

Marie Curie y la radiactividad

NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA / 6.º AÑO
CIENCIAS NATURALES · QUÍMICA

Palabras clave: radiactividad / radiación / núcleo atómico / número atómico / número másico



Marie Curie y la radioactividad



EDUCACIÓN SECUNDARIA / CICLO ORIENTADO

Curso: 6.º año

Ciencias Naturales - Química

Fundamentación

En esta propuesta, los y las invitamos a explorar y conceptualizar un fenómeno que marcó el desarrollo de la ciencia en el siglo XX: la radiactividad. Una de las principales protagonistas de estos hechos fue una brillante mujer llamada Marie Curie. Ella fue la primera mujer en ganar el Premio Nobel de Química (1911) y Física (1903). Además, fue la primera persona en ganar dos premios Nobel en dos áreas diferentes de la ciencia.

El descubrimiento de la radiactividad y los desarrollos teóricos y tecnológicos que de ella se derivaron fueron primordiales para la construcción del modelo atómico actual. La radiactividad fue una novedad tecnológica y científica que abrió el camino a numerosas líneas de investigación que revolucionaron la ciencia y la técnica con aplicaciones concretas que hoy son utilizadas en todo el mundo, incluso en nuestro país.

Esta secuencia constituye un breve recorrido por una de las aristas posibles para su tratamiento. Al final del documento, encontrarán una ficha técnica que presenta la inscripción de estos contenidos en el Diseño Curricular del nivel Secundario.



Esquema de la propuesta

Clase 1. Presentación del tema e intercambios

Recuperación de ideas y saberes sobre el tema a través del intercambio y la reflexión.

Lectura y visionado de material audiovisual con información histórica. Conversación e indagación problematizadora con mediación docente.

Clase 2. Los objetos personales de Marie Curie

Activación y explicitación de ideas alternativas. Trabajo con interrogantes que permiten tensionar teorías implícitas y saberes alternativos referidos a la radiactividad.

Lectura de una noticia periodística orientada por interrogantes relevantes.

Clase 3. La radiactividad

Conceptualización de la radiactividad como fenómeno. Se presenta la relación entre la inestabilidad de los núcleos atómicos y la radiactividad y se explora la naturaleza de la radiación nuclear.

Modelización de los núcleos radiactivos a través de símbolos y con simuladores del proceso de decaimiento. Escritura de símbolos químicos convencionales de los átomos radiactivos, operación del simulador de decaimiento radiactivo.

Clase 4. ¿Para qué usamos la radiactividad?

Exploración de las aplicaciones pacíficas de la radiactividad. Presentación de los centros científicos e industriales de la actividad nuclear en Argentina y en Córdoba.

Ubicación geográfica de los diferentes centros nucleares del país y de la provincia. Caracterización de las actividades que se desarrollan en ellos.

Clase 5. Cierre

Integración de las ideas del recorrido. Juego de roles con debate entre diversos actores sociales que presentan sus ideas y posturas sobre la instalación de una central nuclear.

Discusión para propiciar las habilidades de explicación, argumentación y síntesis utilizando los saberes adquiridos en la secuencia didáctica.

Clase 1. Presentación del tema e intercambios

El objetivo de esta instancia es presentar la radiactividad como tema y establecer un espacio de reflexión compartida a través de preguntas que buscan activar y recuperar ideas cotidianas de los estudiantes. La radiactividad es un fenómeno natural que no es percibido con los sentidos y, por lo tanto, es ajeno a la experiencia cotidiana de los estudiantes. Los saberes que poseen los alumnos respecto a la radiactividad provienen sobre todo de los medios de comunicación, la literatura y/o el cine que, muchas veces, presentan esta temática de manera errónea, produciendo así la consolidación de ideas deformadas con respecto al saber científico.

Marie Salomea Skłodowska-Curie (Varsovia, 7 de noviembre de 1867 - Passy, 4 de julio de 1934) fue una científica polaca pionera en el campo de la radiactividad. Descubrió dos elementos químicos de la tabla periódica: el polonio y el radio. Se dice muy comúnmente que fue la primera mujer en ganar el Premio Nobel; si bien es cierto, hay que agregar que también fue la primera persona que ganó dos Premios Nobel en disciplinas diferentes: uno en química y el otro en física. Qué chica, ¿no?

Pero, ¿qué entendemos por radiactividad? ¿Por qué hablamos de sustancias radiactivas? ¿Qué relación hay entre este fenómeno y la energía atómica? ¿Por qué se la suele nombrar también como “energía nuclear”? ¿Para qué se utiliza la radiactividad?

La radiactividad es un fenómeno que se origina en el átomo, más precisamente en sus núcleos, y a comienzos del siglo XIX, cuando se detectó por primera vez, constituyó un hallazgo sorprendente para los científicos de la época, entre ellos Marie Curie. El desarrollo de las investigaciones en radiactividad llevaron al surgimiento de novedades tecnológicas como los reactores nucleares, la medicina nuclear y también el armamento nuclear.

Para aprender más sobre la vida y el trabajo de Marie Curie, compartimos estos materiales.

- En la revista *Nautilus* encontrarán un artículo que nos cuenta algo de la vida de Marie Curie. Pueden acceder haciendo clic en [este enlace](#).
- En este video, Javier Santaolalla nos cuenta más sobre la famosa científica. Para verlo, hagan clic en [este enlace](#).



Los invitamos a mirar el video del Dr Santaolalla con el grupo clase. Luego, divídanse en grupos de 3 o 4 para leer el artículo y analizar el video. Para guiar esta exploración, les sugerimos que tengan en mente estas preguntas.

- ¿Por qué Marie Curie es considerada una de las científicas más influyentes del siglo XX?
- ¿Por qué su rol como investigadora fue y todavía es tan trascendente?
- ¿Cuáles fueron sus aportes en los estudios sobre la radiactividad?
- ¿Qué otros aportes hizo con su trabajo?
- ¿Qué conocen ustedes acerca de la radiactividad? ¿Por qué y dónde se produce?

Comenten sus impresiones y sus miradas respecto de cada material con el resto de sus compañeros.

La lectura y visionado se harán tomando en cuenta las preguntas sugeridas para dirigir la atención a esos puntos. Generar un momento de intercambio y conversación es clave para esta instancia, como así también hacer lugar a las impresiones de los estudiantes, sus miradas y sus valoraciones —posiblemente, influenciadas por la ficción— acerca de la vida y obra de Marie Curie. Si bien la secuencia trabaja sobre la radiactividad, es importante recuperar una visión histórica sobre el desarrollo de estos saberes y por ello se presenta la figura de Marie Curie como una de las protagonistas en el descubrimiento y estudio de este fenómeno. Además de trabajar sobre la radiactividad, en la propuesta se pretende también repensar el rol de las mujeres en la ciencia.

La radiactividad es un fenómeno que parece alejado de la realidad cotidiana de los estudiantes. Sin embargo, es un fenómeno natural con el que convivimos y que, además, es utilizado para muchas aplicaciones tecnológicas que benefician a la sociedad y mejoran su calidad de vida. Por ejemplo, se pueden mencionar las aplicaciones médicas para diagnósticos y tratamientos contra el cáncer y la generación de energía a nivel mundial, ya que es, hasta hoy, la fuente más eficiente de energía no derivada del petróleo.

Muy frecuentemente, se asocia la radiactividad con episodios negativos y catastróficos, que afortunadamente han sido muy escasos. A pesar de su mala prensa, en la actualidad es la manera más segura de generar las grandes cantidades de energía que demanda la sociedad.

Se sugiere guiar la discusión para concretar algunos puntos referidos a las sustancias que producen radiactividad, su origen y sus aplicaciones. Se procurará desarrollar una línea de discusión despojada de posturas extremistas y/o quimifóbicas, que mantenga la objetividad científica en la conversación. Se hará un registro de las respuestas de los estudiantes en un afiche o se pueden escribir estos puntos en la pizarra y tomar una fotografía de dichas anotaciones, de manera que quede disponible durante toda la secuencia didáctica.

Clase 2. Los objetos personales de Marie Curie

¿Sabían que los objetos personales de Marie y hasta su propio cadáver se conservan protegidos por la alta radiación que todavía hoy emiten? Les proponemos leer la siguiente publicación en la que se cuenta más acerca de esto.

- *Por qué los cuadernos de Marie Curie se encuentran guardados en un sótano bajo varias capas de plomo (y seguirán así por al menos 1.500 años. Pueden acceder haciendo clic en este [enlace](#).*



Después de leer, los invitamos a responder estas preguntas de manera individual tomando nota de sus respuestas en sus cuadernos

- ¿Por qué los objetos personales de Marie y su cadáver todavía emiten radiación? ¿Qué hizo que se contaminaran?
- ¿Qué emiten estos objetos?
- ¿Por qué no se pueden manipular sin medidas de protección? ¿La radiación es lo mismo que la radiactividad?

Esta actividad puede hacerse de manera individual o en pequeños grupos. También puede dejarse como tarea para el hogar, dejando la discusión para ser trabajada en clases.

Se sabe por la investigación didáctica que las personas suelen confundir la radiación y la radiactividad, también se confunde la radiación y sus fuentes. Todo ello genera confusiones acerca del concepto de contaminación radiactiva y los efectos nocivos de la radiación. Las preguntas que se plantean son para comenzar a dilucidar estos conceptos: la fuente de la radiación son los átomos radiactivos, la contaminación se produce porque estos átomos se adhieren a los objetos y estos átomos emiten radiación. No es la acción de la radiación lo que hace que los objetos se hagan radiactivos. La conceptualización de la radiación puede ser explicada por el o la docente en la clase o ser abordada a través de la lectura del material que se presenta a continuación.

Luego de esta instancia, se contrastará la información nueva con las respuestas iniciales que los estudiantes registraron en sus cuadernos. Se pretende diferenciar entre la naturaleza de la radiación, sus fuentes y sus posibles efectos sobre, por ejemplo, la salud.

Vamos a clarificar qué es la radiación. La radiación es energía que se propaga a través de ondas o por medio de partículas a muy alta velocidad. Si la radiación transporta energía suficiente como para ionizar el medio que atraviesa, hablamos de **radiación ionizante**. En caso contrario, se trata de **radiación no ionizante**.

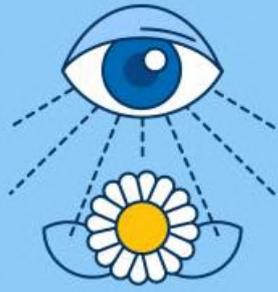
Radiación no ionizante

La radiación no ionizante es un tipo de radiación de menor intensidad, cuya energía no es suficiente para arrancar electrones de los átomos o moléculas que componen la materia o los seres vivos. No obstante, su energía puede hacer vibrar esas moléculas y dicha vibración puede generar calor. Así es como funcionan, por ejemplo, los hornos de microondas.

La radiación no ionizante no presenta riesgos para la salud de la mayoría de la población. Sin embargo, los trabajadores que se exponen habitualmente a algunas fuentes de radiación no ionizante pueden necesitar medidas especiales para protegerse, por ejemplo, del calor.

Las ondas de radio y la luz visible son tipos de radiación no ionizante. La luz visible es radiación no ionizante que nuestros ojos pueden percibir. Y las ondas de radio son un tipo de radiación no ionizante que nuestros sentidos no pueden percibir, pero que podemos decodificar con los receptores de radio tradicionales. (Galindo, 2022, pp. 7-9).

Radiación no ionizante



Luz visible



Ondas de radio



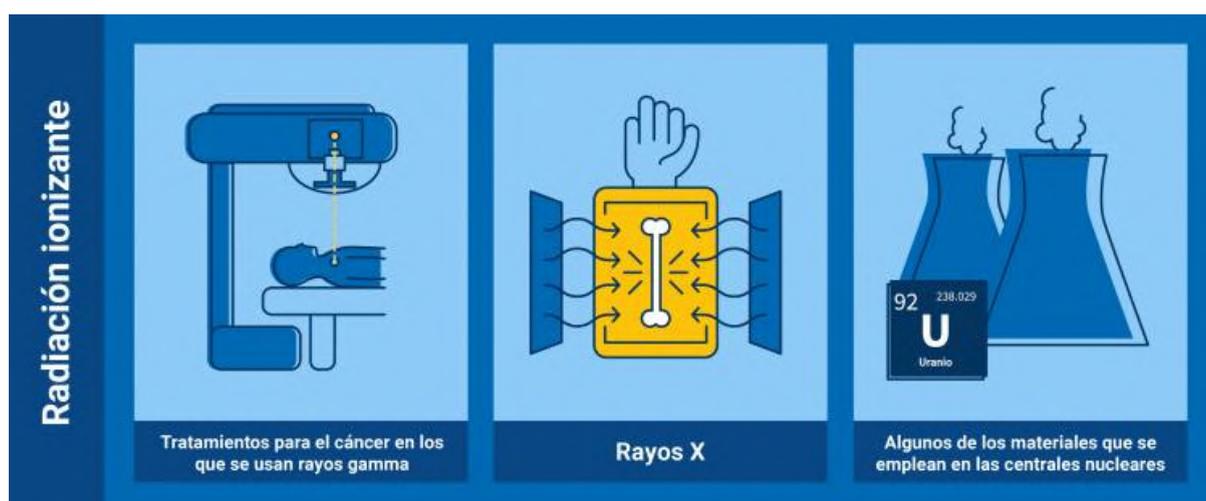
Microondas

Fuente: OIEA

Radiación ionizante

La radiación ionizante es un tipo de radiación con una energía capaz de arrancar electrones de los átomos o moléculas. Por ende, cuando este tipo de radiación interactúa con la materia o los seres vivos se producen cambios a nivel atómico. Dichos cambios suelen implicar la producción de “iones” (átomos o moléculas con carga eléctrica); de ahí el término de radiación “ionizante”.

A dosis elevadas, la radiación ionizante puede dañar las células o los órganos de nuestros cuerpos o, incluso, ser letal. Pero, si se la emplea correctamente a dosis adecuadas y con las debidas medidas de protección, este tipo de radiación tiene muchos usos positivos, para la producción de energía, el sector industrial, la investigación y el diagnóstico y tratamiento de varias enfermedades, como el cáncer. Si bien las leyes sobre el uso de las fuentes de radiación y la protección radiológica son responsabilidad de cada país, el OIEA presta apoyo a los legisladores y los reguladores a través de un completo sistema de normas de seguridad internacionales que tienen por objeto la protección de los trabajadores y los pacientes, así como del público en general y el medio ambiente, frente a los posibles efectos nocivos de la radiación ionizante. (Galindo, 2022, párr. 10-11).



Fuente: OIEA

Como se puede observar de las definiciones propuestas, la radiación puede provenir de diferentes fuentes, entre ellas, las fuentes radiactivas. Sin embargo, no toda la radiación que se produce es generada por fuentes radiactivas.

Vamos a conocer mejor cuáles son las fuentes radiactivas. Para ello, los invitamos a observar atentamente las siguientes fotografías y determinar en cuáles observan una fuente radiactiva.

Habiendo diferenciado entre la radiación y quien la origina, en este momento se presentarán las fuentes radiactivas para afianzar la relación que existe entre determinadas sustancias y las radiaciones que emiten. Es importante remarcar que las fuentes radiactivas son porciones de diversos elementos cuyos átomos poseen núcleos inestables que generan radiactividad para estabilizarse.

*En esta conversación, se busca clarificar el significado de “fuente radiactiva”, ya que es frecuente que las personas creen que un reactor nuclear es una fuente de radiación. En la discusión, el o la docente conducirá el debate hasta lograr que las ideas converjan hacia la definición de **fuente radiactiva**: una cantidad conocida de un determinado elemento radiactivo que emite radiación ionizante. La radiactividad es la desintegración de los núcleos de ciertos isótopos inestables y la radiación es su consecuencia.*

La primera imagen es de muestras selladas de diferentes elementos radiactivos que emiten radiación y actúan como fuentes radiactivas. Estas tabletas son utilizadas en experimentos de investigación. Se construyen en una resina epoxi hueca en donde se colocan pequeñas porciones del elemento radiactivo y luego se sella completamente. La segunda imagen es una fuente radiactiva de Cesio-137. En la tercera imagen, se observa una planta nuclear que no es una fuente radiactiva, ya que por su seguridad y controles no emite radiación hacia el exterior. De hecho y curiosamente, una planta eléctrica de combustibles fósiles (cuarta imagen) emite más cantidad de radiación que la que emite un reactor. Para otro alcance de la secuencia se puede ofrecer la lectura del artículo que se encuentra en [este enlace](#). La última fotografía representa una inyección del isótopo radiactivo Tc-99, un isótopo frecuentemente usado en numerosas aplicaciones médicas para diagnóstico, este isótopo si constituye una fuente radiactiva.



Fuente: [Ibilabs](#)

Cartucho de Ce-137



Fuente: [Wikipedia](#)

Central nuclear Embalse Río Tercero

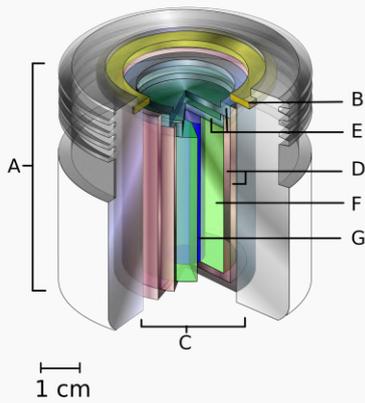


Fuente: [Wikipedia](#)

Usina Termoelectrica a carbón Río Turbio

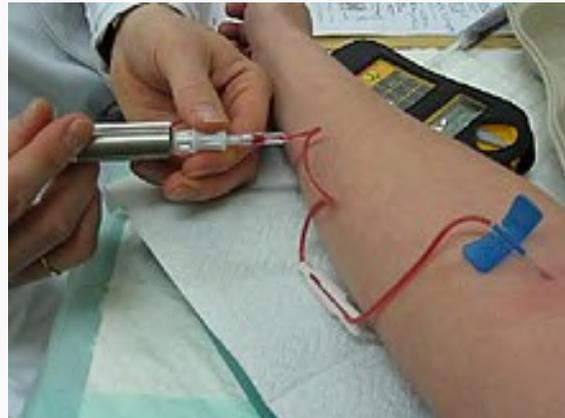


Fuente: [Radio Nacional](#)



Fuente: [Wikipedia](#)

Inyección de Tc-99



Fuente: [Wikipedia](#)

Vemos, entonces, que hay cosas que creemos que emiten radiación y que son fuentes radiactivas y otras que no lo son.

¿Podemos construir juntos una definición de “fuente radiactiva”? Escriban una definición tentativa en sus cuadernos. Luego, compartirán sus definiciones con las de sus compañeros para construir, con el o la docente, una definición conjunta.

En esta tarea, se realizará una conceptualización de la que es una fuente radiactiva y se pretende que en una discusión en conjunto se elabore una definición de “fuente radiactiva”. Los estudiantes pueden leer sus definiciones individuales y el o la docente irá articulando e integrando cada aporte para elaborar una definición general. De esta manera, la definición no es “dada” de manera unidireccional por el o la docente de manera estructurada, sino que se construye a través del intercambio dialógico que será animado y dirigido, promoviendo así la circulación de la información.

Volvamos a recuperar las notas que tomamos en la lectura sobre los cuadernos de Marie Curie. De acuerdo con lo que hemos discutido en este momento, ¿son una fuente radiactiva de radiación ionizante? ¿Por qué? Registren estas respuestas en sus cuadernos.

Clase 3. La radioactividad

Hasta ahora, hemos recorrido algunos aspectos sobre la radiactividad y la hemos caracterizado como radiación ionizante. También sabemos que es emitida por “fuentes” formadas por elementos radiactivos que están constituidos por átomos radiactivos. Pero, ¿cómo es que estos átomos emiten radiación? ¿Hay un solo tipo de radiación? ¿Por qué la radiactividad es diferente de otros tipos de radiación ionizante?

En el fragmento que va del minuto 4:04 al 8:05 del documental producido por Walt Disney, *Nuestro amigo, el átomo* (para acceder, hagan clic en este [enlace](#)), podemos ver la importancia del descubrimiento del uranio y del genio escondido en sus átomos. La radiactividad es producida en ciertos átomos, más precisamente en sus núcleos.

Aunque parezca sólida y compacta, la materia está hecha por millones y millones y millones de estas partículas. Es como ver una playa de arena: de lejos parece compacta, pero, si se acercan lo suficiente, verán los diminutos granos que la forman. Las partículas que forman la materia son demasiado pequeñas para verlas aún con instrumentos de aumento. Es necesario contar con instrumentos especiales que no nos permiten verlas, pero sí detectarlas.



Para tener en cuenta: los átomos son partículas submicroscópicas, neutras, formadas por un núcleo cargado positivamente que acumula la mayor parte de la masa atómica y que está rodeado por electrones con carga negativa.

Para abordar este tema es necesario que los estudiantes hayan trabajado previamente con el concepto de átomo y de partículas subatómicas. Otros conceptos sobre la composición del átomo tales como el concepto de Z (número atómico), A (número másico) y la carga iónica son necesarios también. Estos son trabajados en años anteriores de la escuela Secundaria, pero es importante retomarlos en esta propuesta.

Asimismo, se ofrece un recurso que puede servir para retomar estas nociones, pero también pueden ser recuperadas y explicadas por el o la docente en clase. Si no se puede utilizar el video sugerido, se puede acudir a otras fuentes bibliográficas disponibles.

Revisemos cómo están conformados los átomos. En el núcleo del átomo están los protones, los neutrones y, a su alrededor, los electrones.

- El número de protones en el núcleo de un átomo es el **número atómico**, simbolizado por la letra Z.
- La suma de los protones y neutrones es el **número másico**, simbolizado por la letra A.

Para ayudarlos a recordar cómo están conformados los átomos, les proponemos mirar este [video](#).

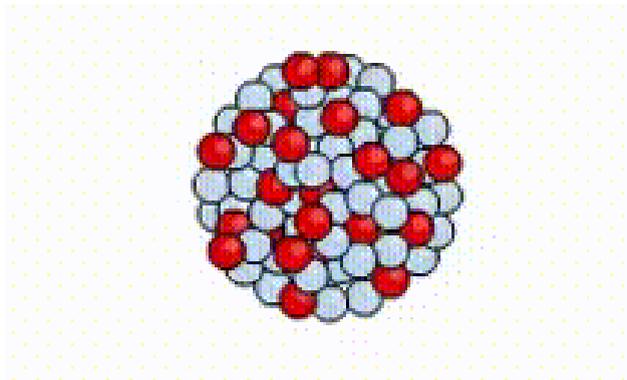


De lo que vimos acerca de las fuentes radiactivas y nuestras lecturas sobre los objetos personales de Marie Curie, podemos concluir en que la radiactividad es un fenómeno producido por los átomos, más precisamente, por el núcleo de algunos átomos.

Los núcleos atómicos son partículas singulares: además de ser extremadamente pequeños, acumulan casi toda la masa del átomo. Dijimos que el núcleo del átomo está formado por protones y neutrones que se amontonan juntos y permanecen unidos, a pesar de las repulsiones que generan sus cargas eléctricas positivas.

¿Cómo hacen para mantenerse unidos los protones, si deberían repelerse? Existen en la naturaleza fuerzas muy intensas que actúan cuando las partículas nucleares están muy juntas. A modo de pegamento, sostienen unidos a los protones y vencen la repulsión eléctrica de los protones, pero solo cuando están pegados unos con otros. Estas fuerzas intensas llamadas “fuerzas nucleares fuertes” son las fuerzas atractivas que funcionan cuando los protones están muy cerca, es decir, son de corto alcance. Los neutrones, en virtud de su masa, ejercen fuerzas nucleares atractivas, pero como no tienen carga eléctrica, no producen repulsiones y actúan como estabilizadores. Así, la inmensa mayoría de los núcleos atómicos son estables y permanecen enteros.

No obstante, existen núcleos que no son estables, núcleos en donde hay grandes repulsiones entre los protones que lo forman, como este:



Fuente: [Gfycat](#)

En la imagen, podemos ver un modelo de núcleo atómico inestable. Como se puede observar, es un núcleo grande, con muchos protones y neutrones juntos. Su gran tamaño (en relación con las escalas atómicas, claro) produce inestabilidad. Como los protones ya no están tan cerca unos de otros y como son muchos, las fuerzas atractivas no son tan eficientes y las fuerzas repulsivas entre ellos se vuelven muy intensas.

En la naturaleza, los sistemas tienden a alcanzar los estados de menor energía, es decir, propenden a estabilizarse. ¿Cómo logra estabilizarse un núcleo atómico? En la clase 4, veremos cómo este proceso de estabilización nuclear es lo que produce la radiactividad.

En esta oportunidad, se pretende lograr una primera conceptualización de la radiactividad como fenómeno que se origina en la inestabilidad nuclear.

Actividad 1. Desintegrar núcleos

1. Los invitamos a leer [este apunte](#) extraído de la página web del Organismo Internacional de Energía Atómica para registrar cuáles son las formas en que los núcleos de los átomos se desintegran para estabilizarse.



Para tener en cuenta: el Organismo Internacional de Energía Atómica es el principal foro mundial intergubernamental de cooperación científica y técnica en la esfera nuclear. Trabaja en favor de los usos pacíficos y tecnológica y físicamente seguros de la ciencia y la tecnología nucleares, contribuyendo así a la paz y la seguridad internacionales y a los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

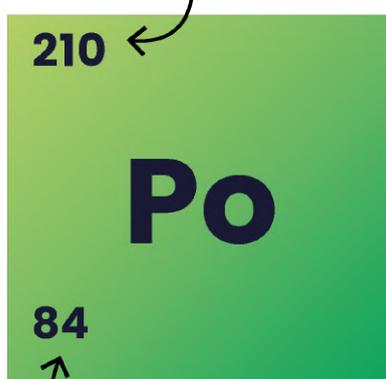


Como verán, la radiactividad está formada por diferentes tipos de emisiones, los rayos α y β que están formados de partículas y la radiación γ . Las tres fracciones constituyen radiación ionizante. De todas maneras, hay que recalcar que no todas las sustancias radiactivas emiten el mismo tipo de radiaciones.

Hay sustancias que son emisores de todos los tipos de radiación como el [radio-226](#), el [polonio](#) y el [uranio](#). Otros elementos son emisores de radiación beta, estos son los utilizados frecuentemente en medicina, como el [iodo-131](#), el [cobalto-60](#) y el [cesio-131](#).

2. Ubiquen en la tabla periódica estos elementos y escriban sus símbolos convencionales aclarando en ellos su composición nuclear, es decir, los valores de Z y A. Por ejemplo:

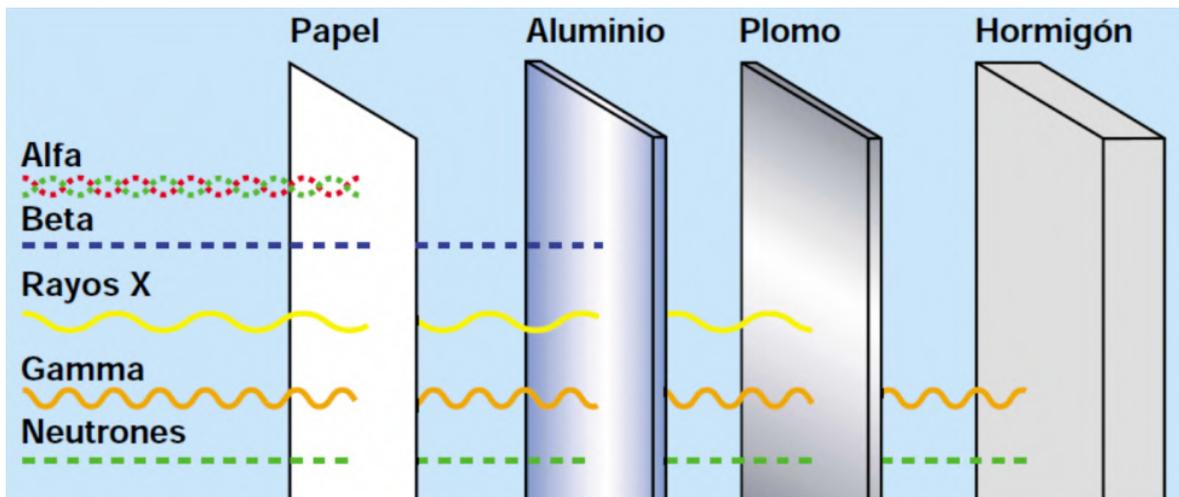
Número másico (A)



Número atómico (Z)

3. Lean esta noticia donde se comenta la historia de un espía que fue asesinado por envenenamiento con Po. Pueden acceder haciendo clic en [este enlace](#).

Las radiaciones α , β y γ pueden tener diferentes efectos sobre el organismo según su origen, intensidad y forma de contacto. En esta imagen, se pueden observar las diferentes capacidades de penetración que tienen las distintas radiaciones que vimos.

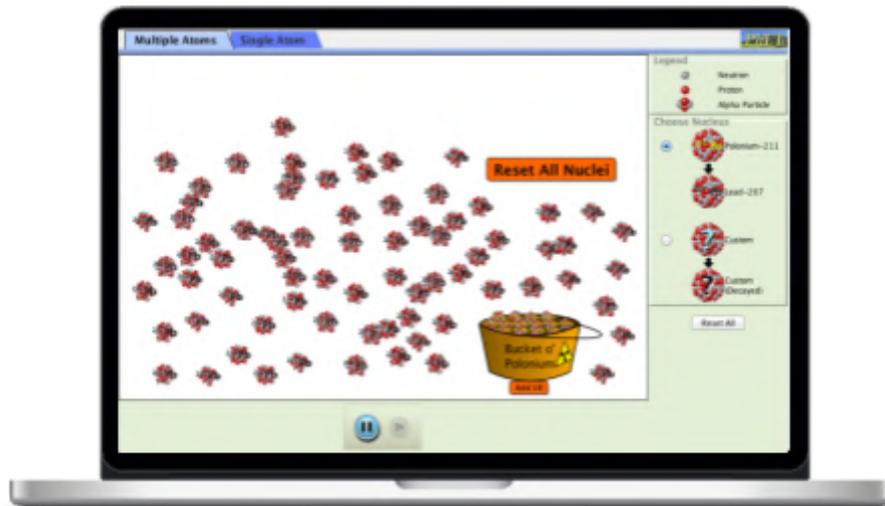


Fuente: [Universidad de Córdoba - España](#)

4. A partir del diagrama presentado, discutan en grupos las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué el Po resultó letal en tan poco tiempo para el espía asesinado?
- ¿Por qué los cuadernos y efectos personales de Marie Curie son peligrosos todavía si queremos tocarlos?

Ahora, ¡vamos a desintegrar núcleos! Como no podemos ver a los átomos ni a sus núcleos vamos a utilizar un simulador en el que manipularemos virtualmente a las partículas.



Para hacer esta actividad, se requiere contar con computadoras, celulares o tablets y acceso a internet. Se puede descargar una versión del programa en Java para utilizar sin conexión. La actividad puede ser resuelta en grupos pequeños de acuerdo con la cantidad de dispositivos disponibles.

Este tipo de simuladores brinda la posibilidad de modelizar entidades submicroscópicas inaccesibles para los sentidos. Como siempre que se trabaja con modelizaciones, se debe tener la precaución de aclarar las limitaciones de los modelos, puesto que estos no son el sistema, sino una representación limitada. Los estudiantes no deberían pensar que los átomos se pueden ver y/o manipular de esta manera, en el simulador se presentan así para entender mejor cómo ocurre el fenómeno en estudio.

Se llamará la atención sobre la identidad del átomo con que se está trabajando, el polonio, que fue uno de los elementos descubiertos por Marie Curie.

Pistas para usar el simulador:

1. Ingresen a [este enlace](#).
2. Seleccionen la pestaña para un solo átomo. En la pantalla aparecerá un núcleo de Po (polonio). Si dejan transcurrir el tiempo, verán que en algún momento el núcleo emite una partícula α .



¿Cómo se llama el átomo radiactivo que se utiliza en el simulador? ¿En qué átomo se convierte? Escriban los símbolos convencionales que reflejen la composición nuclear de cada uno de los átomos en juego antes y después de las desintegraciones.

El plomo-207 es un átomo estable. De hecho, todos los elementos que están más allá del plomo en la tabla periódica son radiactivos y tenderán a emitir partículas alfa para estabilizarse. Como pierden protones y neutrones, se transforman en otros elementos.

En este simulador, solo se considera la emisión alfa para núcleos pesados. Según el alcance deseado para esta secuencia didáctica, se puede proponer plantear las ecuaciones nucleares para el decaimiento del Po.

Ahora, prueben con múltiples átomos. Pueden agregar hasta 10 al tablero, pero recuerden que en un gramo de polonio hay millones y millones de átomos (285308056840000000000000 átomos para ser más exactos, en notación exponencial serían $2,85 \times 10^{23}$ átomos).

¿De qué manera se producen las emisiones? ¿Son todas al mismo tiempo? ¿Qué pasaría si tuvieran millones de átomos? Considerando esto, ¿por qué las sustancias radiactivas tardan tanto tiempo en desintegrarse completamente?

Es importante resaltar la naturaleza aleatoria del decaimiento radiactivo. Cuando hay numerosos átomos, estos van emitiendo partículas alfa o beta en diferentes tiempos. En una muestra de 1 g de Po hay $2,85 \times 10^{21}$ átomos y, por lo tanto, demora mucho tiempo en decaer. En una muestra de polonio-109, por ejemplo, se demorará más de 100 años en que la mitad de sus átomos se desintegran. De acuerdo con la vida media de cada isótopo, algunos lo hacen más rápido y otros más lento.

Para otro alcance, se ofrece en este [enlace](#) el simulador que muestra el decaimiento beta de átomos más livianos como el hidrógeno-3 (tritio) o el carbono-14.

Clase 4. ¿Para qué usamos la radiactividad?

La radiactividad puede tener mala fama. Tal vez, vieron la serie *Chernobyl* y habrán oído de los efectos nocivos que tiene la radiación sobre los seres vivos. También, habrán escuchado acerca de las bombas atómicas que los Estados Unidos (en la Segunda Guerra Mundial) lanzó sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki.

Pero la radiactividad es un fenómeno que también puede usarse con fines pacíficos. Por ejemplo, la generación de energía, los tratamientos médicos, los desarrollos para el agro, etcétera. Es decir, la radiactividad no debería ser vista como un demonio feroz y venenoso, sino que, como todos los desarrollos tecnológicos, debe ser gestionada de manera adecuada para obtener beneficios minimizando sus impactos negativos.

¿Cómo se gestiona la tecnología nuclear en nuestro país? ¿Sabían que la República Argentina es uno de los países que conforman la OIEA? Desde 1957, es parte de este comité internacional y ha participado activamente en proyectos de cooperación técnica y proyectos coordinados de investigación del OIEA. En nuestro país, funciona la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), organismo dependiente del Ministerio de Energía y Minería dedicada al desarrollo pacífico de la energía nuclear, que acompaña el crecimiento de sectores como la educación, el agro, la industria y la medicina. Los invitamos a explorar la [página web de la CNEA](#) y hacer un listado de los usos seguros de la radiactividad en la Argentina.

Este mapa de la República Argentina muestra la distribución de diferentes instalaciones relacionadas con la aplicación de tecnologías nucleares en el territorio.



Fuente: Argentina.gob.ar

Para aprender más sobre la industria nuclear en la Argentina, pueden ver estos videos:

- *El mapa de la Argentina nuclear.* Pueden acceder en [este enlace](#).
- *Reactores y medicina nuclear.* Pueden acceder en [este enlace](#).

Ubiquen en el mapa cuáles son las instalaciones y las aplicaciones que se desarrollan en Córdoba. Registren los nombres en sus cuadernos.

Para aprender más sobre la vida y el trabajo de Marie Curie, compartimos estos materiales.

En estos enlaces, pueden explorar algunas de las características de estas instalaciones:

- Planta de producción de dióxido de uranio Dioxitex (empresa dependiente de CNEA). Pueden acceder en [este enlace](#).
- Central Nuclear de Embalse. Pueden acceder en [este enlace](#).
- Reactor experimental escuela RA-0. Pueden acceder en [este enlace](#).
- INVAP. Pueden acceder en [este enlace](#).

Revisen estas páginas web. Con Google Maps, investiguen su ubicación geográfica: pueden imprimir capturas de los mapas o usar un mapa de Córdoba en papel y ubicar las instalaciones.

¿Viven cerca de alguna de ellas? ¿De cuál? ¿Conocen algo sobre su funcionamiento? ¿Cuáles son las regulaciones que vigilan el funcionamiento seguro de dichas instalaciones? ¿De qué manera se disponen sus efluentes y residuos?

La mayor parte de la información circulante en los medios y las redes respecto de la radiactividad alude al armamento nuclear y los efectos sobre la salud y el ambiente causados por la mala gestión de esta tecnología. Todo esto ha contribuido a desarrollar representaciones mentales negativas sobre la radiactividad. No obstante, la adecuada alfabetización científica implica reconocer de manera crítica saberes sobre los aspectos positivos y negativos de las innovaciones tecnológicas. Con esta actividad, se pretende mostrar diferentes aristas de las aplicaciones de la radiactividad para desarrollar opiniones críticas y fundamentadas sobre un tema polémico.

Clase 5. Cierre

Para finalizar este recorrido, les proponemos un juego de roles en el cual se deberá debatir la instalación de un nuevo reactor nuclear en un territorio hipotético. Las instalaciones se harán respetando los acuerdos y las normativas internacionales de seguridad y control. El reactor abastecerá de energía a una importante región del país y producirá numerosos subproductos necesarios para la medicina nuclear. Además, servirá como reactor experimental para investigación.

Se van a dividir en grupos que representarán diversos actores sociales:

- Representantes de la comisión de energía atómica del país.
- Representantes de organizaciones ambientalistas.
- Representantes políticos (municipio, provincia, país).
- Representantes de las universidades y las entidades de salud.
- Representantes de las industrias aledañas que requieren de energía para funcionar.

Cada grupo preparará un texto en el que exponga claramente sus aportes al debate, para lo cual deberán leer atentamente documentos que avalen sus posturas.

Luego de preparar estos textos, se organizará una reunión entre los diversos actores que expondrán oralmente estos puntos a favor o en contra de la instalación propuesta. El docente será moderador del debate. Al finalizar la sesión de debate deberán redactar un acta-acuerdo en la que se exponga el resultado final del debate comentando qué decisión se tomó, en qué se fundamentó la misma y qué condiciones se fijaron.

En esta actividad, los estudiantes deberán recuperar los saberes que se hayan construido a lo largo de la secuencia para poder argumentar acerca de la postura que les toca defender. Con esta estrategia, se coloca al estudiante como verdadero protagonista porque deberá utilizar adecuadamente el conocimiento sobre la tecnología nuclear. El juego se convierte en una plataforma que permite establecer espacios de diálogo a través del trabajo colaborativo, ya que se favorecen las estrategias cognitivo-lingüísticas como las de interpretación y argumentación que propician la construcción del conocimiento significativo.

El debate habilita que los estudiantes investiguen sobre un tema coyuntural como lo es la tecnología nuclear, preparen argumentos lógicos, ejerciten su capacidad para escuchar perspectivas diferentes y para distinguir opiniones subjetivas de aquellas basadas en evidencias sólidas, realicen preguntas relevantes, integren información pertinente y formulen asertivamente las propias opiniones.

Para dirigir el debate, se recomienda que el o la docente mantenga un equilibrio en las posturas que se exponen buscando un acuerdo racional entre las partes y correctamente fundamentado en los principios teóricos de la ciencia. Es importante que el intercambio sea respetuoso y crítico, y que evite el fanatismo y las posturas extremistas.

Referencia

Galindo, A. (13 de mayo de 2022). ¿Qué es la radiación? Recuperado de <https://bit.ly/3qHuspo>

FICHA TÉCNICA

Actividad: Marie Curie y la radiactividad

Nivel: Secundario

Curso sugerido: 6.º año (4.º año en la Orientación en Ciencias Naturales)

Espacio curricular: Química

Eje curricular: Los materiales en la sociedad

Objetivos:

- Interpretar, tanto a nivel macroscópico como submicroscópico, las principales reacciones químicas presentes en el ambiente.
- Profundizar el reconocimiento y la interpretación de aportes de los diferentes modelos propuestos a lo largo de la historia de la química.
- Caracterizar materiales —naturales y sintéticos— y relacionar sus estructuras internas con sus propiedades y usos.

Aprendizajes y contenidos:

- Interpretación de las reacciones nucleares.
- Identificación de los elementos radiactivos, reconociendo su importancia y el uso de los isótopos.
- Identificación e interpretación de procesos químicos naturales y antropogénicos que inciden en el medio ambiente.

Sobre la producción de este material

Los materiales de *Hacemos Escuela* se producen de manera colaborativa e interdisciplinaria entre los distintos equipos de trabajo.

Autoría: María Soledad Martínez

Didactización: Nadia Gonnelli

Corrección literaria: María Carolina Olivera

Diseño: Carolina Cena

Coordinación de *Hacemos Escuela*: Fabián Iglesias

Coordinación de producción: María Florencia Scidá

Citación:

Martínez, M. S. y equipos de producción del ISEP. (2023). Marie Curie y la radiactividad. *Hacemos Escuela*. Para el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

*Este material está bajo una licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.*



La Comunidad de prácticas es un espacio de generación de ideas y reinención de prácticas de enseñanza, donde se intercambian experiencias para hacer escuela juntos/as. Los/as invitamos a compartir las producciones que resulten de la implementación de esta propuesta en sus instituciones y aulas, pueden enviarlas a: tuescuelaencasa@isep-cba.edu.ar



Los contenidos que se ponen a disposición en este material son creados y curados por el Instituto Superior de Estudios Pedagógicos (ISEP), con el aporte en la producción de los equipos técnicos de las diferentes Direcciones Generales del Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba.