

Siguiendo el rastro del carbono-14



Asignatura: Física



Nivel: 2º Bachillerato



Duración: 2 sesiones de 45 minutos



Enlace: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-primeros-Homo-sapiens-se-asentaron-en-el-interior-de-la-Peninsula-incluso-en-los-momentos-mas-frios-de-la-ultima-glaciacion>

Descripción general

La física tiene infinidad de aplicaciones a todas las áreas científicas. En esta propuesta se trata la aplicación de la física nuclear al análisis y datación de muestras obtenidas en la excavación arqueológica del yacimiento de Peña Capón (Muriel-Tamajón, Guadalajara). A través de la técnica de datación por carbono-14, el equipo científico coordinado por la Universidad de Alcalá obtiene datos experimentales de la ocupación del interior de la península por Homo sapiens mucho antes de lo que se suponía. Además del carbono-14, otros radioisótopos tienen aplicaciones en ámbitos muy diversos.

Objetivos

- Conocer las aplicaciones científicas y tecnológicas de las técnicas de análisis de basadas en el isótopo carbono-14 y del uso de otros radioisótopos.
- Comprender la ciencia como una disciplina en revisión continua que se construye con la aportación de muchas personas que se dedican a la ciencia.
- Valorar las dificultades personales y laborales de las mujeres que eligen una carrera científico-tecnológica.
- Apreciar que el conocimiento científico y tecnológico repercute en productos y servicios que mejoran la calidad de vida de las personas.
- Favorecer el intercambio de ideas y reflexiones, el trabajo en equipo y la argumentación como parte de la actividad científica.
- Entender las dificultades que entraña la obtención de datos experimentales y que toda medida de cualquier magnitud física lleva inherente una incertidumbre.

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
Estrategias propias de la actividad científica. Tecnologías de la Información y la Comunicación.	1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica. 2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.	1.3. Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fenómeno y contextualiza los resultados. 1.4. Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos y tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios físicos subyacentes. 2.2. Analiza la validez de los resultados obtenidos y elabora un informe final haciendo uso de las TIC comunicando tanto el proceso como las conclusiones obtenidas. 2.3. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica existente en internet y otros medios digitales. 2.4. 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.

Física y Química. 2º y 3º de ESO		
Bloque 6. Física del siglo XX		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Física Nuclear. La radiactividad. Tipos	<p>13. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración.</p> <p>14. Valorar las aplicaciones de la energía nuclear en la producción de energía eléctrica, radioterapia, datación en arqueología y la fabricación de armas nucleares.</p>	<p>13.1. Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos.</p> <p>13.2. Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas.</p> <p>14.2. Conoce aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina.</p>

1

Lee con atención la noticia <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-primeros-Homo-sapiens-se-asentaron-en-el-interior-de-la-Peninsula-incluso-en-los-momentos-mas-frios-de-la-ultima-glaciacion> e intenta responder a las siguientes preguntas:

a) ¿Cuándo sitúa el artículo el asentamiento de los primeros grupos de *Homo sapiens* en la península? ¿Por qué crees que el dato de estos asentamientos es un intervalo tan amplio?

En el artículo se comenta que los grupos de cazadores-recolectores ocuparon la región entre hace al menos 26.1000 y 23.800 años. Toda medida en ciencia se acompaña siempre de cierta incertidumbre o error, por ello es habitual expresar una medida como un intervalo que contiene al valor que debe ser exacto pero no se conoce. En realidad, si pensamos esas cifras en miles de años, ¡la diferencia entre 26,1 y 23,8 ya no parece tan grande!

b) ¿Qué crees que aporta principalmente la investigación sobre la que versa la noticia al conocimiento científico actual?

El artículo aporta información novedosa sobre el comienzo de la ocupación del interior peninsular, situándolo entre hace al menos 26.100 y 23.800 años, independientemente de la variabilidad climática y ambiental, desafiando así la hipótesis ampliamente aceptada de que el riesgo ecológico obstaculizó el asentamiento humano de las tierras altas del interior ibérico desde la primera llegada de humanos modernos al suroeste de

Europa. Este es un pequeño ejemplo que permite mostrar una imagen de la ciencia cambiante y en evolución, donde el conocimiento científico se encuentra en continua revisión.

c) ¿Mediante qué técnica se han analizado las muestras de hueso y carbón de los que habla el artículo?, ¿te resulta familiar? Busca información sobre los principios en los que se basa esa técnica.

Una técnica de datación de restos orgánicos es la datación por radiocarbono o carbono-14, que es radiactivo y se desintegra en nitrógeno. El carbono-14 se produce en la atmósfera por la intervención de los rayos cósmicos y es asimilado por las plantas a través de la fotosíntesis, siendo incorporado a los animales a través de la ingestión de los vegetales en un flujo continuo hasta que el organismo muere. Hasta ese momento, la relación entre isótopos, carbono-14/carbono-12, se mantenía constante. A partir de la muerte del organismo, con el tiempo va disminuyendo la concentración de carbono-14. Este isótopo tiene una semivida (tiempo que transcurre hasta que la cantidad de átomos de carbono-14 en la muestra se ha reducido a la mitad) de 5730 ± 40 años, por lo que, conociendo la cantidad de carbono-14 o la proporción entre isótopos en una muestra, puede determinarse su edad a partir de la ley del decaimiento radiactivo.

2

Como habrás apreciado en las cuestiones anteriores, la técnica de datación por carbono-14 se basa en que esta sustancia es radiactiva. La cantidad de átomos presentes en una muestra, en función del tiempo (t), sigue una ley exponencial llamada Ley de desintegración radiactiva, cuya expresión matemática puede escribirse:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$N(t)$ representa la cantidad de átomos que permanecen sin desintegrarse en el tiempo t .

N_0 representa la cantidad de átomos que había inicialmente en la muestra.

λ es una constante característica de cada material radiactivo y se llama *constante de desintegración radiactiva*. Quizá hayas oído que hay elementos radiactivos que se desintegran más rápido que otros.

Para el caso de la desintegración del carbono-14, podría obtenerse una gráfica como la siguiente:

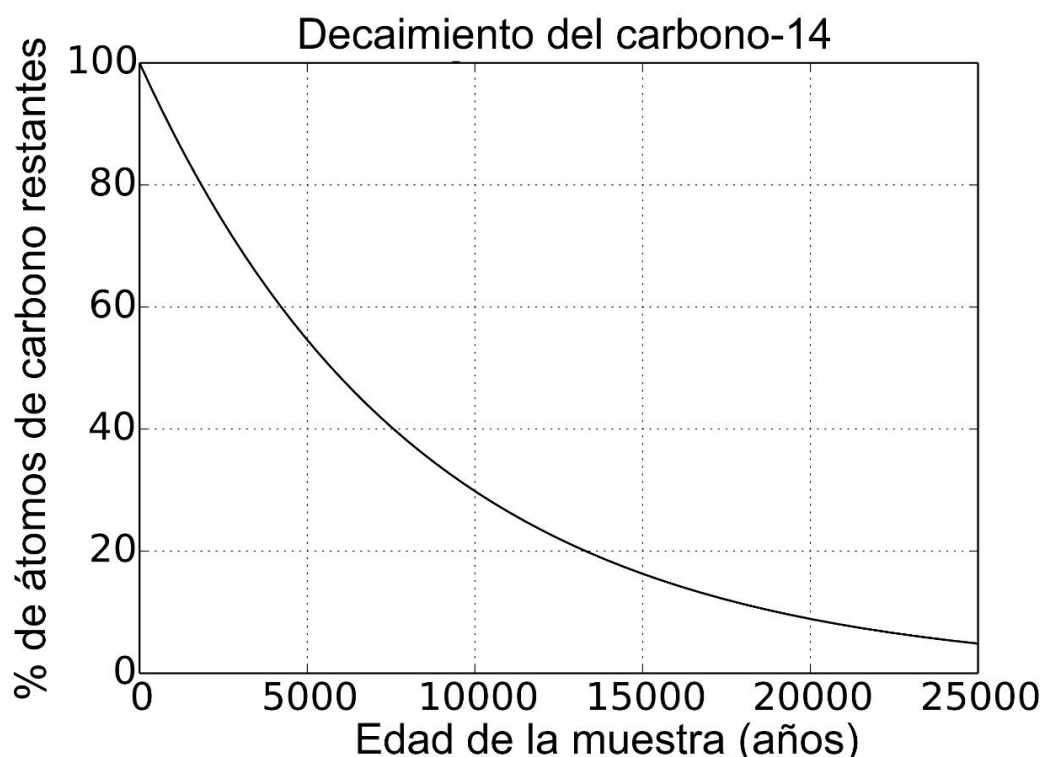


Imagen: Decaimiento del carbono-14. Adaptada de ExeterPaul

- a) A partir de esta gráfica, ¿serías capaz de estimar el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad del carbono-14 a partir de la muerte de un organismo? A ese tiempo que acabas de calcular se le denomina semivida o periodo de semidesintegración.
- b) A partir del intervalo de datación de los restos analizados indicado en el artículo, y tomando un valor medio, ¿qué porcentaje aproximado de átomos de carbono-14 habría en las muestras?

Para la resolución de esta actividad, el profesorado puede sugerir al alumnado que imprima la gráfica y construya él mismo una escala más fina que le permita obtener resultados más precisos. También puede indicarle que, una vez que haya determinado la semivida del carbono-14, busque su resultado en internet para ver lo que se ha aproximado a ese valor, teniendo en cuenta que incluso este tiene una cierta incertidumbre.

Una vez finalizada la actividad, se puede indicar al alumnado que obtenga los resultados analíticamente empleando la expresión matemática de la Ley de desintegración radiactiva. Su desarrollo y la relación entre los parámetros que aparecen puede verse en este documento:

https://www.uv.es/gidprl/c14/el_decaimiento_radioactivo_del_carbono14.html

3

a) Como se ha indicado, el carbono-14 se está generando continuamente en la atmósfera y es asimilado por las plantas durante la fotosíntesis, pasando así a la cadena trófica. Dicho de otra forma, si un producto es elaborado con ingredientes naturales, tendrá un cierto contenido de carbono-14. Sin embargo, si el producto ha sido elaborado de forma sintética, su contenido en carbono-14 será menor o nulo. Teniendo en cuenta esto, ¿qué aplicaciones podría tener el análisis del carbono-14 presente en un producto? Discútelo con tu equipo de trabajo y después ponlo en común con tus compañeras y compañeros.

Entre algunas de las aplicaciones del análisis del carbono-14 puede indicarse el seguimiento del CO₂ producido por la actividad humana. Así, de la combustión de derivados del petróleo se arroja a la atmósfera carbono-12, de forma que en aquellos sitios en los que se acumule, la proporción de este isótopo en la atmósfera será mayor. Puede encontrarse más información en este documento: <http://www.science-things.com/releases/2020/06/200601152158.htm>

Es probable que al alumnado, a partir del enunciado de la actividad, se le ocurra pensar en la aplicación a la detección de productos alimentarios naturales o sintéticos. O incluso para verificar cosméticos y productos de higiene que en su etiquetado indiquen que están elaborados con productos naturales. También se puede obtener más información sobre la trazabilidad y tratamiento del producto, como se muestra en el siguiente vídeo de la Agencia Internacional de Energía Atómica: <https://youtu.be/yLUnMJl9HmY>

b) Además de los isótopos radiactivos del carbono existen muchos otros radioisótopos que tienen aplicaciones en distintos ámbitos. Elabora con tu equipo de trabajo una pequeña lista de aplicaciones y beneficios que aporta su uso. Posteriormente, ponlo en común en clase.

Como puede apreciarse en este documento elaborado por el Foro Nuclear, <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-fisica-nuclear/que-son-los-radioisotopos/>, las aplicaciones de los radioisótopos son muy diversas. Entre ellas se citan las aplicaciones en medicina, en industria y tecnología, en agricultura, en arte, en arqueología, en investigación y en farmacología.

4

Un nombre que puede asociarse fácilmente con el término radiactividad es el de Marie Curie ya que fue una de las pioneras en su estudio. Además, obtuvo dos Premios Nobel, uno en Física, compartido con su marido, Pierre Curie, y con Henri Becquerel «en reconocimiento por los extraordinarios servicios rendidos en sus investigaciones conjuntas sobre los fenómenos de radiación descubiertos por Henri Becquerel» y otro en Química, «en reconocimiento por sus servicios en el avance de la química por el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este elemento».

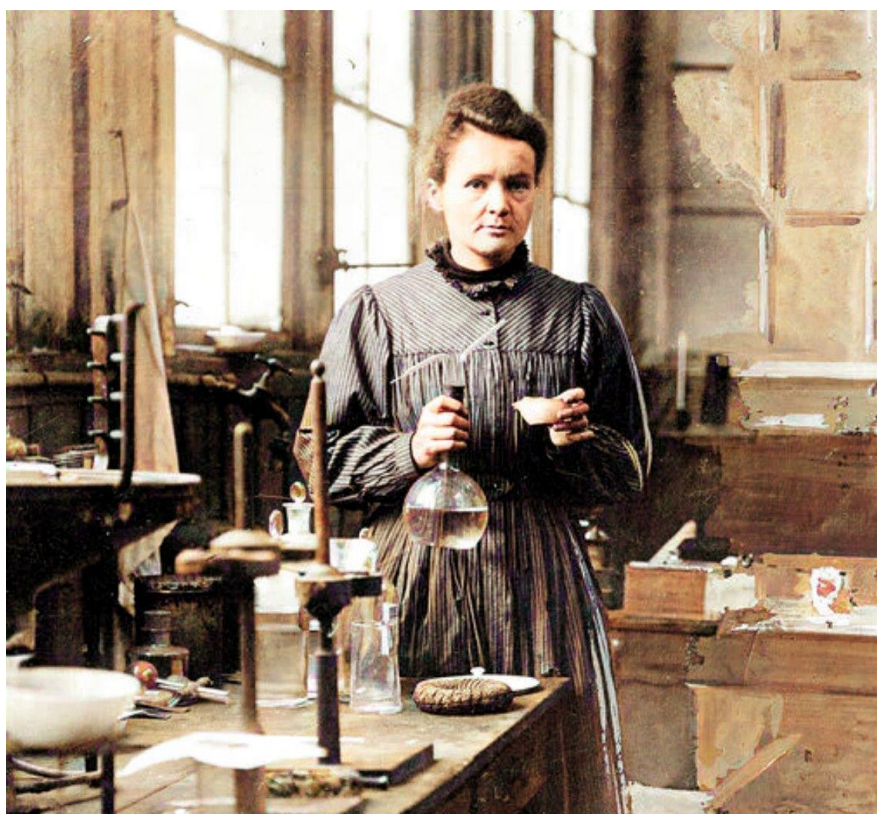


Imagen: Maria Salomea Skłodowska-Curie. Dominio público.

Sin embargo, su carrera científica estuvo llena de grandes dificultades. Te invitamos a que veas este vídeo de TED, *La genialidad de Marie Curie-Shohini Ghose*: https://www.ted.com/talks/shohini_ghose_the_genius_of_marie_curie/transcript?language=es

Una vez que lo hayas visto, analiza las dificultades por las que pasó Marie Curie en su carrera científica. Si Marie Curie hubiera realizado su carrera en la actualidad, ¿crees que habría pasado por los mismos inconvenientes? Con las ideas que concretes con tu equipo se podrá generar un debate en el aula.

En el vídeo se muestran algunos de los sacrificios vividos por Marie Curie persiguiendo sus sueños y sus ideales científicos. La falta de recursos, que hizo que pasara hambre, las dificultades de las mujeres para acceder al conocimiento y a las carreras científicas, y la falta de reconocimiento de las ideas y opiniones de las mujeres, entre otros. Sumado a todo esto, la muerte de su marido y la guerra. Seguramente en la actualidad su situación hubiera sido más fácil que la que vivió, pero todavía hay aspectos que podrían mejorarse. Puede mostrarse al alumnado el siguiente vídeo que aparece en el documento Mujeres ante el techo de cristal publicado por El País https://elpais.com/politica/2018/03/02/actualidad/1520003849_107383.html para generar debate y reflexión.

Bibliografía/ Más información

Datación por carbono-14. EHU. <http://www.ehu.eus/biomoleculas/isotopos/carbono14.htm>

Carbono 14 ¿cómo funciona? PALEOS. <http://paleos-blog.blogspot.com/2016/02/carbono-14-como-funciona.html>

La datación por radiocarbono: el carbono 14. LC HISTORIA. <https://www.lacrisisdelahistoria.com/datacion-radiocarbono-el-carbono-14/>

El carbono y sus isótopos. UV. <https://www.uv.es/gidprl/c14/index.html>

Que es el carbono 14 y como funciona. Beta Analytic. <https://www.radiocarbon.com/espanol/sobre-carbono-datacion.htm>

El radiocarbono ayuda a datar objetos antiguos, pero no es un método perfecto. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/02/radiocarbono-data-objetos-antiguos-pero-no-es-perfecto>

7 disputas arqueológicas que quizás no conoces. BBC NEWS. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160209_ciencia_disputa_edad_materiales_gtg

Carbono-14 para detectar fraudes alimentarios. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/historico/carbono-14-para-detectar-fraudes-alimentarios/>

Isótopos estables contra el fraude alimentario. Higiene Ambiental. <https://higieneambiental.com/higiene-alimentaria/isotopos-estables-contras-el-fraude-alimentario>

La genialidad de Marie Curie. Mujeres con Ciencia. <https://mujeresconciencia.com/2020/06/26/la-genialidad-de-marie-curie/>