



UCSF
Universidad Católica
de Santa Fe

Farmacia



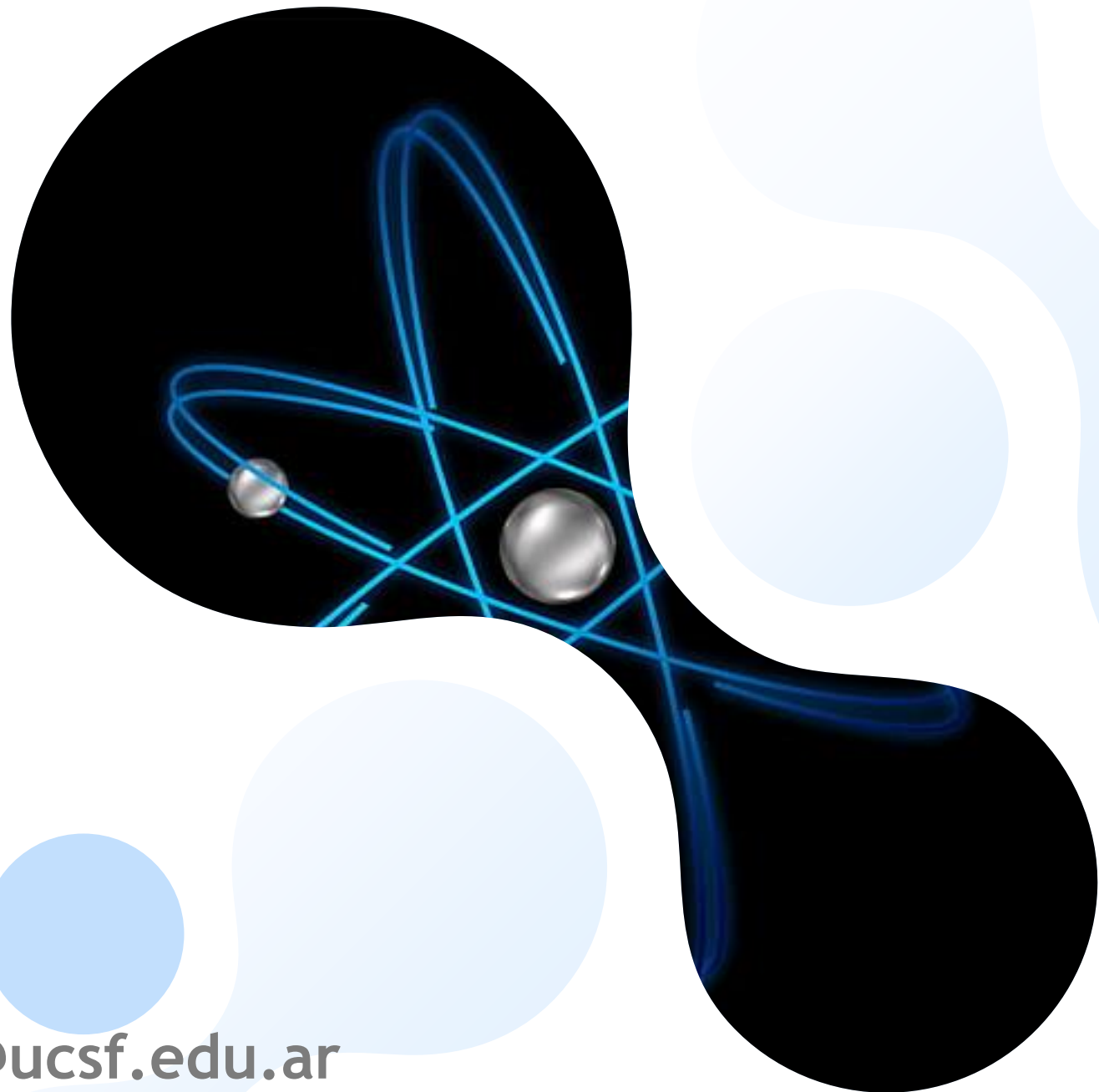
Facultad de Ciencias de la Salud

Química General

Cristhian Andrés
Fonseca B.



cristhian.fonsecabenitez@ucsf.edu.ar





Bioinorgánica

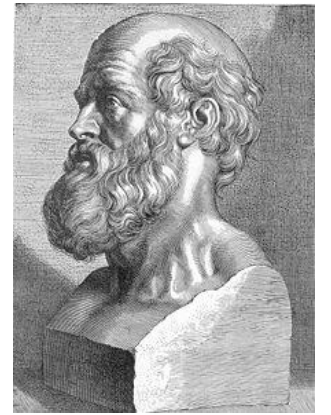
II





Química de la vida








Hacia el 400 a.C. intenta explicar el comportamiento de las personas a través de la influencia de los 4 elementos.



Hipócrates



Quinto elemento:
Éter. Completa los espacios vacíos y le da la fuerza vital a la materia (Dios)

 Frío/Sequedad	 Bilis Negra	Inquieto, Reflexivo, Ansioso, Inestable, Susceptible, Artístico	MELANCÓLICO
 Calidez/Sequedad	 Bilis Amarilla	Perseverante, Activo, Ambicioso, Decidido, Apasionado, Extrovertido	COLÉRICO
 Frío/Humedad	 Flema	Reflexivo, Justo, Tranquilo, Perezoso, Adora la Buena Vida	FLEMÁTICO
 Calidez/Humedad	 Sangre	Alegre, Enérgico, Vigoroso, Apasionado, Optimista, Sociable	SANGUÍNEO



Química de la vida

Los **bioelementos** primarios son los elementos indispensables para formar las biomoléculas orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos); constituyen el 96 % de la materia viva. El resto de los bioelementos ayudan a mantener el equilibrio en la vida cumpliendo funciones específicas (estructurales, de transporte, hormonales, etc.). La falta o exceso de estas sustancias pueden provocar afecciones o enfermedades.



Función	Mineral
Función estructural	Calcio, magnesio, fosfato
Involucrados en la función de membrana	Sodio, potasio
Función como grupos prostéticos en enzimas	Cobalto, cobre, hierro, molibdeno, selenio, cinc
Función reguladora o función en la acción hormonal	Calcio, cromo, yodo, magnesio, manganeso, sodio, potasio
Se sabe que son esenciales, pero se desconoce su función	Silicio, vanadio, níquel, estaño
Tienen efectos en el organismo, pero en esencia no se encuentran establecidos	Fluoruro, litio
Pueden hallarse en alimentos, y se sabe que en cantidades excesivas es tóxico	Aluminio, arsénico, antimonio, boro, bromo, cadmio, cesio, germanio, plomo, mercurio, plata, estroncio



Química de la vida

Elementos traza dietéticos

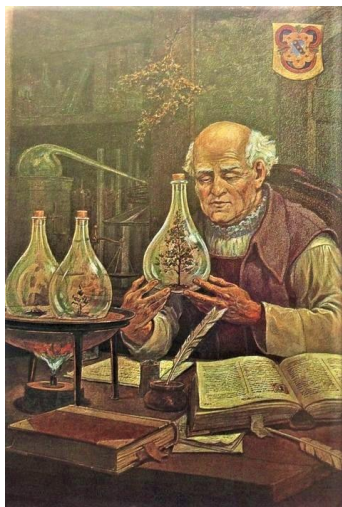
Se sabe que son esenciales	Funciones conocidas o presuntas
hierro	Hemoglobina, metabolismo energético
yodo	Hormonas de la tiroides
zinc	Enzimas, síntesis de proteínas, división celular
cobre	Hemoglobina, huesos, nervios, sistema vascular
selenio	Enzimas, protección contra daños oxidativos
cromo	Acción de la insulina
manganeso	Enzimas, huesos
molibdeno	Enzimas, metabolismo del azufre
flúor	Huesos, dientes

Evidencias considerables de su esencialidad	Funciones conocidas o presuntas
arsénico	Metabolismo de aminoácidos
boro	Metabolismo del calcio, el magnesio y las hormonas
níquel	Se desconoce. Se presume en algunas enzimas
silicio	Huesos y tejido conectivo
Evidencias débiles de su esencialidad	Funciones conocidas o presuntas
bromo	Aún se desconocen
cadmio	Aún se desconocen
plomo	Aún se desconocen
litio	Aún se desconocen
estaño	Aún se desconocen
vanadio	Aún se desconocen



Química de la vida

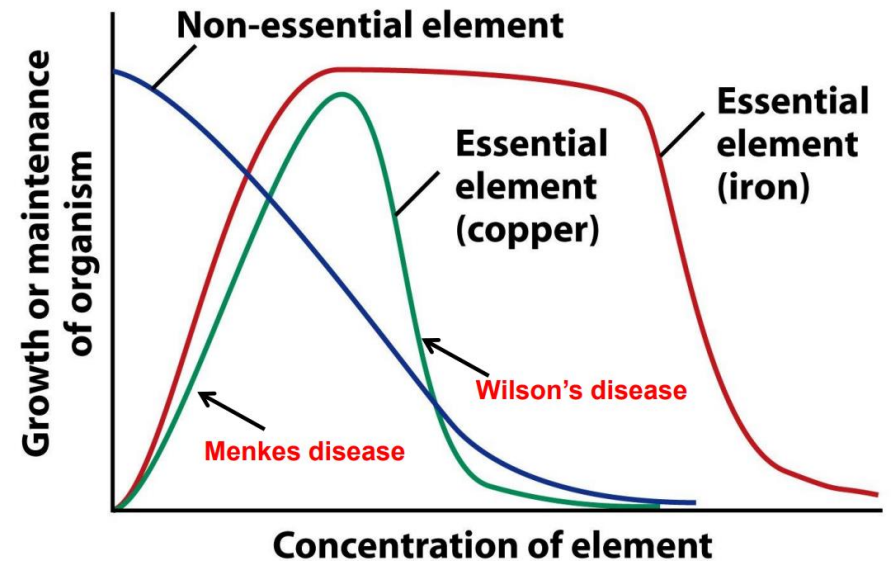
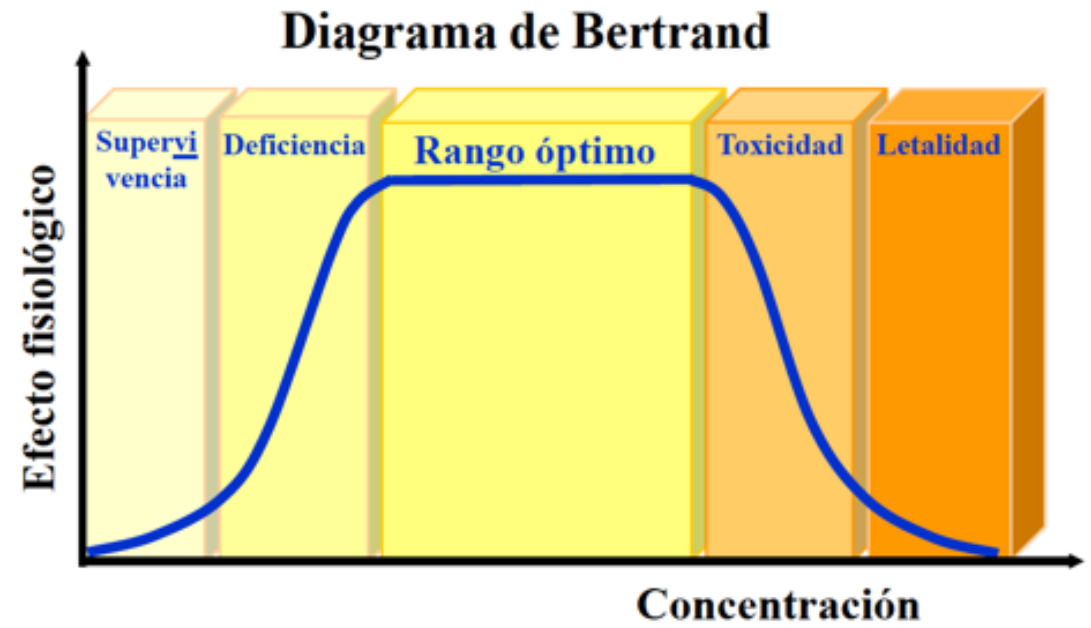
El **diagrama de Bertrand** indica el efecto de la dosis de un elemento esencial sobre la respuesta fisiológica. Este puede ser construido para diferentes elementos o para un mismo elemento que forma parte de distintos compuestos. Este diagrama ejemplifica las diferentes etapas en donde la concentración del elemento pasa de deficiente a excesiva ocasionando una respuesta de toxicidad o letalidad.



latroquímica: *“Todo es veneno y nada es veneno, sólo depende de la dosis”*

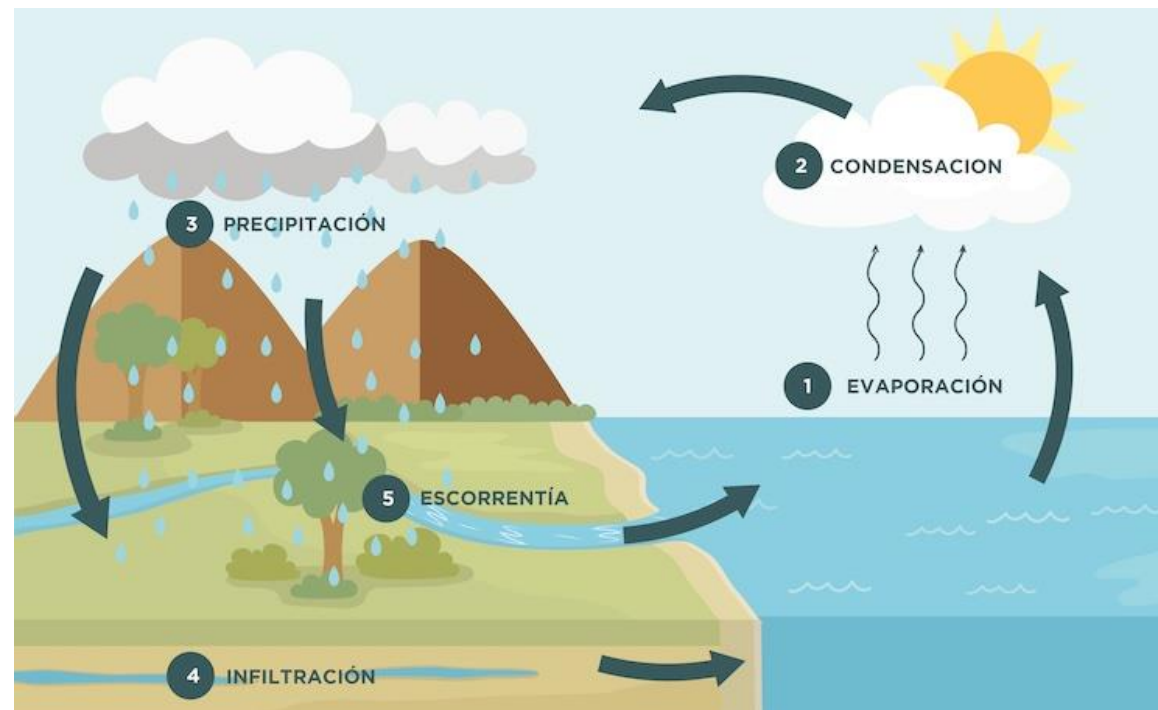
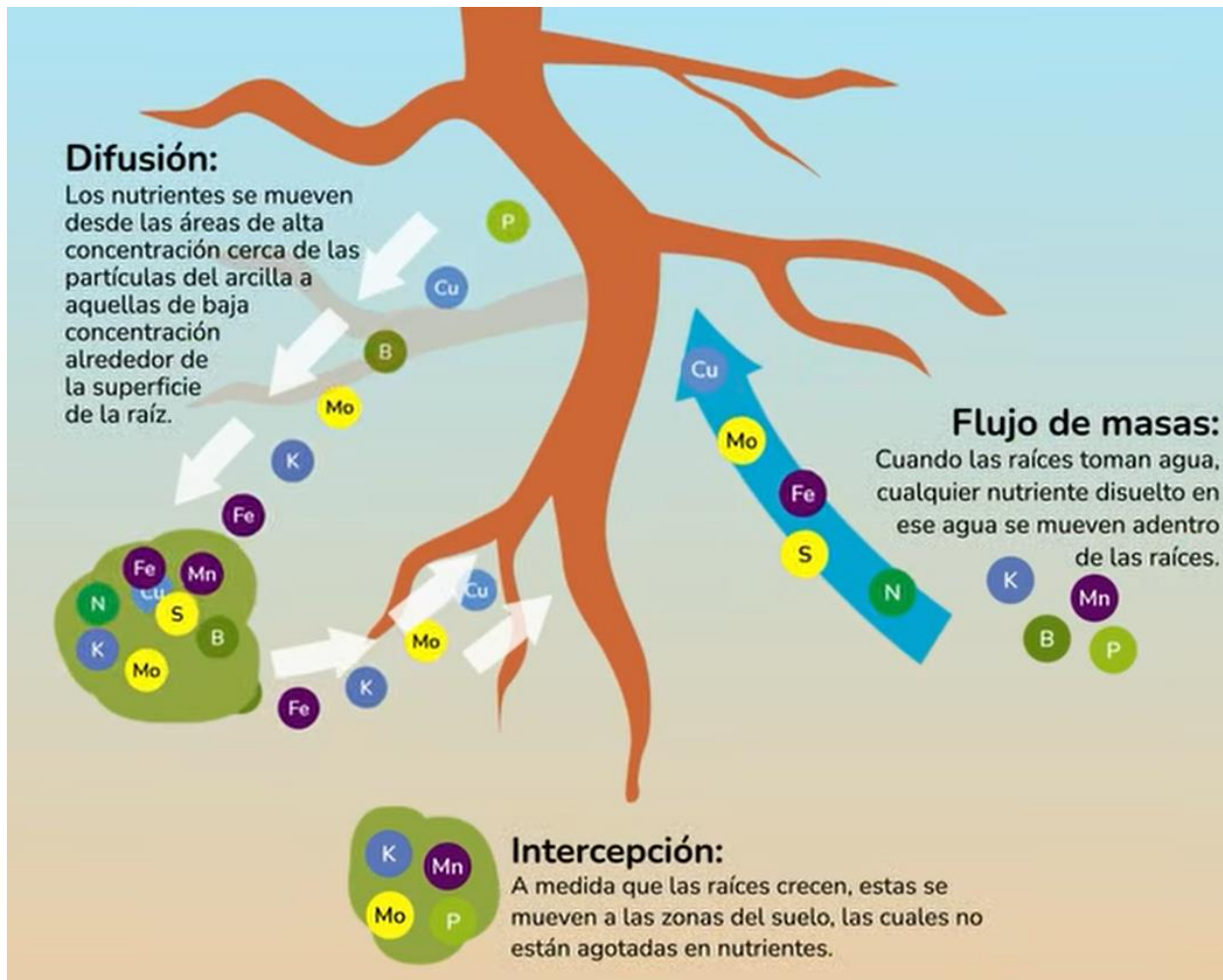
Principio de la Toxicología

Paracelso.





Química de la vida



El agua a lo largo de su ciclo, permea las capas de la tierra removiendo minerales por disolución.

Muchos de esos minerales son esenciales para el ser humano y los demás organismos vivos, por lo que el agua natural se convierte en una buena fuente de minerales. No obstante, si el agua disminuye su pH natural, es capaz de disolver otros metales que pueden ser perjudiciales a la salud, como el caso del cromo, del plomo, el arsénico, entre otros.



Química de la vida

Algunos problemas causados por deficiencia (d) o exceso (e) de **elementos esenciales**:



- anemia: Fe (d), Co (d), Cu (d), Mo (e).
- enfermedades pulmonares: Si (e), Ni (e), Cr (e).
- bocio: I (e y d).
- problemas cardíacos: Co (e).
- convulsiones: Mg (d).
- problemas de crecimiento: Si, V, Zn, As, Mo y Mn (d).





Química de la vida

Algunos elementos **tóxicos**:

- Al: produce anemia, demencia por reemplazo del Fe(III) y del Mg(II) por Al(III).
- As: veneno poderoso, su deficiencia causa desórdenes de crecimiento y reproductivos.
- As(V) por similitud con P(V) y As(III) afecta las enzimas.
- Be: enfermedades pulmonares por interferir en las funciones del Mg (II).
- Cd: problemas renales serios, Cd(II) reemplaza al Zn(II) en enzimas y al Ca(II) en los huesos.
- Hg: daño en hígado, riñón y cerebro (demencia).
- Pb: anemia por Pb(II), compuestos organometálicos de Pb atacan al sistema nervioso central.
- Se: caída de cabello y uñas, pero componente esencial de la enzima peroxidasa.
- ^{90}Sr : afecta la función ósea, Sr(II) reemplaza al Ca(II).
- Tl: neurotoxina, el Tl(I) reemplaza al K.





Química de la vida

Otras funciones de los iones metálicos

- Compuestos tiolados de oro que se emplean para tratamiento de artritis
- Sales de bismuto en el tratamiento de úlceras
- Compuestos amínicos de platino como fármacos antitumorales
- Técnicas radiofarmacéuticas de imágenes con compuestos de coordinación de tecnecio
- Anticuerpos marcados con metales
- Perborato de sodio como antiséptico
- Li: tratamiento de enfermedades maniaco-depresivas
- ^{99m}Tc : diagnóstico por imágenes
- Pt: droga citotóxica
- Difluoruro de estaño o Acetato de estroncio en la pasta dental
- Sulfato de bario como agente de contraste para rayos X
- Yodo como desinfectante
- Carboxilatos de zirconio como antiperspirantes (antitranspirantes)
- Sales de gadolinio como agentes para imágenes en Resonancia Magnética Nuclear
- Sales de zinc como agentes antifúngicas y antimicrobianos (shampoo)





¿Vino dulce?

La dulce muerte del Imperio Romano

Durante la época romana el vino era transportado en vasijas de barro recubiertas de plomo en su interior. ¿Por qué plomo? Hay quien dice que las antiguas recetas de cocina romanas indicaban que *“el vino debe hervirse a fuego lento en recipientes de plomo, ya que en las vasijas de cobre toma mal sabor”*. El *azúcar de plomo* fue el primer edulcorante artificial de la historia.

Además, los emperadores, senadores y demás acaudalados romanos, disponían de canalizaciones de plomo en sus casas y vajillas realizadas en bronce y recubiertas por finas capas de plomo para neutralizar el efecto venenoso del cardenillo (carbonato de cobre).





Plomo cotidiano

Lo que las antiguas recetas romanas no decían es que una ingesta habitual de vino en contacto con el plomo producía un progresivo envenenamiento llamado ‘**saturnismo**’ (los antiguos alquimistas llamaban ‘Saturno’ al plomo en referencia al Dios griego que representaban como desequilibrado y agresivo).

El saturnismo genera anemia, debido a que el plomo en la sangre bloquea la síntesis de hemoglobina y altera el transporte de oxígeno a la sangre y hacia los demás órganos del cuerpo. Se cree que estas reacciones son provocadas tras la sustitución de los metales como el calcio, el hierro y el zinc por plomo dentro de las enzimas; las diferencias en las propiedades químicas provocan que no cumplan debidamente las funciones enzimáticas. También produce alucinaciones, demencia y osteoporosis.

Otras fuentes de contaminación por plomo son algunas pinturas y pigmentos, tuberías antiguas, baterías de autos, combustibles con plomo.

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2024/02/plomo-todo-necesitas-saber-peligros-salud>



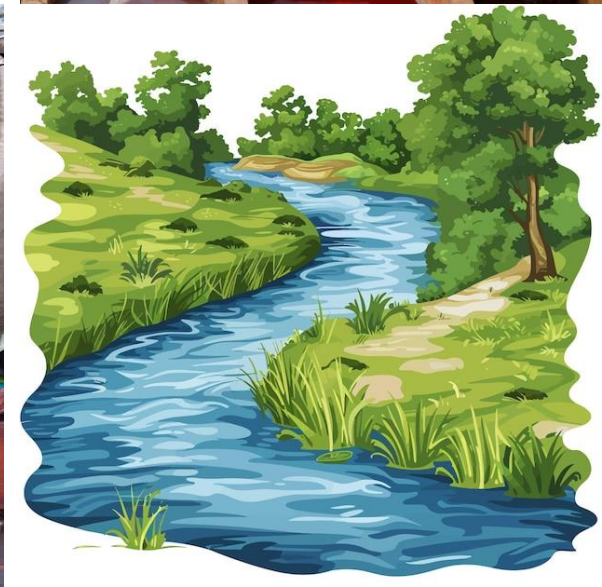


Cueros de colores

El proceso de curtiembre busca la preservación de las pieles de los animales mediante tratamiento químico para hacerlas inmunes al ataque bacteriano, y tratamientos subsiguientes con mantecas y grasas para hacerlas flexibles.

Durante el proceso, se emplean sales de cromo en medio ácido para transformar la piel en cuero eliminando la mayor parte de la humedad.

Las descargas de agua de lavado de los cueros contienen una alta concentración de Cr^{3+} y Cr^{6+} que son perjudiciales para la salud. Estas descargas pueden llegar a fuentes de agua que surten ciudades enteras ocasionando graves problemas de salud pública.





Intoxicación por Cr

El Cromo (III) es un oligoelemento, que se encuentra presente en el organismo, indispensable en el metabolismo de la glucosa, colesterol, ácidos grasos, e involucrado en múltiples procesos biológicos. No obstante, el cromo hexavalente (Cr^{6+}) es un potente citotóxico, mutagénico y carcinógeno.

La toxicidad de los compuestos de cromo está relacionada con su acción irritante y sensibilizante. El cromo ingresa al organismo a través de:

- Vía Inhalatoria (por inhalación de partículas, es la vía más importante)
- Vía Dérmica (a través del contacto con la piel)
- Vía Digestiva (es la menos frecuente)

Debido a que el 60% del Cr se elimina por vía renal, la intoxicación por Cr^{6+} , puede provocar una insuficiencia renal aguda o crónica, hepatotoxicidad y distintos tipos de cáncer.

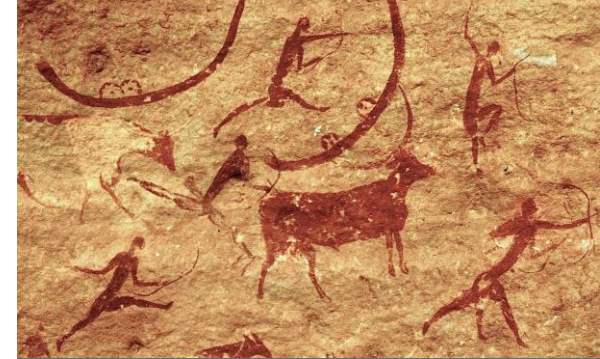
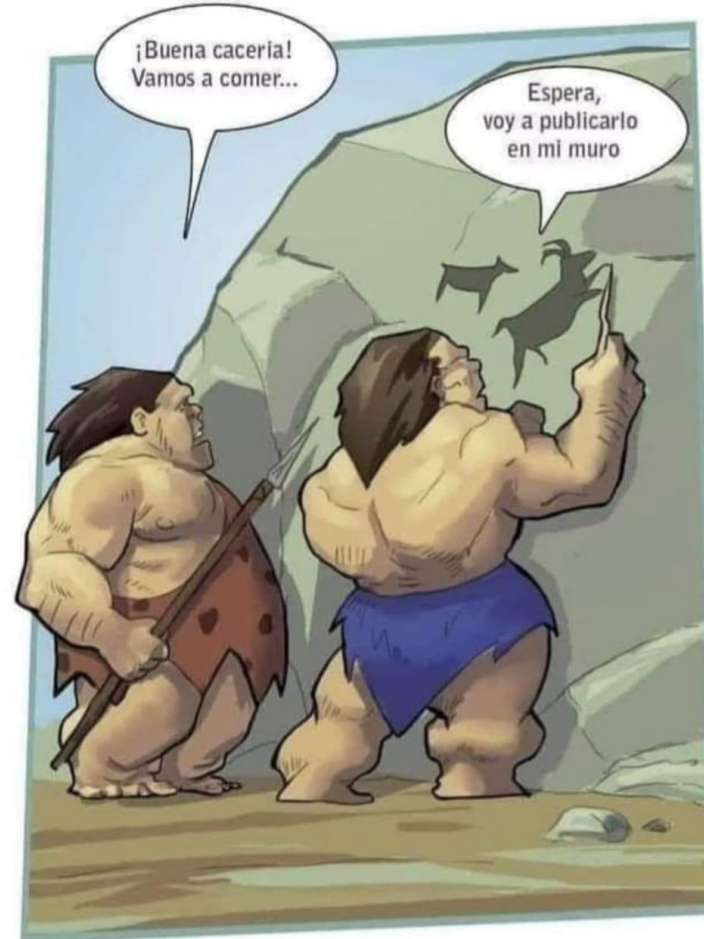




Plata líquida y rojo bermellón

El color rojo siempre ha causado fascinación. En la antigüedad, el mineral conocido como **cinabrio** se usó para preservar huesos humanos y en pinturas rupestres. Tal vez siguiendo esa tradición como preservador de huesos, los alquimistas utilizaron el cinabrio para preparar un elixir que, suponían, aseguraba la longevidad.

Al calentar el cinabrio se obtiene “plata líquida” (*hydrárgium*) lo cual intrigó a los alquimistas y le otorgaron un carácter místico, divino y curativo. En China y el Tíbet se usó el mercurio para prolongar la vida, curar fracturas y mantener la buena salud, en general.



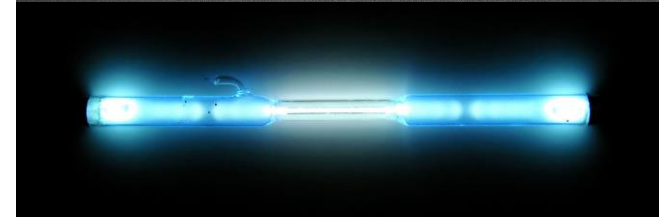


Mercurio

Los alquimistas pensaron en el mercurio como la materia prima, a partir de la cual se formaron todos los metales. Creían que diferentes metales podrían ser producidos haciendo variar la calidad y cantidad de azufre contenido dentro del mercurio. El más puro de estos era el oro, y el mercurio se usaba en los intentos de transmutación de los metales de base (o impuros) en oro, que era el objetivo de muchos alquimistas.

Hoy en día el mercurio se usa en la minería artesanal para separar el oro formando amalgamas que luego son fundidas para extraer el oro puro. Los desechos de mercurio se vierten a los acuíferos generando problemas de salud pública.

El mercurio también se utiliza en amalgamas dentales y lámparas para iluminación





Minamata, Japón

De 1932 a 1968, una fábrica de productos químicos de la ciudad costera de Minamata arrojaba a la bahía local líquidos que contenían altas concentraciones de metilmercurio, un tipo de mercurio. Sin que los residentes lo supieran, la sustancia química se acumuló en el pescado que comían durante decenas de años.

Al pasar del tiempo, las enfermedades neurológicas graves y permanentes, malformaciones físicas y distintos tipos de parálisis se incrementaron en la región.

Al envenenamiento por mercurio (hidrargiria) se le conoce como “**enfermedad de Minamata**”. En octubre de 2013 se firmó el convenio de Minamata que busca proteger a las personas por liberaciones antropogénicas de mercurio.



CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO

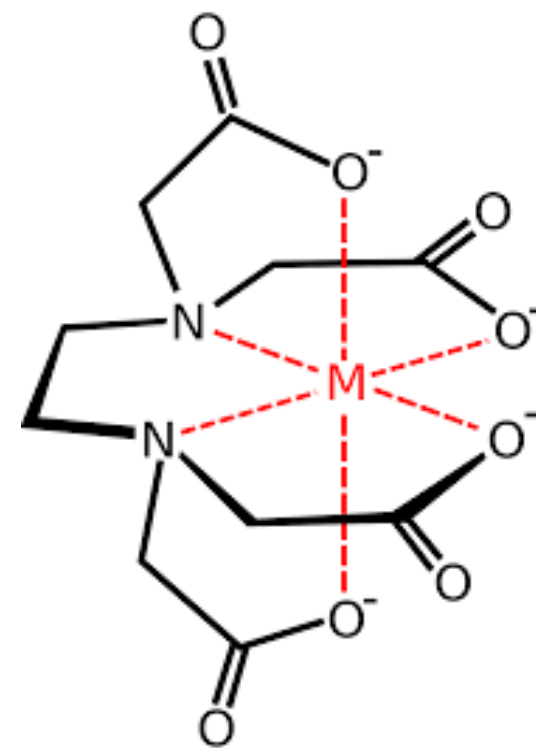




Metales pesados

Los **metales pesados** son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Se extraen de yacimientos mineros y se utilizan para fabricar todo tipo de productos de uso cotidiano. Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cadmio, plomo y cromo. La exposición a estos elementos está relacionada con problemas de salud como retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en el riñón, e, incluso, con casos de muerte.

Un tratamiento para la eliminación de estos metales en la sangre es usar un agente quelante (como el EDTA) para ayudar a eliminar el metal por vía urinaria.

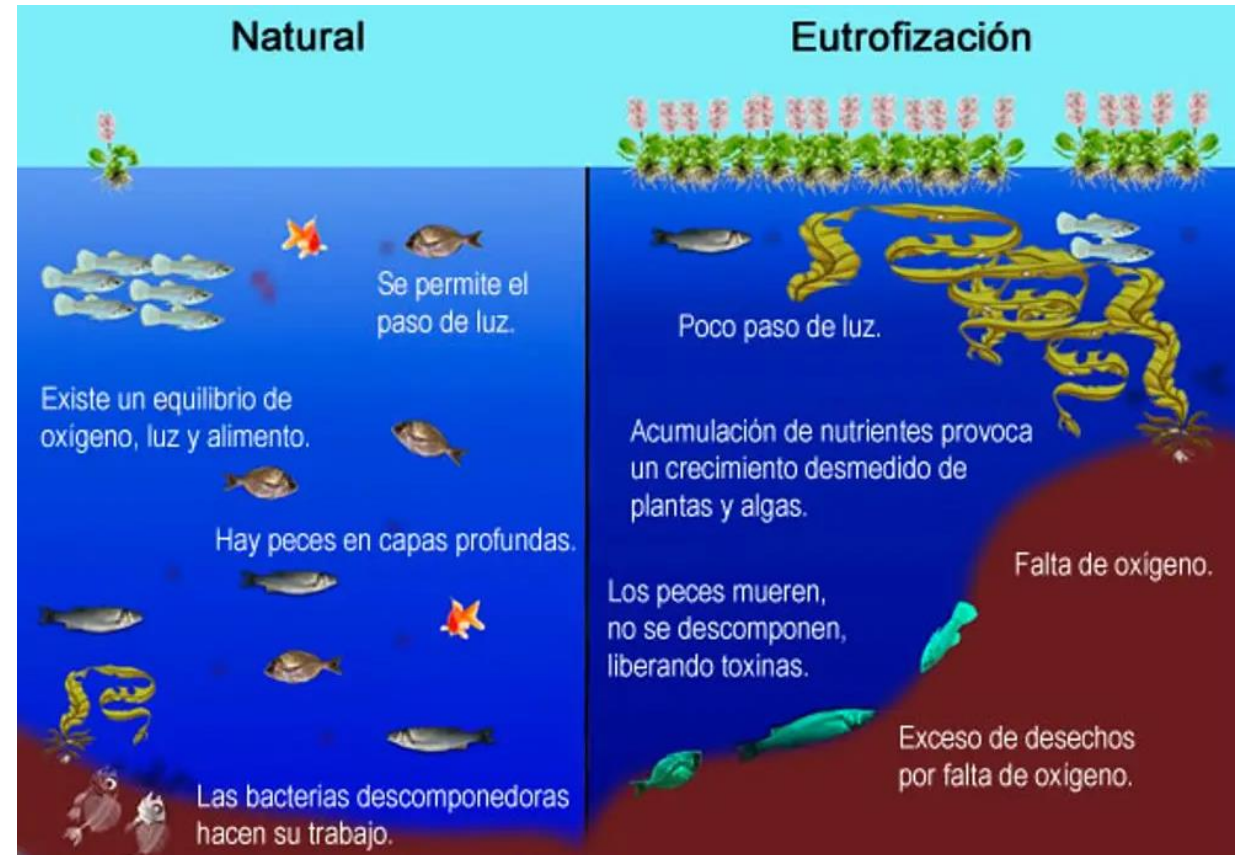




Agua “bien nutrida”

En general, pensamos en el término “nutrición” en un sentido positivo, ya que la falta de nutrientes ocasiona desequilibrios en la salud. Sin embargo, un exceso de nutrición también trae varios problemas.

La **eutrofización** (del griego *eu*: bien, *trophos*: alimentar, nutrir) es el enriquecimiento excesivo de nutrientes en un ecosistema acuático con entrada de agua restringida, específicamente referida a nutrientes inorgánicos como nitrógeno y fósforo. El exceso anormal de nutrientes ocasiona una proliferación de especies superficiales que impiden el paso de la luz y el oxígeno, por lo que las plantas acuáticas no son capaces de realizar fotosíntesis, afectando la cadena alimenticia de ahí en adelante.

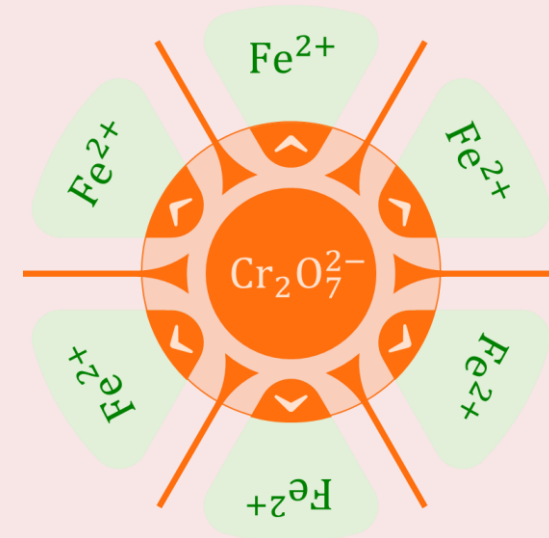




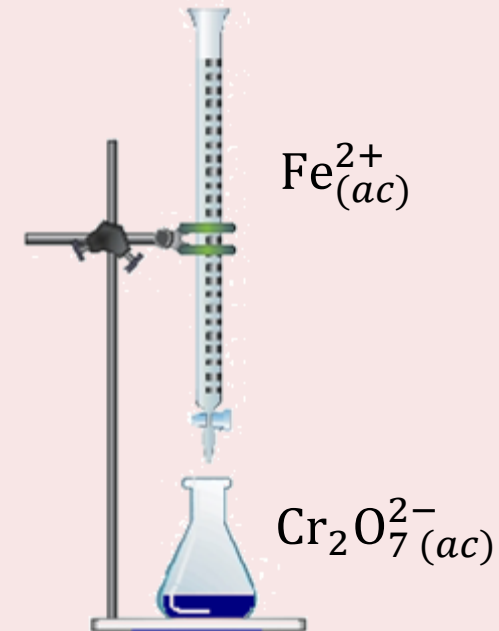
Análisis de aguas

La DBO, Demanda Biológica de Oxígeno y la DQO, Demanda Química de Oxígeno son unos de los parámetros más importantes en la caracterización (medición del grado de contaminación) del agua. Ambos parámetros están relacionados con la diferencia de que la DBO es una prueba del nivel de materia orgánica que puede oxidarse biológicamente, mientras que la DQO es una prueba de la cantidad de materia orgánica que puede oxidarse químicamente.

Por ejemplo, a una muestra de agua se le agrega un exceso de un oxidante fuerte. Luego de que el oxidante haya consumido la materia orgánica, se realiza una titulación redox para determinar la cantidad de oxidante que no fue reducido en el proceso y determinar la cantidad de oxígeno que se requiere para eliminar la materia orgánica.



Valoración Redox





Radiación y salud

Algunos radioisótopos de corta vida media han resultado ser útiles para la medicina y la investigación científica.

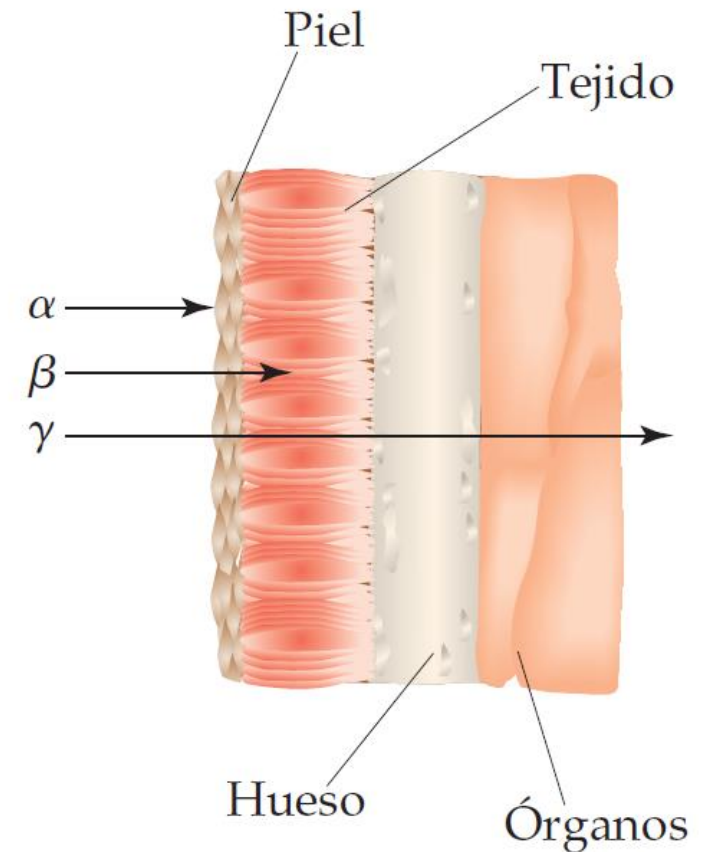
TABLA 23.6 Algunos isótopos radiactivos usados en medicina

Isótopo	Vida media	Usos
^{18}F	1.8 h	Diagnóstico cerebral por imágenes, y óseo por escaneo.
^{24}Na	15 h	Monitoreo de la circulación sanguínea.
^{32}P	14.3 d	Localización de tumores oculares, cerebrales y de la piel.
^{43}K	22.4 h	Tomografía miocárdica.
^{47}Ca	4.5 d	Estudio del metabolismo del calcio.
^{51}Cr	27.8 d	Determinación del volumen de eritrocitos, diagnóstico del bazo por imágenes y localización de la placenta.
^{60}Co	5.3 años	Esterilización de equipo médico, tratamiento contra el cáncer.
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 h	Diagnóstico por imágenes de varios órganos y huesos, y la ubicación de la placenta.
^{125}I	60 d	Estudio de la función pancreática, diagnóstico por imágenes de la tiroides, función hepática.
^{131}I	8 d	Diagnóstico cerebral por imágenes, función hepática y actividad tiroidea.

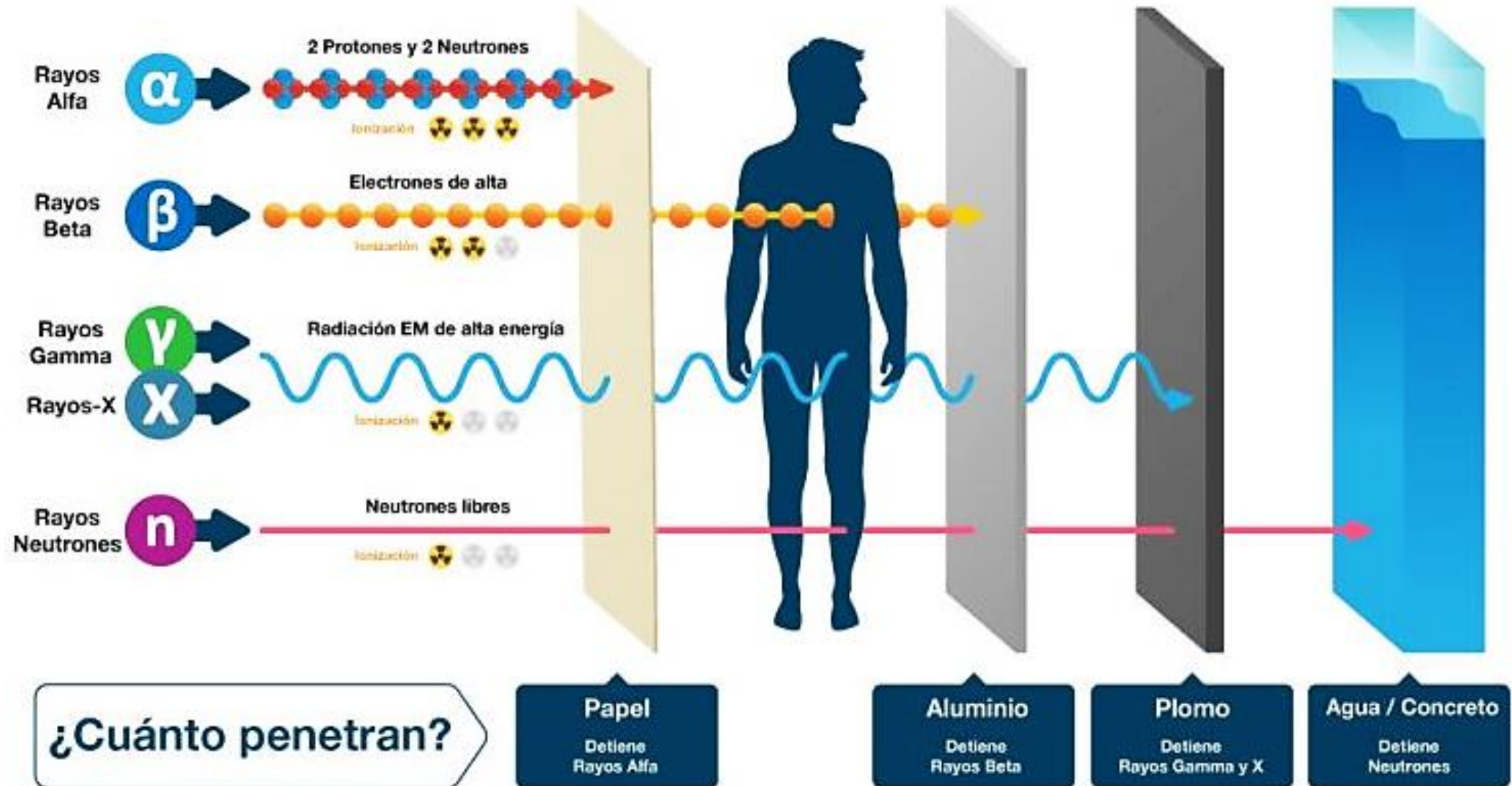


Radiación y salud

Sin embargo, de acuerdo con el tipo de radiación y el tiempo de exposición a esta, se pueden desencadenar problemas de salud que pueden variar desde quemaduras hasta ciertos tipos de cáncer.



TIPOS DE RADIACIÓN





Radiación y salud

Radiactividad: la cantidad de radiación ionizante emitida por un material. Medida en becquerel (Bq).

Exposición: cantidad de radiación que se desplaza por el aire. Medida en roentgen (R) y en culombio/kilogramo (C/kg, SI).

Dosis absorbida: cantidad de radiación absorbida por un objeto o persona. Medida en rad o en gray (Gy). Un gray equivale a 100 rads.

Dosis efectiva: cantidad de radiación absorbida por una persona, ajustada para representar el tipo de radiación recibida y el efecto en órganos específicos. Medida en rems o en sievertios (Sv). Un sievertio equivale a 100 rems.

Dosis de radiación

Mira este ejemplo, en donde el granizo representa la radiación.

El daño biológico causado por la energía absorbida se conoce como **dosis equivalente**. Se mide en **sievert (Sv)**.

Sievert (Sv)
Dosis equivalente
daño producido en función del número y tamaño del granizo

Actividad
cantidad de granizo que cae
Becquerel (Bq)

La **DOSIS** es la cantidad de energía absorbida. Se mide en **gray (Gy)**.

Gray (Gy)
Dosis absorbida
número de granizos que impactan en el cuerpo

Sievert (Sv)
Dosis efectiva
daño producido a la persona en función del número y tamaño de granizos que impactan en el cuerpo y de la parte del cuerpo con la que impacta

#Cultura_Nuclear

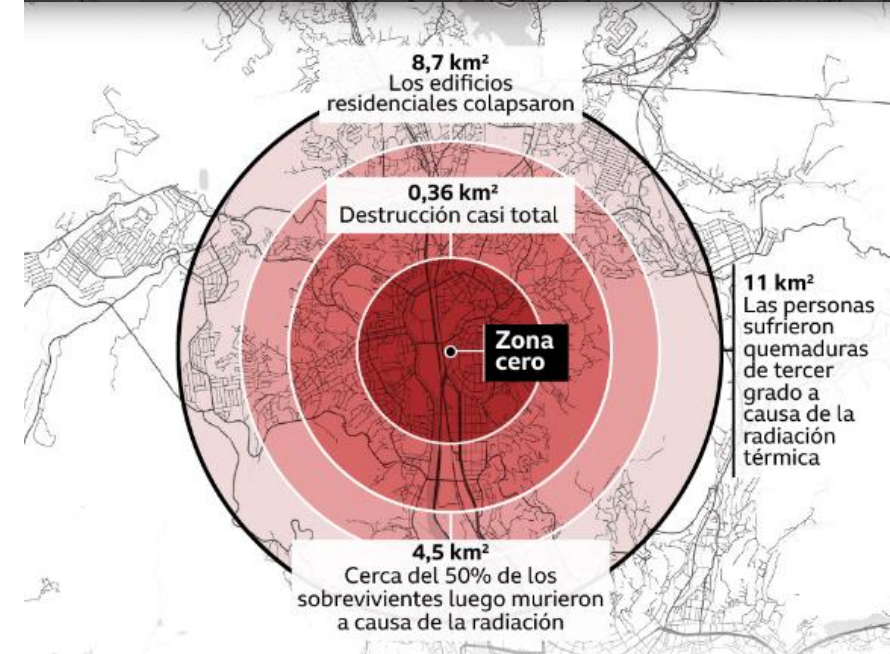
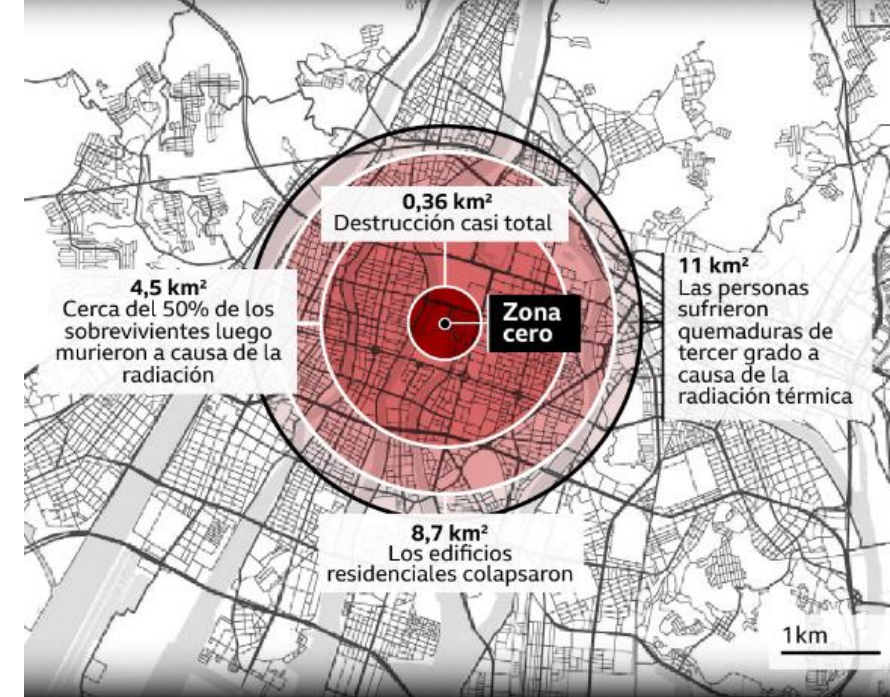


Hiroshima y Nagasaki

En 1945 Estados Unidos y Japón llevaban cuatro años enfrentados en la Guerra del Pacífico, uno de los mayores escenarios de la Segunda Guerra Mundial.

El 6 de agosto de 1945 la armada de EE.UU. lanzó una bomba nuclear sobre la ciudad de Hiroshima. Tres días después, EE.UU. Lanzó una segunda bomba nuclear sobre Nagasaki.

Los cálculos más conservadores estiman que para diciembre de 1945 unas 110.000 personas habían muerto en ambas ciudades. Otros estudios afirman que la cifra total de víctimas, a finales de ese año, pudo ser más de 210.000.



Rangos aproximados para cada zona. Los efectos pueden variar debido al terreno accidentado de Nagasaki

500 m

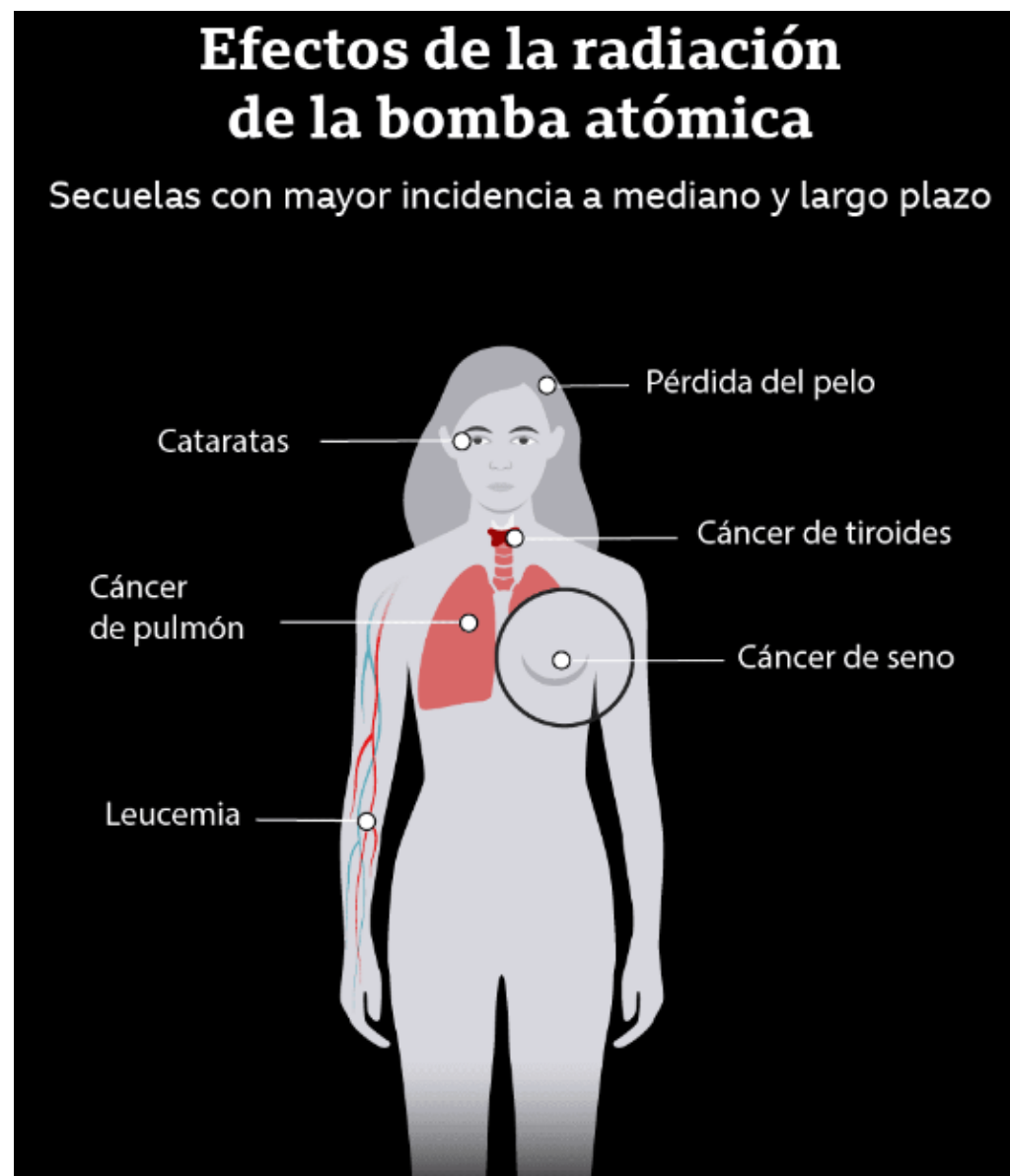


Hiroshima y Nagasaki

En una fracción de segundo tras la explosión de una bomba atómica, se liberan rayos gamma, neutrones y rayos X que salen disparados a una distancia de 3 km.

Estas partículas invisibles bombardean todo lo que encuentran a su paso, incluyendo los cuerpos humanos, y destruyen sus células. Con el tiempo, algunas personas desarrollaron cataratas y tumores malignos.

Además, la salud mental de los sobrevivientes (*hibakusha*) también se vio afectada por haber presenciado un acto tan atroz, haber perdido a seres queridos y por el miedo a desarrollar enfermedades por causa de la radiación.





Hiroshima y Nagasaki

En el caso de la bomba de Hiroshima el nivel de radiación inicial en el hipocentro fue de aproximadamente 240 Gy. Como referencia, una dosis de 5 Gy expuesta por todo el cuerpo humano ya es fatal. En una sesión de radioterapia, el paciente se somete a una dosis menor de 2 Gy aplicada en un lugar específico.

La organización que agrupa a los *hibakusha* o sobrevivientes de las bombas atómicas que Estados Unidos lanzó sobre las ciudades japonesas en 1945, ganó el Premio Nobel de la Paz este año 2024.





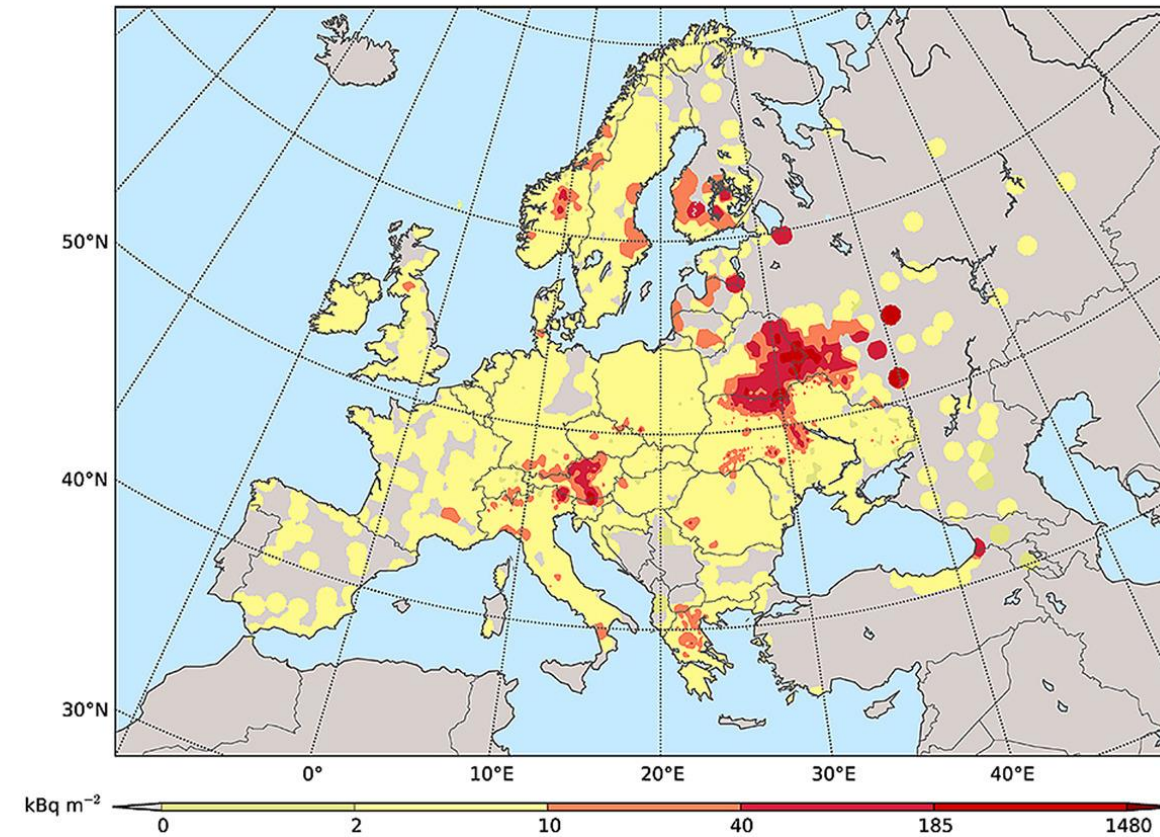
Chernóbyl

El 26 de abril de 1986 se produjo un accidente en la central nuclear de Prípiat a 18 km de la ciudad de Chernóbyl. Se estimó que las emisiones de radiación fueron unas 500 veces mayores que la energía liberada por la bomba atómica arrojada por Estados Unidos en Hiroshima en 1945, y llevó al Gobierno de la Unión Soviética a la evacuación de urgencia de 116000 personas, provocando una alarma internacional al detectarse radiactividad en al menos 13 países de Europa central.

La radiación intentó ser contenida con arena, arcilla, plomo y boro, sin éxito.



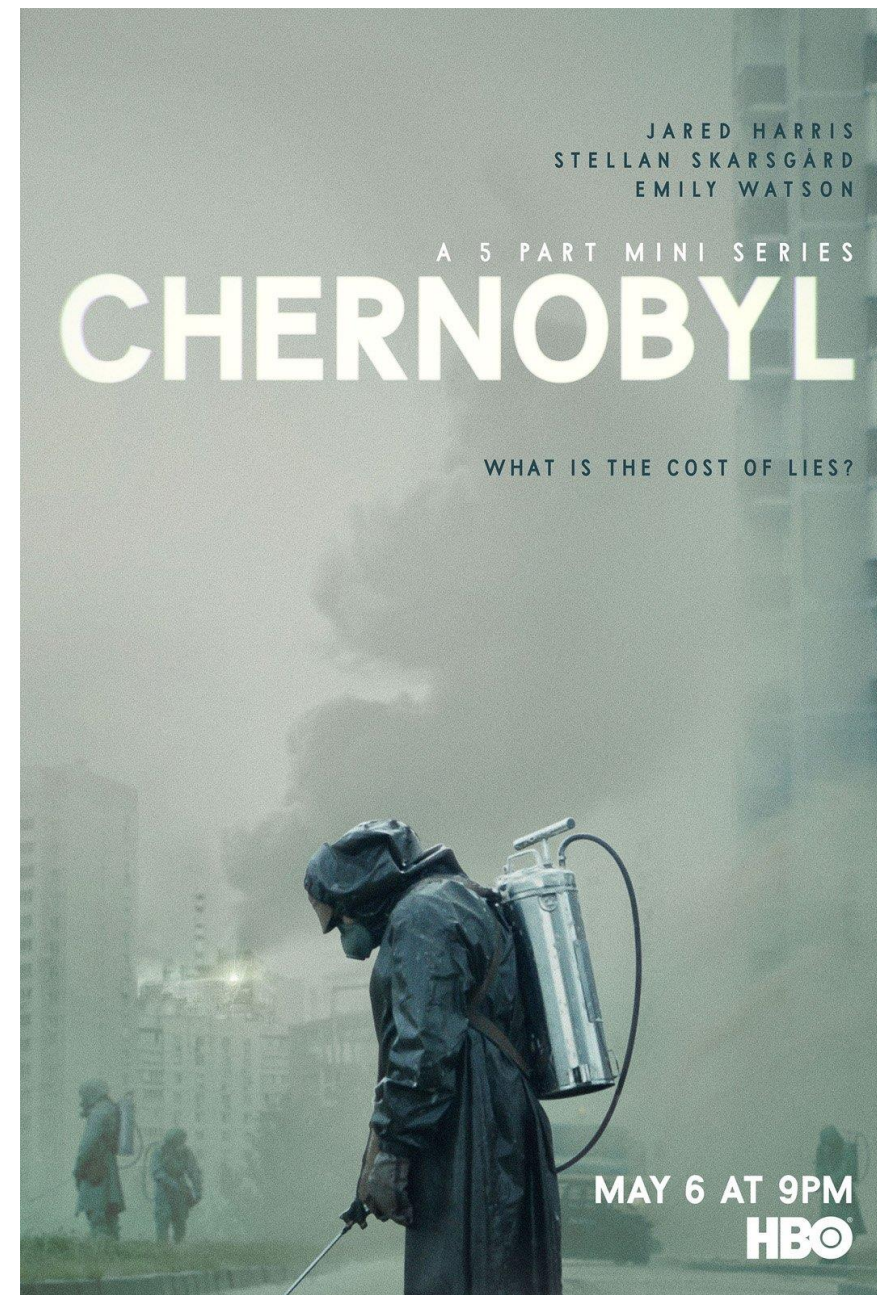
Cs-137 deposition (IDW d=60km)





Chernóbyl

Inmediatamente después del accidente, la mayor preocupación se centró en el yodo radiactivo, con un periodo de semidesintegración de ocho días. A fecha de 2011, las preocupaciones se centran en la contaminación del suelo con estroncio-90 y cesio-137, con periodos de semidesintegración de unos 30 años. Los niveles más altos de cesio-137 se encuentran en las capas superficiales del suelo, donde son absorbidos por plantas, insectos y hongos, entrando en la cadena alimenticia.





Fukushima

Un accidente fue provocado por el terremoto y tsunami el 11 de marzo de 2011. Se generaron fallas en los reactores, lo que provocó una emergencia creciente que alcanzó el mismo nivel del accidente de Chernóbil de 1986.

En total, unos 154 000 residentes fueron evacuados de las comunidades que rodean la planta debido a los crecientes niveles de radiación ionizante ambiental fuera del sitio causados por la contaminación radiactiva en el aire de los reactores dañados.

Grandes cantidades de agua contaminada con isótopos radiactivos fueron liberadas en el Océano Pacífico durante y después del desastre.

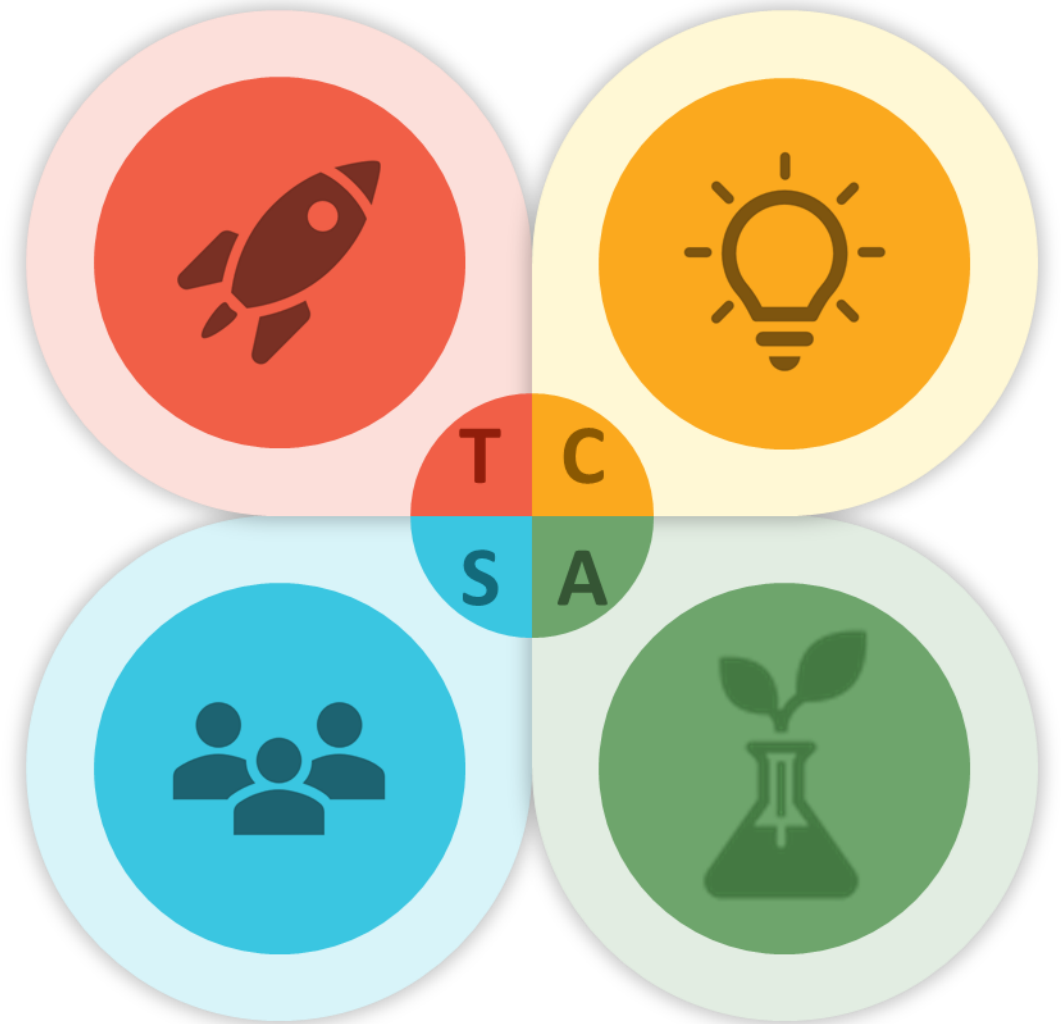




Relaciones CTSA

Las relaciones **Ciencia–Tecnología–Sociedad y Ambiente** permiten desarrollar una cultura científica en las personas para que puedan ejercer una ciudadanía activa y consciente.

Brinda un enfoque multidimensional para el conocimiento del mundo, el aprovechamiento de los recursos y fomenta el diálogo y el cuestionamiento de los distintos enfoques y su impacto en aspectos de la vida cotidiana. Ayudan a comprender la dinámica científica y a reconocer, vincular y evaluar el impacto de la ciencia en los distintos contextos socioculturales, político y económico.



“Cuanto más comprendo la Ciencia, más creo en Dios por la maravilla de la amplitud, sofisticación e integridad de su creación”.

John Lennox, matemático de Oxford.



Bibliografía de apoyo

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2024/02/plomo-todo-necesitas-saber-peligros-salud>

<https://www.bbc.com/mundo/resources/idt-67d6f259-8dcb-480e-94c3-b208e8f279a2>

https://www.youtube.com/watch?v=lOVqbd8IE-w&ab_channel=FiSICANDO

https://www.youtube.com/watch?v=FrqGQxY5noc&ab_channel=BBCNewsMundo

https://www.youtube.com/watch?v=zMZ5xY0Gn44&ab_channel=BBCNewsMundo