anafilotoxinas*, que estimulan la liberación de histamina por los mastocitos, y por lo tanto producen vasodilatación; C5a además tiene capacidad quimiotáctica y activa la lipooxigenasa, generando leucotrienos;
 - La [Coagulación](#): la inflamación aumenta la producción de algunos factores de la coagulación y convierte al endotelio en trombogénico; en contrapartida, la [trombina](#) promueve la inflamación, mediante la activación de receptores denominados PAR (*protease-activated receptors*), que activan diferentes respuestas: movilización de selectina-P, producción de quimioquinas y citoquinas, expresión de receptores para integrinas en el endotelio, inducción de la COX-2 y producción de prostaglandinas, producción de NO y PAF, y cambios en la forma endotelial.
 - Como la coagulación y la inflamación, pueden iniciar un círculo vicioso de amplificación, la interferencia con la coagulación, puede ser una estrategia terapéutica, en algunas patologías para reducir la inflamación;
 - Las [Quininas](#) : Son péptidos vasoactivos derivados de proteínas plasmáticas, denominadas quininógenos, por la acción de enzimas específicas, denominadas [caliceínas](#); el sistema de quininas está íntimamente ligado a la coagulación: la forma

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

activa del factor XII, FXIIa, convierte la precalicreína del plasma en calicreína, que corta una proteína del plasma de alto peso molecular para generar [bradiquinina](#).

- La bradiquinina aumenta la permeabilidad vascular y causa contracción del músculo liso, dilatación de los vasos y dolor, efectos similares a los de la histamina.

-Por otro lado, la calicreína tiene efecto quimiotáctico, convierte C5 del sistema del complemento en C5a (también quimiotáctico), y convierte el plasminógeno en plasmina para degradar el coágulo secundario.

- De estos tres sistemas, probablemente los mediadores de la inflamación más importantes in vivo, son bradiquinina, C3a, C5a, y trombina.

- Papel de los Mediadores en las Diferentes Reacciones de la Inflamación :

Papel en la inflamación:	Mediadores :
- Vasodilatación	<ul style="list-style-type: none">• Prostaglandinas• Óxido nítrico• Histamina
-Aumento de la permeabilidad vascular	<ul style="list-style-type: none">• Histamina y Serotonina• C3a y C5a (mediado por vasoaminas)• Bradiquinina• Leucotrienos C4, D4, E4• Factor activador de las plaquetas (PAF)• Sustancia P
- Quimiotaxis , reclutamiento de leucocitos y activación	<ul style="list-style-type: none">• TNF, IL-1• Quimioquinas• C3a, C5a• Leucotrieno B4• Productos bacterianos, como péptidos N-formilmetil
- Fiebre	<ul style="list-style-type: none">• TNF, IL-1• Prostaglandinas
- Dolor	<ul style="list-style-type: none">• Prostaglandinas• Bradiquinina• Sustancia P
-Daño tisular	<ul style="list-style-type: none">• Enzimas lisosomiales de los leucocitos• Especies reactivas del oxígeno• Óxido nítrico

- 29.3.5)- Efectos Generales de la Inflamación.

- Las citoquinas IL-1 y TNF- α ,producidas por los macrófagos funcionan como "hormonas" de la inflamación, y actúan sobre el conjunto del organismo, para movilizar todos los recursos disponibles, para luchar contra el agente infeccioso.

-En particular, su acción sobre el centro de la [fiebre](#), permite elevar la temperatura, lo que

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

compromete la supervivencia bacteriana. Su acción sobre el hígado, permite aumentar la síntesis de las [proteínas de fase aguda](#), que son también antibacterianas : [sistema del complemento](#), [proteína C reactiva](#).

- La movilización de los PMN(LEUCOCITOS POLIMORFONUCLEARES), a partir de la médula ósea y su activación, son efectos decisivos, así como la activación de los fibroblastos durante la fase reparadora.

- 29.3.6)- Detención de la Respuesta Inflamatoria Aguda.

- Puesto que este potente proceso de defensa, puede producir daños importantes en los tejidos del huésped, es importante mantenerlo bajo un estricto control.

- En parte, la inflamación desaparece simplemente, porque los mediadores se producen en estallidos rápidos, solo mientras persiste el estímulo, tienen vidas medias cortas, y son degradados tras su liberación.

- Los neutrófilos también tienen una vida media corta, y mueren por apoptosis unas pocas horas después de dejar la sangre. Además, durante el desarrollo del proceso inflamatorio, se disparan una serie de señales de STOP, que sirven para terminar la reacción de forma activa:⁴

- Cambio en el tipo de metabolitos producidos a partir del [ácido araquidónico](#), cambiando los leucotrienos pro-inflamatorios, por las lipoxinas antiinflamatorias;
- Los macrófagos y otras células, liberan citoquinas antiinflamatorias, como [TGF-β](#) e [IL-10](#);
- Producción de mediadores lipídicos antiinflamatorios , como: [resolvinas](#) y [protectinas](#), derivados de [ácidos grasos poliinsaturados](#);
- Generación de impulsos nerviosos : [descargas colinérgicas](#), que inhiben la producción de TFN (Factores de Transcripción) por los macrófagos.

- 29.4)- Inflamación Crónica.

- Cuando la inflamación se mantiene durante un tiempo prolongado : semanas o meses, se habla de inflamación crónica, en la que coexisten el daño tisular y los intentos de reparación, en diversas combinaciones.⁴ .

- Puede producirse por mantenimiento de la inflamación aguda : si no se resuelve la causa, o bien empezar de manera progresiva y poco evidente, sin las manifestaciones de la inflamación aguda.

- Este segundo caso, es el responsable del daño tisular de algunas de las enfermedades humanas más invalidantes, como: la [artritis reumatoide](#); la [aterosclerosis](#); la [tuberculosis](#); o la [fibrosis pulmonar](#). Además, es importante en el desarrollo del [cáncer](#) y en enfermedades que anteriormente se consideraban exclusivamente degenerativas, como el [Alzheimer](#).

-En caso de no resolución, se drenan también las bacterias, y se extiende la infección por vía [linfática](#): linfangitis : inflamación de los [vasos linfáticos](#); y linfadenitis : inflamación de los [ganglios linfáticos](#).

-29.4.1)- Causas.

- Entre las causas de la inflamación crónica se pueden distinguir:

- 29.4.1.1)- Infecciones Persistentes.

- En el caso de microbios difíciles de erradicar, como [micobacterias](#), ciertos hongos, virus y parásitos; que pueden dar lugar a la formación de [granulomas](#).

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

- 29.4.1.2)- Enfermedades Mediadas por el Sistema Inmune.

- En algunas enfermedades en las que la [respuesta inmunitaria](#), se produce de manera exagerada o inapropiada, en relación al agente desencadenante; la inflamación crónica juega un papel importante en el aspecto patológico de las mismas.

-En estos casos, como la respuesta inmune está sobredimensionada, no produce beneficio, sino daño. Por ejemplo:

- En las enfermedades [autoinmunes](#), el sistema inmune de un individuo produce anticuerpos contra sus propios tejidos, provocando una reacción inmune continua, que resulta en inflamación crónica y daño de los tejidos; es el caso de la [artritis reumatoide](#) y la [esclerosis múltiple](#);
- En otros casos, se produce una respuesta inmune exagerada frente a microbios, como en la [enfermedad de Crohn](#), en la que se produce una reacción frente a las bacterias intestinales;
- En las reacciones [alérgicas](#), se produce una respuesta desproporcionada a agentes ambientales comunes, como en el [asma](#) bronquial.

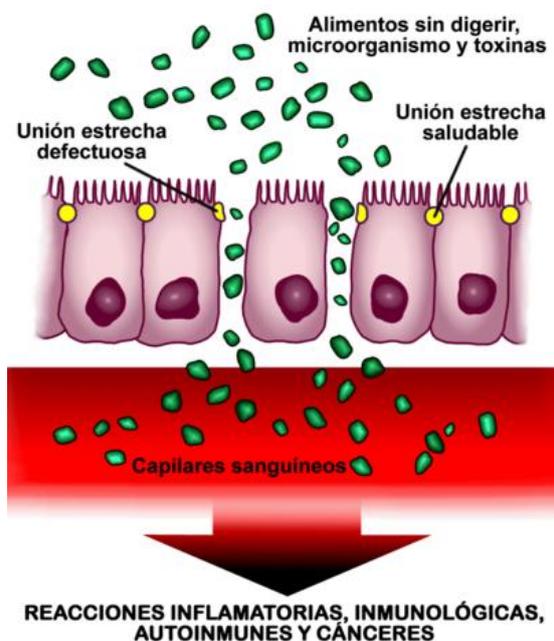
- En este tipo de enfermedades, se suelen producir brotes repetidos de inflamación, por lo que se pueden observar características mixtas de la inflamación aguda y crónica.

- 29.4.1.3)- Exposición Prolongada a Agentes Tóxicos.

-Dichos agentes pueden ser:

- Exógenos, como el polvo de [sílice](#), un material inerte y no degradable, que inhalado por periodos prolongados, puede producir la enfermedad inflamatoria de los pulmones, conocida como [silicosis](#);
- Endógenos: la acumulación de lípidos endógenos tóxicos : Véase también [LDL](#): LIPOPROTEÍNAS DE BAJA DENSIDAD , que en los vasos sanguíneos produce una inflamación crónica de los mismos, causando [aterosclerosis](#).

- 29.4.1.4)- Teorías Nuevas: Permeabilidad Intestinal Aumentada.



- Esquema de la pared del intestino con [permeabilidad aumentada](#). Los dos factores más potentes que la provocan son ciertas [bacterias](#) intestinales y la [gliadina](#)⁶ : principal fracción tóxica del [gluten](#), independientemente de la predisposición genética, es decir, tanto en

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[celíacos](#) como en no celíacos.⁷⁸ . Esto permite el paso sin control de sustancias al torrente sanguíneo, con el consiguiente posible desarrollo de enfermedades inflamatorias: [autoinmunes](#); [infecciones](#); [alergias](#); o [cánceres](#), tanto intestinales como en otros [órganos](#).⁶

-La alteración de la [permeabilidad intestinal](#), está implicada en el desarrollo de un creciente número de enfermedades, entre ellas ciertas enfermedades inflamatorias, en las que el aumento de la permeabilidad intestinal, permite el paso de [antígenos](#), desde el intestino a la sangre, produciendo una respuesta [inmune](#), que puede dirigirse contra cualquier [órgano](#) o [tejido](#).⁶

- El [epitelio](#) intestinal es la superficie [mucosa](#), más grande del organismo, e interactúa con el entorno.

-Cuando la mucosa intestinal está sana, con la permeabilidad intacta, constituye la principal barrera, para evitar el paso de macromoléculas : nutrientes incompletamente digeridos, toxinas, y ciertas bacterias intestinales.

- Cuando la permeabilidad intestinal está dañada : aumentada, la barrera intestinal pierde su función protectora, y pasan al torrente sanguíneo, moléculas que no deberían pasar, provocando la aparición de reacciones inmunitarias.

- En la mayoría de los casos, el aumento de la permeabilidad intestinal, aparece antes que la enfermedad, y provoca una anomalía en la exposición al antígeno, que desencadena el proceso inflamatorio. Esto implica que la respuesta inflamatoria, puede ser en teoría detenida, y posiblemente invertida, si se elimina el desencadenante o desencadenantes ambientales.⁶

-Los dos factores más potentes, que provocan aumento de la permeabilidad intestinal, son ciertas [bacterias](#) intestinales y la [gliadina](#) : principal fracción tóxica del [gluten](#),⁶ ; independientemente de la predisposición genética, es decir, tanto en [celíacos](#), como en no celíacos.⁷⁸

- Otras posibles causas son la prematuridad, la exposición a la [radiación](#), y la [quimioterapia](#).⁶

- 29.4.2)- Características.

- Mientras que la inflamación aguda, se caracteriza por la aparición de cambios vasculares, edema e infiltración de neutrófilos, la inflamación crónica, presenta las siguientes características distintivas:

- Infiltración con células mononucleares: macrófagos, [linfocitos](#) y [células plasmáticas](#);
- Destrucción de tejidos, debido a la persistencia del agente o de las células inflamatorias;
- Intentos de reconstrucción, reemplazando el tejido dañado con [tejido conectivo](#), con proliferación de vasos ([angiogénesis](#)) y, sobre todo, [fibrosis](#).

- Además de los infiltrados celulares, en la inflamación crónica, es muy importante el crecimiento de vasos sanguíneos : [angiogénesis](#) y linfáticos, estimulado por [factores de crecimiento](#), como [VEGF](#), (FACTOR DE CRECIMIENTO ENDOTELIAL VASCULAR), producidos por macrófagos y células endoteliales.

- 29.4.3)- Células Implicadas en la Inflamación Crónica.

- 29.4.3.1)- Macrófagos.

- Los [macrófagos](#) son el tipo celular dominante en la inflamación crónica. Son uno de los componentes del [sistema fagocítico mononuclear](#), también denominado Sistema Retículo-endotelial, que está formado por células originadas en la [médula ósea](#).

- Los macrófagos son células residentes en los tejidos, que se originan a partir de los

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

[monocitos](#) del plasma. Sin embargo, mientras que los monocitos tienen una vida media corta (1 día), los macrófagos tisulares sobreviven durante meses o años.

- Según el tejido en el que se encuentran, los macrófagos tisulares reciben nombres diferentes: por ejemplo: los [histiocitos](#) del [tejido conjuntivo](#); las [células de Kupffer](#) del [hígado](#); las [células de Langerhans](#) de la [epidermis](#); los [osteoclastos](#) del [tejido óseo](#); la [microglía](#) del SNC; o los macrófagos alveolares del [pulmón](#).

- Los macrófagos tisulares son células centinela, conjuntamente con los mastocitos, ya que presentan receptores específicos, capaces de detectar agentes infecciosos, como los [receptores de tipo Toll](#).

- La unión de estos receptores a sus ligandos, produce la activación de los macrófagos, proceso que puede inducirse además por la presencia de [citoquinas](#), como el [interferón-γ](#) (IFN-γ), una molécula segregada por los [linfocitos T](#) activados, y por las [células NK](#).

- Los productos de los macrófagos activados, eliminan microbios e inician el proceso de reparación tisular, y son los responsables de la mayor parte de los daños tisulares en la inflamación crónica.

- Entre estos productos, podemos destacar las [especies reactivas del oxígeno](#) (ERO), y del [nitrógeno](#), así como: las [enzimas lisosomales](#); [citoquinas](#); [factores de crecimiento](#); y otros [mediadores de la inflamación](#).

- Algunos de estos productos, como los radicales libres, son tóxicos y destruyen tanto los microbios como los tejidos; otros atraen otros tipos celulares, o inducen la producción de colágeno por parte de los [fibroblastos](#) o la [angiogénesis](#).

- De hecho, podrían existir dos poblaciones diferentes de macrófagos activados, en función del tipo de activación que hayan sufrido:

- Activación por microbios o IFN-γ: producción de sustancias inflamatorias, dañinas para los tejidos : ROS y RNS; [proteasas](#); citoquinas; factores de [coagulación](#); y metabolitos del [ácido araquidónico](#);
- Activación por [IL-4](#) y otras citoquinas: producción de sustancias mediadoras de la reparación tisular : factores de crecimiento; citoquinas fibrogénicas; factores angiogénicos como [FGF](#)....

- La artillería destructiva a disposición de los macrófagos, les convierte en unos eficaces combatientes en la lucha contra la invasión por agentes patógenos, pero se convierte en un arma temible de doble filo, cuando se dirige hacia los propios tejidos.

- En la inflamación crónica, ya que a diferencia de la inflamación aguda, en la que los macrófagos desaparecen, cuando se elimina la causa : mueren o entran en las vías linfáticas, en la inflamación crónica: los macrófagos se acumulan, aumentando los daños colaterales. Por ello, la destrucción de tejidos es un elemento característico de la inflamación.

- 29.4.3.2)- Linfocitos.

- Los linfocitos son células que se movilizan en la [respuesta específica](#) del Sistema Inmune, activándose con el objetivo de producir [anticuerpos](#) y células capaces de identificar y destruir el microbio patógeno.

- Los macrófagos segregan citoquinas : sobre todo [TNF](#) e [IL-1](#), y [quimioquinas](#) capaces de reclutar leucocitos a partir de la sangre, y movilizarlos hacia la zona afectada.

- Las interacciones entre linfocitos y macrófagos, son bidireccionales, ya que los macrófagos reclutan y activan linfocitos, y estos a su vez segregan citoquinas : sobre todo IFN-γ, con una

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

potente capacidad de activar macrófagos. De manera que una vez que los linfocitos entran en acción, la inflamación tiende a agravarse, convirtiéndose en crónica y severa.

- 29.4.3.3)- Células Plasmáticas.

- Las [células plasmáticas](#): Se diferencian a partir de los linfocitos B activados. Su función consiste en la producción de grandes cantidades de anticuerpos, dirigidos contra el microbio patógeno,, o en ocasiones contra antígenos endógenos : en las enfermedades [autoinmunes](#)). En algunos pacientes con inflamación crónica (como la [artritis reumatoide](#)), las células plasmáticas, linfocitos y células presentadoras de antígenos se acumulan en nódulos similares a los [ganglios linfáticos](#), que contienen incluso centros germinales bien definidos. Estos nódulos se denominan *órganos linfoides terciarios*.

-Una enfermedad autoinmune, también enfermedad autoinmunitaria, es una [enfermedad](#) causada por el [sistema inmunitario](#), que ataca las [células](#) del propio organismo. En este caso, el sistema inmunitario se convierte en el agresor y ataca y destruye a los propios órganos y tejidos corporales sanos, en vez de protegerlos. Existe una [respuesta inmunitaria](#) exagerada contra sustancias y [tejidos](#) que normalmente están presentes en el cuerpo.¹

- Se han identificado más de 80 enfermedades autoinmunes.² Las más comunes son la [enfermedad celíaca](#), la [diabetes tipo 1](#), la [artritis reumatoide](#), el [lupus eritematoso sistémico](#) y la [esclerosis múltiple](#).²

-En algunos pacientes con inflamación crónica (como la [artritis reumatoide](#)), las células plasmáticas, linfocitos y células presentadoras de antígenos se acumulan en nódulos similares a los [ganglios linfáticos](#), que contienen incluso centros germinales bien definidos. - Estos nódulos se denominan *órganos linfoides terciarios*.

- 29.4.3.4)- Eosinófilos.

-Los [eosinófilos](#) son abundantes en reacciones inflamatorias, mediadas por [IgE](#) y en infecciones por [parásitos](#). Estos leucocitos tienen gránulos, que contienen la [proteína básica principal](#), una proteína catiónica muy básica, que es tóxica tanto para los parásitos, como para los tejidos. Tienen por ello un papel importante en la destrucción de tejidos, en reacciones inmunes, como las alergias.

- 29.4.3.5)- Mastocitos.

- Los [mastocitos](#), como los macrófagos, son células centinelas ampliamente distribuidas por los tejidos, que reaccionan al estrés físico : calor, frío, presión, y participan tanto en la inflamación aguda como en la crónica. En sus membranas tienen receptores para IgE, que en reacciones de hipersensibilidad inmediata, estimulan la degranulación, liberando mediadores como [histamina](#) y [prostaglandinas](#). Este tipo de reacción ocurre en las reacciones alérgicas, pudiendo llegar a producir un [choque anafiláctico](#). En la inflamación crónica, como presentan una gran variedad de mediadores, pueden promover o limitar la inflamación, en función de las circunstancias.

- 29.4.3.6)- Neutrófilos.

-Aunque los [neutrófilos](#) (PMN), son característicos de la inflamación aguda, en muchos casos de inflamación crónica, puede detectarse la presencia de PMN durante meses, bien debido a la persistencia de la infección, o de mediadores producidos por los linfocitos. Esto ocurre por

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

ejemplo en la [osteomielitis](#) : Infección Bacteriana Crónica del Hueso o en el daño crónico de los pulmones, inducido por el humo del tabaco y otros irritantes.

- 29.4.4)- Inflamación Granulomatosa.

- Es un patrón característico de inflamación crónica, que solo se encuentra en algunos casos bien definidos de inflamación crónica. Un granuloma es un intento celular de aislar un cuerpo extraño, que no puede ser fagocitado. Normalmente se produce una fuerte activación de linfocitos T, que induce a su vez la activación intensa de los macrófagos. Como resultado de esta activación, se producen los granulomas, que son focos de inflamación crónica, en los que el agente patógeno está en el centro, rodeado por macrófagos, transformados en células pseudo-epiteliales, rodeados por leucocitos mononucleares, sobre todo linfocitos y en ocasiones células plasmáticas.

- El prototipo de enfermedad granulomatosa es la [tuberculosis](#), pero los granulomas pueden identificarse en otras enfermedades, como la: [sífilis](#), [vasculitis](#), [sarcoidosis](#), [lepra](#) o la [enfermedad de Crohn](#). Se pueden detectar dos tipos fundamentales de granulomas:

- Por cuerpo extraño: generados por materiales externos relativamente inertes, como el [talco](#) (asociado con el abuso intravenoso de drogas), suturas u otros materiales que no se fagocitan fácilmente; frecuentemente debido al uso de [prótesis](#), material quirúrgico, sílice, berilio...
- Inmunitario: inducido por una variedad de agentes capaces de inducir una respuesta inmune mediada por células, cuando el agente patógeno es difícilmente degradable.

-El granuloma puede ir asociado a:

- Necrosis.
 - Caseosa: producida por micobacterias.
 - Abscesificada: en la [enfermedad por arañazo de gato](#), infecciones por [bartonella](#)...
- Fibrosis: que limita perfectamente el granuloma como ocurre en la [sarcoidosis](#).
- Linfocitos y células plasmáticas: rodeándolo.
- Otros granulomas: no individuales, sino fusionados (tuberculosis o brucelosis).

- Cuando existe mucha fibrosis se diferencia perfectamente el granuloma y se denomina [sarcoidosis](#): enfermedad que afecta principalmente al pulmón, ganglios linfáticos, piel, conjuntiva, riñón...

- Otras veces se puede formar un espacio con gas; también pueden aparecer cristales de ácido úrico, que se depositan formando el granuloma (gota). Y en la tuberculosis el granuloma se caracteriza por necrosis caseosa central sin inclusiones y sin fibrosis, lo que lo diferencia de la [sarcoidosis](#).

- Sin embargo, hay tantas presentaciones atípicas de granulomas, que siempre es necesario identificar el agente patógeno por otros métodos: tinciones específicas, cultivos celulares, técnicas moleculares (como la técnica de Reacción en cadena de la polimerasa o [PCR](#)) o estudios serológicos.

- 29.5)- Véase También.

- [Antiinflamatorio](#);
- [Antiinflamatorio no esteroideo](#);
- [Tumor](#);

- 29.6)- Referencias.

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -

1. [↑](#) Abbas, A.B.; Lichtman A.H. (2009). «Ch.2 Innate Immunity». *Basic Immunology. Functions and disorders of the immune system* (3rd edición). Saunders (Elsevier). ISBN 978-1-4160-4688-2.
2. [↑](#) Goldsby Richard, *Inmunología*, 5.ª edición, Editorial Mc Graw Hill, Capítulo I pág. 7.
3. [↑](#) Cohnheim, Julius. *Ueber Entzündung und Eiterung*. 1867
4. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b ^c ^d ^e ^f ^g Kumar, MBBS, MD, FRCPath, V.; Abul K. Abbas, MBBS, Nelson Fausto, MD and Jon Aster, MD (2009). «Ch.2 Acute and chronic inflammation». En Saunders (Elsevier). *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease* (8th edición). ISBN 978-1-4160-3121-5.
5. [↑](#) Ames, B.N.; Cathcart, R.; Schwiers, E.; Hochstein, P. (1981), «[Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant- and radical-caused aging and cancer: a hypothesis](#)», *Proc Natl Acad Sci USA* 78: 6858-6862, consultado el 26 de enero de 2010
6. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b ^c ^d ^e ^f Fasano, A (2011 Jan). «[Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer](#)». *Physiol Rev* 91 (1): 151-75. PMID 21248165. doi:10.1152/physrev.00003.2008. Archivado desde [el original](#) el 26 de agosto de 2015.
7. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b Hollon, J; Puppa, EL; Greenwald, B; Goldberg, E; Guerrerio, A; Fasano, A (2015 Feb 27). «[Effect of gliadin on permeability of intestinal biopsy explants from celiac disease patients and patients with non-celiac gluten sensitivity](#)». *Nutrients* 7 (3): 1565-76. PMID 25734566. doi:10.3390/nu7031565.
8. [↑](#) [Saltar a:](#) ^a ^b Fasano, A (2012 Oct). «[Intestinal permeability and its regulation by zonulin: diagnostic and therapeutic implications](#)». *Clin Gastroenterol Hepatol* 10 (10): 1096-100. PMC 3458511. PMID 22902773. doi:10.1016/j.cgh.2012.08.012.

- 29.7)- Bibliografía.

- VER: Los 130 LIBROS Publicados del Prof. Dr. Enrique Barmaimon: -  [Biblioteca Virtual en Salud](#) (BVS)- (S.M.U.)- www.bvssmu@org.uy [libros], [barmaimon]).(OR).(buscar);(Elegir libro entre 130 : texto completo); y (esperar tiempo necesario que abra. EN: -LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR: TOMO I- Cap. 1.5; Pag.52.

- 29.8)- Enlaces Externos.

[Control de autoridades](#)

- [Proyectos Wikimedia](#)
-  Datos: [Q101991](#)
-  Multimedia: [Inflammations](#)

- [Identificadores](#)
- [GND: 4014975-4](#)
- [NDL: 00562014](#)

- LIBROS SOBRE MEDICINA NUCLEAR- PROFESOR DR. ENRIQUE BARMAIMON- 6 TOMOS- AÑO 2019.9- TOMO II -



- Diccionarios y enciclopedias
- [Britannica: url](#)
- Identificadores médicos
- [MeSH: D007249](#)

-  Datos:[Q101991](#)
-  Multimedia:[Inflammations](#)

``

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Inflamación&oldid=118020531>»

Categorías:

- [Anatomía patológica](#);
- [Signos clínicos](#);
- [Inflamaciones](#);
- [Sistema inmunitario](#);
- [Términos médicos](#);
- Esta página se editó por última vez el 18 agosto 2019 a las 06:56.

0 0 0 0 0 0 0 0.