

Contenidos básicos sobre

Energía Nuclear



Consejo de Seguridad Nuclear
Dirección General de Protección Civil

Contenidos básicos sobre Energía Nuclear



Dirección General
de Protección Civil



Ministerio del Interior

Coeditado por:

Textos:

*Dirección General de Protección Civil
Ministerio del Interior*

C/ Quintiliano, 21 • 28071 Madrid

NIPO: 126-98-002-7

Maquetación e Impresión:

Consejo de Seguridad Nuclear

C/ Justo Dorado, 11 • 28040 Madrid

Diseño y maqueta:

Ediciones Doce Calles S.L.

Impresión:

Closas-Orcoyen S.L.

Depósito Legal: M. 7.361-1999

Introducción	9
--------------------	---

CONTENIDOS BÁSICOS SOBRE ENERGÍA NUCLEAR

1. Radiación y radiactividad	13
1.1. Penetración y nocividad de las radiaciones	14
1.2. Irradiación y contaminación radiactiva	15
1.3. Fuentes de radiación: naturales y artificiales	16
1.4. Magnitudes y unidades de medida	22
1.5. ¿Cómo actúa la radiactividad?	23
1.6. Posibles vías de exposición a las radiaciones	24
1.7. Efectos biológicos de la radiación	24
2. Las centrales nucleares	27
2.1. ¿Qué es una central nuclear y qué actividad realizan? ..	28
2.2. Centrales nucleares en España	31
2.3. Accidentes nucleares: posibles consecuencias en personas y medio ambiente	32
2.4. Protección ante un accidente nuclear.	33
2.5. Almacenamiento de residuos nucleares.	36
3. Planes de emergencia nuclear	39
3.1. Instituciones públicas responsables de la seguridad de la población en caso de emergencia nuclear	40
3.2. Plan de emergencia nuclear: planes de actuación municipal	48
3.3. Funciones asignadas a cada miembro del plan de actuación municipal	50
3.4. División en zonas del entorno de una central nuclear	53
3.5. Medidas de protección previstas	54
3.6. Comportamientos adecuados de la población en caso de emer- gencia radiológica	57

3.7. Actuaciones a seguir en la escuela en caso de emergencia nuclear	59
3.8. Señalización	61

ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

4. Objetivos pedagógicos	67
5. Orientaciones pedagógicas	69
5.1. Metodología de trabajo	70
5.2. Áreas de educación primaria	74
5.3. Actividades Pedagógicas	80

Introducción

La Escuela es el medio idóneo para ofrecer a los alumnos una información objetiva sobre qué es la energía nuclear y cómo deben comportarse en el caso de una emergencia nuclear.

Este libro, estructurado en dos partes, pretende una doble finalidad: por un lado, ofrecer unos contenidos básicos sobre qué es la energía nuclear, cómo funciona una central nuclear y los planes de emergencia para que el profesor pueda transmitirlos a sus alumnos. Por otro, facilitar la metodología didáctica de cómo integrar dichos conocimientos en el currículo de Primaria a través de una serie de ejercicios que proponemos a modo de orientación.

No pretendemos recargar, aún más, los muchos contenidos que los profesores tienen que impartir, sino que aprovechando que se trabajan temas propios de Educación Primaria, introducir actividades sobre situaciones relacionadas con radiactividad y centrales nucleares. Para ayudar en esta tarea, se recogen en el apartado *Orientaciones Pedagógicas* conceptos relacionados con la energía nuclear en las distintas áreas, bloques del currículo básico de Educación Primaria, donde se podrían trabajar. En el apartado *Actividades Pedagógicas* ofrecemos una serie de procedimientos inspirados en los principios del aprendizaje activo y significativo.

Las actitudes solidarias y responsables, fundamentales en comportamientos adecuados en cualquier emergencia, se trabajan en todas las actividades que proponemos.

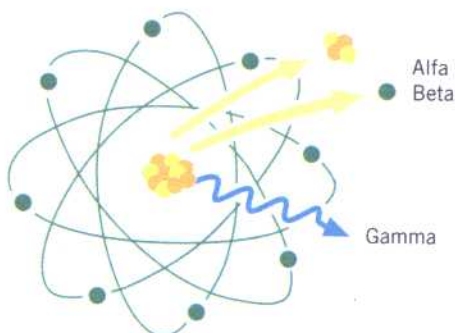
Contenidos básicos sobre Energía Nuclear

1. Radiación y Radiactividad

La estructura de la materia se compone de moléculas, formadas por átomos. El átomo se compone de núcleo y los electrones que giran a su alrededor. Los electrones son una especie de envoltura alrededor del núcleo, que está formado por protones y neutrones. Los protones tienen carga eléctrica positiva; los electrones, negativa, mientras que los neutrones se llaman así porque no tienen carga.

Algunos átomos son inestables (llamados radionucleidos) y se transforman en átomos de otros elementos. En esta transformación los átomos emiten *radiaciones*. Esta *propiedad* se llama *radiactividad*, y la transformación que sufren los átomos *desintegración*.

Las radiaciones más frecuentes emitidas por los átomos son las *partículas alfa*, *beta* y *gamma*.



Las radiaciones alfa son intensas, aunque poco penetrantes. Una hoja de papel o la misma piel humana son suficientes para protegernos de sus efectos.

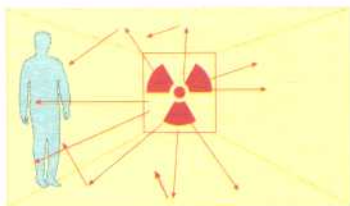
Las radiaciones beta son electrones liberados en determinadas desintegraciones nucleares. Son menos intensas que las alfa, aunque más penetrantes. Traspasan una hoja de papel, pero no pueden penetrar una lámina de aluminio.

Las radiaciones gamma son electromagnéticas, muy semejantes a los rayos X que se utilizan en medicina aunque más energéticas. Son bastante penetrantes, atraviesan la hoja de papel y la lámina de aluminio. Para frenarlas se puede utilizar un bloque de cemento de suficiente grosor.

Por último, *los neutrones liberados* son radiaciones muy penetrantes. Al no tener carga eléctrica, los neutrones liberados penetran fácilmente la estructura de determinados átomos y provocan su división en otros elementos más pequeños. En el proceso se libera gran cantidad de energía y nuevos neutrones que repiten la operación, multiplicando sus efectos. Este proceso puede ser utilizado para producir energía eléctrica.

1.2. Irradiación y contaminación radiactiva

Irradiación externa



Es la acción de someter a una persona u objeto de forma total o localizada, a las radiaciones emitidas por una fuente radiactiva externa.

Contaminación

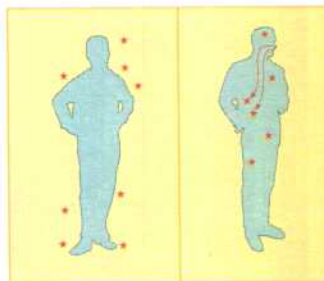
Es la presencia indeseada de sustancias radiactivas en la superficie o en el interior del ser humano (externa, interna).

Contaminación externa: Se produce cuando las partículas radiactivas se depositan en la superficie de nuestro cuerpo. Se elimina mediante lavado de la zona afectada.

Contaminación interna: Se produce cuando penetran sustancias radiactivas en el organismo sea por ingestión, inhalación o a través de heridas.

En la contaminación, las partículas contaminantes permanecen mientras no se eliminen por métodos de descontaminación, o bien por decaimiento radiactivo o eliminación biológica por el organismo.

Se puede decir que un individuo irradiado por una fuente radiactiva exterior a él sufre en sus tejidos la exposición de la radiación mientras esté próximo a la fuente, pero bastará que se aleje suficientemente para que se atenúe o cese la exposición.



Externa

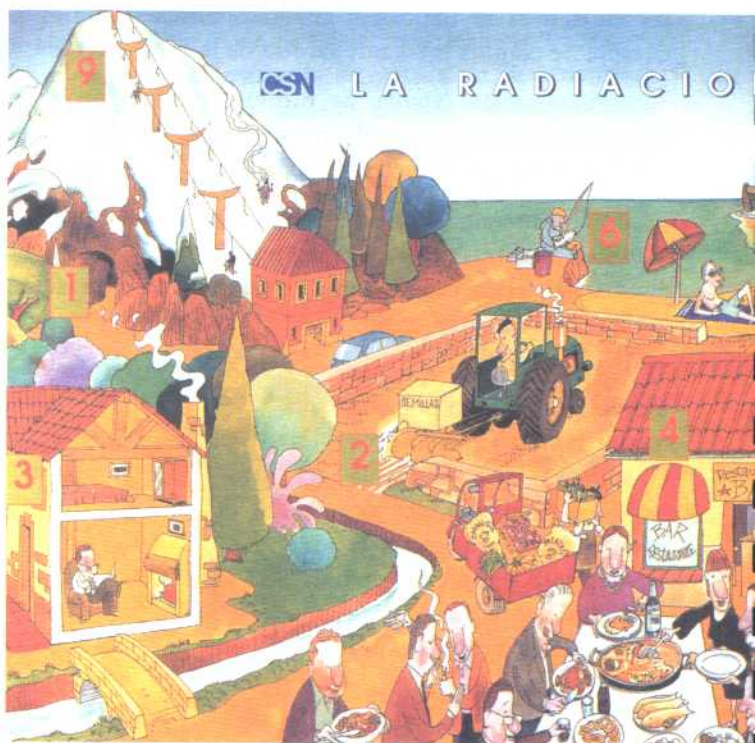
Interna

1.3. Fuentes de radiación: naturales y artificiales

Los niveles de radiación a los que está sometida cualquier persona, viva o no en el entorno de una instalación nuclear, proceden bien de las fuentes de la radiación natural, bien de fuentes artificiales.

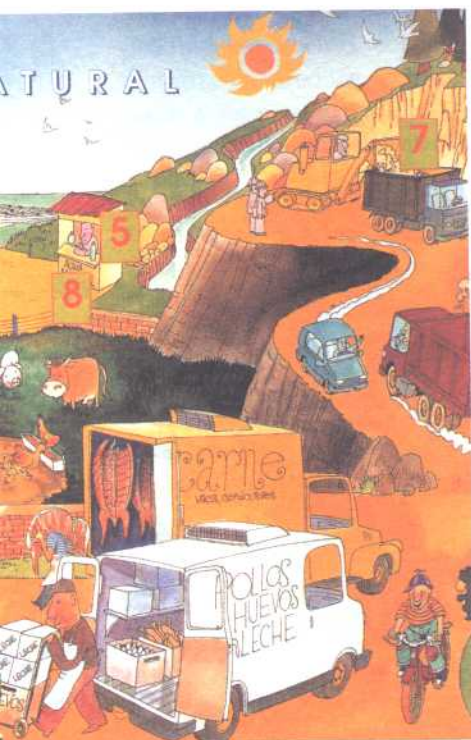
De toda la radiación que recibimos (natural y artificial) la mayor contribución, 52%, es debida a la radiación natural y la más importante de las fuentes artificiales la constituye las fuentes médicas que suponen un 11,4% del total.

Principales vías de exposición a las radiaciones naturales



Fuentes de radiación natural

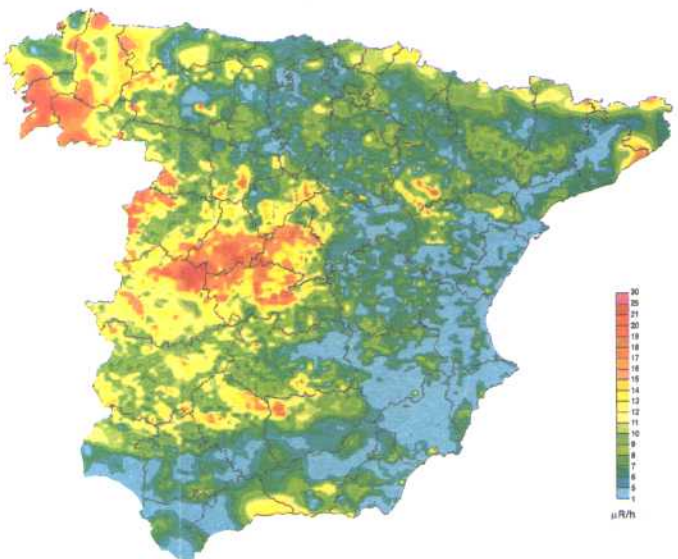
El ser humano vive expuesto a radiaciones ionizantes de origen natural. La principal fuente de éstas es la desintegración de isótopos radiactivos de algunos elementos naturales, a los que se les llama radionucleidos. Además de la radiación procedente de la desintegración de estos radionucleidos, las personas recibimos rayos cósmicos procedentes del espacio exterior, y principalmente del sol.



1. Minas y cuevas
2. Abonos
3. Viviendas
4. Productos de consumo
5. Aguas minerales
6. Agua del mar y de río
7. Materiales del suelo
8. Arena de algunas playas
9. Radiación cósmica

1. En las *minas* y las *cuevas*: existe radón producido por la desintegración del uranio que hay en las rocas. El radón se acumula por la falta de ventilación y cuando se desintegra da lugar a otros radionucleidos que también son radiactivos.
2. Los *abonos* que se utilizan en la agricultura contienen potasio-40 y pequeñas concentraciones de uranio y sus descendientes radiactivos que son incorporados por las plantas y a través de éstas es ingerido por las personas y los animales.
3. En las *viviendas* se acumula el radón que emana del suelo y de algunos materiales de construcción (terrazas, granitos, etc.) que contienen torio y uranio y los radionucleidos producidos en la desintegración de éstos. En las casas existen las mismas vías de exposición que en las cuevas y minas.

PROYECTO MARNA. Mapa de Radiación Gamma Natural



4. Algunos *productos de consumo* acumulan radionucleidos naturales que se incorporan al organismo con su uso, por ejemplo, los moluscos y el tabaco.
5. Algunas *aguas minerales* contienen radionucleidos, especialmente el potasio-40 y los producidos en la desintegración del uranio y el torio. El consumo de este agua da lugar a su incorporación al organismo.
6. El *agua del mar* tiene disueltos gran cantidad de minerales y algunos de ellos contienen radionucleidos, además de una parte del hidrógeno que forma el agua es radiactivo (tritio). Lo mismo ocurre en el *agua del río* aunque en menor proporción porque lleva menos minerales disueltos. Todos los animales y plantas que viven en el agua asimilan estos radionucleidos, cuando el ser humano los consume incorpora los radionucleidos que éstos han asimilado.
7. Los *materiales del suelo*, y en algunos sitios en cantidades muy importantes, contienen radionucleidos y su desintegración produce irradiación externa, que pueden pasar a las personas a través de las plantas que los incorporan.
8. La *arena* de algunas *playas* contiene radionucleidos como el torio y los radionucleidos producidos en su desintegración, dando lugar a la irradiación externa de las personas que se encuentran en ellas.
9. La *radiación cósmica*, la que proviene del exterior y principalmente del sol, es atenuada por el aire de la atmósfera. Sin embargo, si se vuela a gran altura o se vive en la montaña podemos recibir mayor irradiación externa por ser menor la capa protectora del aire.

Fuentes de radiación artificial

1. *Energía nuclear.* La generación de electricidad en centrales nucleares implica la extracción y separación del mineral, el tratamiento del uranio como combustible de los reactores, la explotación propiamente dicha de los reactores, y el transporte, tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos.
2. *Lluvia radiactiva.* Las pruebas de bombas atómicas durante las décadas de los años cincuenta y sesenta dieron como resultado la diseminación de materiales radiactivos en la atmósfera. La mayor parte de este material se ha depositado ya en la tierra y los océanos.
3. *Fuentes médicas.* La medicina es la fuente más importante de exposición radiactiva artificial en muchos países.

Los rayos X para diagnóstico son la forma más común. También el uso de los materiales radiactivos para el estudio de los procesos corporales y la localización de tumores que ha progresado rápidamente en los últimos años, pero estas técnicas son menos usadas que los rayos X.

Con diferencia, las mayores dosis en medicina son las aplicadas en el tratamiento del cáncer. La radiación se localiza cuidadosamente en el propio tumor para reducir al mínimo el daño a los tejidos adyacentes.

4. *Otras fuentes.* La mayor parte de nosotros estamos expuestos a pequeñas dosis de radiación proveniente de diferentes fuentes artificiales. Entre ellas están las esferas de los relojes y señales luminiscentes que utilizan materiales radiactivos, aparatos de TV, detectores de humo, etc.



Resonancia magnética

Central nuclear de Vandellós II



1.4. Magnitudes y unidades de medida

La unidad que mide la radiactividad es el *becquerel* (*Bq*).

Un *becquerel* es igual a una desintegración atómica por segundo.

El daño producido al cuerpo humano por todo tipo de radiación que se reciba se mide con una magnitud que se llama *dosis de radiación*.

El *Sievert* (*Sv*) es la unidad que mide la dosis de radiación. En protección radiológica es más frecuente hablar de la milésima parte de esta unidad, el *miliSievert* ($1\text{ mSv} = 0,001\text{ Sv}$) y de la millonésima parte de esta unidad, el *microSievert* ($1\text{ }\mu\text{Sv} = 0,000001\text{ Sv}$).

Límites de dosis

Los límites de dosis actualmente vigentes en España se recogen en el «Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes» (Real Decreto 53/1922, de 24 de enero de 1992), BOE de 12 de febrero de 1992).

Se establecen límites de dosis anuales para el público y para trabajadores que pueden estar expuestos profesionalmente. También se diferencia entre la dosis que pueda recibir el cuerpo entero y la que pudiera recibir algún órgano en concreto.

El límite de dosis anual para la totalidad del organismo para el público es de 5 mSv , y para los trabajadores profesionalmente expuestos es de 50 mSv .

Actualmente se están revisando estos límites para incorporar los definidos en la Directiva 96/29 Euratom, los límites que se recogen en esa Directiva y que aún no están incorporados a la reglamentación española, son los siguientes:

100 mSv durante todo el período de 5 años consecutivos, sujeto a una dosis máxima de 50 mSv en cualquier período anual, para los trabajadores profesionalmente expuestos, y de 1 mSv por año para los miembros del público.

