

## Mejorar el mundo a través del átomo



**Asignaturas:** Física y Química



**Nivel:** 2º y 3º de ESO



**Duración:** 3 sesiones de 45 minutos



**Enlace:** <https://www.agenciasinc.es/Visual/Ilustraciones/Lise-Meitner-la-olvidada-pionera-de-la-fision-nuclear>

### Descripción general

El descubrimiento de la fisión nuclear realizado por Lise Meitner y Otto Hahn en 1938 abrió un nuevo campo de estudio e investigación en la búsqueda de aplicaciones de este nuevo conocimiento. A pesar del papel fundamental de Lise en el descubrimiento de la fisión nuclear, Otto recibió el Premio Nobel de Química en 1944 en solitario "por su descubrimiento de la fisión de núcleos pesados".

Esta propuesta permitirá al alumnado acercarse a la comprensión de la estructura atómica de los elementos, los isótopos y sus diversas aplicaciones científicas y tecnológicas, así como descubrir el importante papel que han jugado y juegan las mujeres en el desarrollo del conocimiento científico.

### Objetivos

- Valorar del desarrollo científico y tecnológico en el campo de la radioactividad que repercuten en beneficios para la sociedad.
- Fomentar el sentido crítico del alumnado con respecto al uso, manipulación y almacenamiento de materiales radioactivos. Favorecer la reflexión e intercambio de ideas, el trabajo en equipo y la argumentación como parte de la actividad científica.
- Extraer las ideas relevantes de un documento de divulgación científica y desarrollar opiniones basadas en las evidencias y el conocimiento científico actual.

## Relación del recurso con el currículum escolar:

Física y Química. 2º y 3º de ESO		
Bloque 1. La actividad científica		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.	<p>5. Interpretar la información sobre temas científicos de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación.</p> <p>6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.</p>	<p>5.1. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.</p> <p>5.2. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales.</p> <p>6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones.</p> <p>6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.</p>

Física y Química. 2º y 3º de ESO		
Bloque 2. La materia		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Estructura atómica. Isótopos. Modelos atómicos.	<p>6. Reconocer que los modelos atómicos son instrumentos interpretativos de las distintas teorías y la necesidad de su utilización para la interpretación y comprensión de la estructura interna de la materia.</p> <p>7. Analizar la utilidad científica y tecnológica de los isótopos radiactivos.</p>	<p>6.1. Representa el átomo, a partir del número atómico y el número másico, utilizando el modelo planetario.</p> <p>6.2. Describe las características de las partículas subatómicas básicas y su localización en el átomo.</p> <p>6.3. Relaciona la notación <math>{}^A_ZX</math> con el número atómico, el número másico determinando el número de cada uno de los tipos de partículas subatómicas básicas.</p> <p>7.1. Explica en qué consiste un isótopo y comenta aplicaciones de los isótopos radiactivos, la problemática de los residuos originados y las soluciones para la gestión de los mismos.</p>

Contesta libremente. No son preguntas para evaluarte, sino para motivar y generar un pequeño debate en clase.

1

En la siguiente efeméride sobre *Lise Meitner*, la olvidada pionera de la fisión nuclear <https://www.agenciasinc.es/Visual/Ilustraciones/Lise-Meitner-la-olvidada-pionera-de-la-fision-nuclear>, encontrarás una breve reseña biográfica de esta científica. ¡Léela con mucha atención e intenta contestar a las siguientes preguntas! Vais a trabajar por parejas o pequeños grupos de forma que las respuestas sean consensuadas.

a) ¿Sabrías decir a qué se refieren los siguientes términos?

**Física nuclear**

**Fisión nuclear**

**Radioactividad**

**Física nuclear:** estudia la estructura, las propiedades y el comportamiento de los núcleos atómicos, así como de las interacciones que se producen en el interior del núcleo atómico, entre otros núcleos o entre núcleos y partículas subatómicas.

**Fisión nuclear:** es la reacción en la que un núcleo de un átomo pesado se divide en dos o más núcleos más ligeros.

**Radioactividad:** es el fenómeno de emisión de partículas o radiación electromagnética que se produce en los núcleos atómicos inestables.

b) ¿Podrías indicar algún uso de la fisión nuclear o de la radioactividad?

Las preguntas a y b pueden servir como evaluación inicial. Al finalizar la propuesta puede indicarse al alumnado que revise lo que había escrito momento y lo compare con lo que escribiría ahora. Es posible que las aplicaciones de la manipulación atómica que conozca el alumnado estén referidas a la fabricación de bombas y como combustible de las centrales nucleares. No obstante, a lo largo del desarrollo de la propuesta se irán conociendo muchas otras aplicaciones.

c) En la lectura podemos apreciar unas pequeñas pinceladas de la vida de Lise Meitner. En esas líneas de texto se reflejan algunas grandes dificultades por las que pasó esta científica. Elaborad una lista de estas dificultades y después debatid en clase si creéis que esas situaciones podrían ocurrir en la actualidad.

En la actualidad existen muchas iniciativas con el objetivo de dar visibilidad al papel de la mujer en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Una de estas iniciativas es **#NoMoreMatildas** que se describe brevemente en este vídeo: <https://youtu.be/uV9SN-Dkbuw>.

2

Utilizando la siguiente aplicación, trabajando por parejas, podéis simular la construcción de átomos:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html)

Para ello disponéis de bolitas de distintos colores que representan las partículas subatómicas: protones, neutrones y electrones.

Maximiza las ventanas de “Carga neta” y “Número másico”, haciendo clic en el símbolo + correspondiente, de forma que te encontrarás una pantalla como la siguiente:

Imagen: captura de la página 'Construye un átomo' de Phet

Tendrás que ir arrastrando las bolitas que representan esas partículas, como se va indicando más adelante, y deberás completar la siguiente tabla:

Número de protones	Número de electrones	Número de neutrones	Nombre del elemento	Carga neta	Número másico

Con cada uno de los puntos siguientes, deberás completar una fila de la tabla:

1. Coge un protón y colócalo en el centro de esa estructura de círculos (¡y completa una fila de la tabla antes de pasar al siguiente punto!).
2. Coge un electrón e incorpóralo.
3. Coge un neutrón e incorpóralo.
4. Coge otro neutrón e incorpóralo.
5. Coge un nuevo neutrón e incorpóralo.
6. Ahora, incorpora un protón más.
7. Incorpora un electrón más.

A partir del análisis de la tabla que habéis obtenido tratad de responder a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Veis alguna relación entre el número de protones y el elemento del que se trata?

- b) ¿Encontráis alguna relación entre el número de neutrones y el elemento del que se trata?
- c) ¿Qué significado puede tener el número másico?
- d) ¿Hay alguna relación entre el número de neutrones y el número másico?
- e) Analizad los resultados que habéis obtenido en la tabla sobre la carga neta y obtén conclusiones.

Finalmente, ponedlo en común en clase.

Si ha seguido correctamente los resultados, el alumnado obtendrá una tabla como esta:

Número de protones	Número de electrones	Número de neutrones	Nombre del elemento	Carga neta	Número másico
1	0	0	H	+1	1
1	1	0	H	0	1
1	1	1	H	0	2
1	1	2	H	0	3
1	1	3	H	0	4
2	1	3	He	+1	5
2	2	3	He	0	5

A partir del análisis de los resultados se pueden extraer, entre otras, las siguientes conclusiones:

- a) Cada elemento viene caracterizado por el número de protones.
- b) El número de neutrones no está relacionado con el elemento del que se trata.
- c) El número másico representa el número de protones y neutrones.
- d) No hay una relación de proporcionalidad directa, cada vez que añadimos un protón o un neutrón, el número másico aumenta en una unidad.
- e) Se aprecia que los protones tienen carga neta +1 y los electrones carga -1. Cuando hay el mismo número de protones y de electrones, el átomo es neutro.

Una vez discutidas estas conclusiones y otras relaciones que se puedan haber encontrado se puede indicar al alumnado que: *los átomos que difieren únicamente en el número de neutrones se llaman isótopos*, indicando al mismo tiempo que ese número de protones que caracteriza al elemento es el número atómico.

Como ampliación, puede preguntarse al alumnado: ¿qué ocurre si añado o quito electrones? ¿Qué cantidades cambian? Y así se apreciará que no se modifica ni el elemento ni el número másico, lo que cambia es la carga neta (esto permite que el alumnado construya distintos iones).

Por último, puede indicarse al alumnado que seleccione la casilla Estable/Inestable. En caso de que el átomo sea inestable, significa que, en caso de formarse, su tiempo de vida puede ser muy pequeño y que se “romperá”. En la siguiente simulación, el alumnado podrá construir los isótopos de distintos elementos y comprobar si son estables o inestables:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_es.html).

- 3 a) En el siguiente vídeo, podrás apreciar lo que ocurre con algunos átomos si son o si se vuelven inestables (cuando ganan un protón, por ejemplo). El ejemplo que se muestra es el del átomo de Uranio y su aplicación a la obtención de energía en las centrales nucleares: <https://youtu.be/V8mnJ5ri28w>.

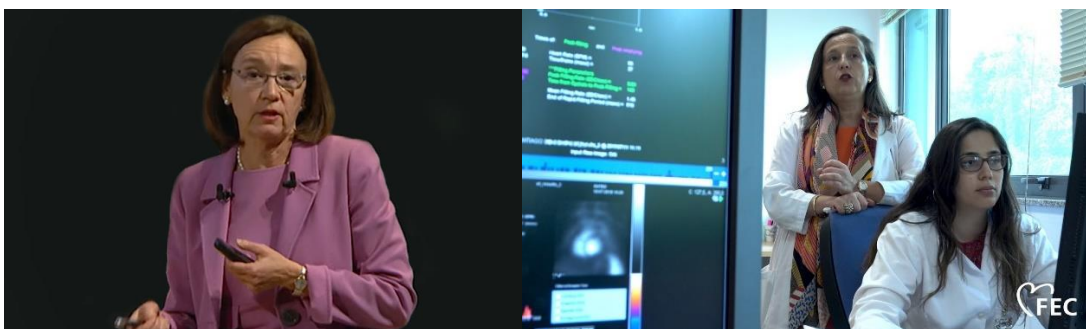
¿Sabrías definir ahora, con el ejemplo mostrado en el vídeo, qué es una reacción nuclear de fisión? ¿Cómo se origina la reacción de fisión del Uranio y qué resultados se producen?

El interés de este vídeo está en que revisa algunos modelos atómicos y, aunque menciona el modelo de orbitales atómicos, puede aprovecharse para comentar con el alumnado que en ciencia siempre se trabaja con modelos, que son simplificaciones de la realidad y que a medida que vayan profundizando en el conocimiento de la naturaleza los modelos que utilicen serán cada vez más complejos. También resulta interesante que el vídeo muestra una imagen del núcleo atómico como un objeto que no es rígido. La reacción de fisión que se presenta es la del núcleo de Uranio, que se vuelve inestable cuando se bombardea con un neutrón fisionándose en otros núcleos (Kriptón y Bario), emitiendo además tres neutrones (que podrán iniciar una reacción en cadena) y además liberando energía.



b) Para María José García Borge, física nuclear española, “*La física nuclear ofrece una gran riqueza de conocimiento y de tecnología para la sociedad*”. En este vídeo María José cuenta alguna de las aplicaciones de la investigación de isótopos radiactivos o radioisótopos a la medicina: <https://youtu.be/Dps5DRT3Bbg>.

En este otro vídeo, <https://youtu.be/948fwW5VuUk>, la Dra. Virginia Pubul Núñez, del Servicio de Medicina Nuclear del H.C.U. de Santiago de Compostela nos cuenta a su vez aplicaciones de los isótopos radioactivos.



Izquierda: María José García Borge; imagen Fundación BBVA. Derecha: Virginia Pubul Núñez; imagen Fundación Española del Corazón. Dos científicas que investigan las aplicaciones de los isótopos radioactivos.

¿Conocías estas aplicaciones de los radioisótopos? Buscad información sobre las aplicaciones de los isótopos radioactivos en otros ámbitos.

En los vídeos seleccionados se muestran aplicaciones médicas (e investigaciones médicas) en las que se utilizan radioisótopos. Se puede permitir al alumnado que busque otras aplicaciones y, llegado el caso, indicarle algunos ejemplos, como las que se pueden ver en este documento de Foro Nuclear, <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-fisica-nuclear/que-son-los-radioisotopos/>, y en la página de FAO pueden verse específicamente 7 aplicaciones a la agricultura: <https://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1039646/>.

c) Un inconveniente del uso de radioisótopos es que una parte de los materiales sigue manteniendo su actividad radioactiva durante un tiempo más o menos largo. ¿Qué se puede hacer con estos materiales para que no perjudiquen nuestra salud? En el siguiente vídeo te cuentan el proceso de tratamiento de estos materiales: <https://youtu.be/gVGkV2vOGQY>. Elabora un pequeño esquema con la información del vídeo y discute sobre las ventajas y/o inconvenientes en los tratamientos propuestos.

En el vídeo se muestra brevemente el tratamiento de los residuos y su posterior almacenaje según sean desechos de baja actividad, de media actividad o de alta actividad. Los largos tiempos de actividad de los materiales en muchos casos y su peligrosidad requiere que sean almacenados en regiones que se estimen geológicamente estables. Más información sobre el almacenamiento en este documento: <https://www.xataka.com/energia/asi-se-entierran-residuos-radiactivos-como-cementerios-nucleares-dentro>

d) Si os hicieran la siguiente pregunta: *Si, en algún cataclismo, se destruyera todo el conocimiento científico pero tuviéramos la oportunidad de transmitirle una sola frase a las siguientes generaciones, ¿cuál debería ser esa oración? ¿Cuál sería vuestra respuesta?*

e) Para Richard Feynman, un extrovertido y prolífico físico teórico, que además recibió un Premio Nobel y que trabajó en el desarrollo de las primeras bombas nucleares (<https://www.agenciasinc.es/Visual/Ilustraciones/Richard-Feynman-el-Nobel-que-tocaba-los-bongos>), ¿te imaginas cuál sería la respuesta a esa pregunta? Buscad información y compartidla con la clase.

Para las dos últimas preguntas, las repuestas del alumnado pueden ser muy dispares y creativas, y valdrá la pena discutir las en el aula. Para que el alumnado sea consciente de la importancia del concepto atómico, la respuesta que dio Feynman fue: *"Creo que es la hipótesis atómica (o el hecho atómico, o como quieran llamarlo) que todas las cosas están hechas de átomos: pequeñas partículas que se mueven en movimiento perpetuo, atrayéndose entre sí cuando están a poca distancia, pero repeliéndose cuando se les trata de apretar una contra la otra". ¿Por qué? "En esa sola frase hay una enorme cantidad de información sobre el mundo, si solo se aplica un poco de imaginación y pensamiento"* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53240219>.

4

a) El 9 de julio de 1955 se dio a conocer el Manifiesto Russell-Einstein en el que muchos de los científicos que participaron en el desarrollo de las primeras bombas nucleares firmaban una declaración que finalizaba como:

*“Ante el hecho de que en cualquier futura guerra mundial se emplearían con certeza armas nucleares, y que tales armas amenazan la continuidad de la humanidad, instamos a los gobiernos del mundo para que entiendan, y reconozcan públicamente, que sus propósitos no podrán lograrse mediante una guerra mundial, y les instamos, en consecuencia, a encontrar medios pacíficos que resuelvan todos los asuntos de disputa entre ellos”.*



El manifiesto Russell-Einstein pide el desarme nuclear. Imagen: Agencia SINC,  
<https://www.agenciasinc.es/Visual/Ilustraciones/El-9-de-julio-de-1955-el-manifiesto-Russell-Einstein-pide-el-desarme-nuclear>

Organiza un pequeño debate en el aula en el que se intercambien opiniones sobre las ventajas y los inconvenientes del uso de la energía nuclear y la manipulación del átomo.

Son preguntas abiertas de respuesta libre. Se puede orientar el debate hacia los beneficios que aporta al bienestar de la sociedad la manipulación del átomo y la importancia de que la humanidad prime esto sobre otros usos, incluyendo la importancia de una gestión adecuada de los residuos que se producen. Es también una oportunidad para que el alumnado reflexione sobre las implicaciones sociales y éticas de la ciencia.

b) Para cerrar esta propuesta, te invitamos a que visualices el siguiente vídeo, que permite profundizar un poco más en la carrera científica y personal de Lise Meitner:

<https://youtu.be/ORdk2Q2Ns7k>. Escribe una reflexión a partir de su visualización en una sola frase y compártela con tus compañeras y compañeros.

**El vídeo de Lise Meitner habla por sí solo. Las múltiples dificultades y persecuciones personales y profesionales superadas gracias a su tesón y buen talento.**

## Bibliografía/Más información

Lise Meitner, la científica que descubrió la fisión nuclear. Mujeres con Ciencia.

<https://mujeresconciencia.com/2015/03/04/lise-meitner-la-cientifica-que-descubrio-la-fision-nuclear/>

Entendiendo la tabla periódica. UBUinvestiga. <https://youtu.be/FqZ3BSeu1d0>

Fisión y fusión nuclear. Juan Carlos Gutierrez. <https://youtu.be/m8sj5OEz1js>

Nuclear 6: La radiactividad natural. Física en pastillas. <https://youtu.be/GYcpgT4Hbng>

“La física nuclear ofrece una gran riqueza de conocimiento y de tecnología para la sociedad”, dice María José García Borge. Fundación BBVA. <https://www.fbbva.es/noticias/la-fisica-nuclear-ofrece-una-gran-riqueza-conocimiento-tecnologia-la-sociedad-dice-maria-jose-garcia-borge/>

Historia de la pregunta Feynman. Onda Cero. [https://www.ondacero.es/programas/mas-de-uno/audios-podcast/historiad/pregunta-feynman\\_202007215f16b1d38fbe650001d1b67e.html](https://www.ondacero.es/programas/mas-de-uno/audios-podcast/historiad/pregunta-feynman_202007215f16b1d38fbe650001d1b67e.html)

Una declaración sobre armas nucleares. Filosofía en español.

<https://www.filosofia.org/cod/c1955rus.htm>

Recordando a Lise Meitner. <https://recordandoalise.es/>