



## Incorporación de contaminantes radiactivos al hielo marino

*"Es sabido que las plantas europeas de reprocesamiento de combustible nuclear de Sellafield (Reino Unido) y La Hague (Francia) aportan al medio ambiente radionúclidos tales como el plutonio, el  $^{236}\text{U}$  o el  $^{129}\text{I}$ , entre otros. A pesar de suponer una fuente de contaminación radiactiva medioambiental, también se puede obtener de ellos un beneficio, usándolos como trazadores de procesos oceánicos",* nos hace saber el autor de este estudio, el doctor del CNA, José Manuel Gómez Guzmán.

El océano Ártico se encuentra cubierto por hielo marino estacional, de tal modo que este hielo juega un papel fundamental en el sistema climático global y local, así como en la circulación oceánica.

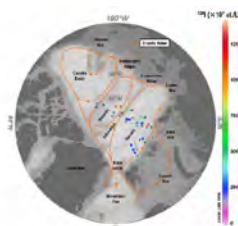
El hielo marino tiene distintas formas de incorporar elementos químicos a su estructura, siendo las más importantes por absorción directa del agua que hay bajo él, por absorción atmosférica o por deposición húmeda. Gracias a esta propiedad del hielo, este se puede emplear para conocer el transporte y redistribución de las distintas sustancias químicas que se encuentran en su interior.

El  $^{129}\text{I}$  es emitido al medio ambiente a través de distintas fuentes, como son las pruebas nucleares atmosféricas, el accidente de Chernobyl o las plantas de reprocesamiento de combustible nuclear europeas. Este aporte al medioambiente aumentó de 20 kg/año a 300 kg/año a partir de los años 90, fundamentalmente debido a la planta de reprocesamiento de combustible nuclear de La Hague, situada en Francia. Aparte de  $^{129}\text{I}$ , las plantas de reprocesamiento de combustible nuclear emiten otra serie de radionúclidos al medioambiente, tales como plutonio,  $^{236}\text{U}$  o  $^{137}\text{Cs}$  entre otros. De la incorpo-

ración de estos elementos radioactivos al medioambiente se puede obtener un resultado positivo, al poder ser usados como trazadores de procesos marinos. En este caso concreto se ha estudiado la zona central del océano Ártico, centrándonos en el radioisótopo  $^{129}\text{I}$ .

Estudiando la cantidad de yodo-129 existente en el hielo marino se ha encontrado que esta concentración es mayor que la que existe en el agua subyacente, lo cual pone de manifiesto que la presencia de yodo radiactivo en el hielo no puede deberse exclusivamente a su absorción directa del agua que hay bajo el hielo.

La conclusión que se extrae del estudio es que la mayor parte del inventario de  $^{129}\text{I}$



en el hielo marino del océano Ártico procede de la

absorción directa atmosférica. Esta hipótesis queda avalada por la realización de un análisis de las trayectorias del aire y posterior comprobación de que el transporte atmosférico de  $^{129}\text{I}$  supone el 98,4% del yodo-129 en el hielo marino del Ártico. Por tanto, "el inventario de yodo-129 en el hielo del Ártico puede ser considerado como un balance entre la cantidad de yodo intercambiado entre el hielo marino y la atmósfera y el océano" concluye el Dr. Gómez Guzmán.

Más info:

<http://acdc.sav.us.es/cna/index.php/es/noticiasyeventos/notasprensa/684-10-2015>

## Conferencia Internacional oPAC en el CNA

El Consorcio oPAC organiza la Conferencia Internacional sobre Optimización de Aceleradores como cierre dentro del proyecto europeo oPAC, dentro del cual el Centro Nacional de Aceleradores es un miembro integrante.

Este evento tendrá lugar los días 7, 8 y 9 de octubre de 2015 en las instalaciones del CNA, Sevilla.

## Social Media y Webs

Webs CNA:

[www.institucional.us.es/](http://www.institucional.us.es/)  
[divulgacioncna/](http://divulgacioncna/)  
[www.cna.us.es](http://www.cna.us.es)

Email:

[divulgacion-cna@us.es](mailto:divulgacion-cna@us.es)  
[redescna@us.es](mailto:redescna@us.es)

Social Media:

[Facebook](#)  
[Twitter](#)  
[Xing](#)  
[Linkedin](#)  
[Tuenti](#)  
[Flickr](#)  
[Canal Youtube](#)



UNIÓN EUROPEA  
FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL

"Una manera de hacer Europa"

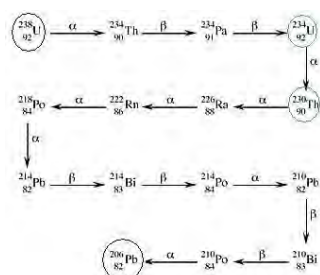


## Estudios cronológicos de cuencas hidrográficas con radioisótopos

**"Con el uso de elementos radiactivos como el plomo-210 podemos conocer la evolución temporal de la sedimentación en las cuencas hidrográficas",** según nos indica el investigador del CNA, el Dr. García-Tenorio.

En este trabajo se han analizado columnas sedimentarias de distintas cuencas de ríos brasileños, tales como el Corumbataí o el Amazonas, entre otros, procediendo a la datación de sus estratos por el método de Pb-210.

El motivo por el cual se emplea un elemento radiactivo como el plomo-210,  $^{210}\text{Pb}$ , para este tipo de estudios se fundamenta en su origen como descendiente del uranio-238. El uranio se encuentra presente de forma natural en la litosfera, siendo uno de los elementos que realizan un mayor aporte a la radiactividad natural.



Tal y como se aprecia en la serie de decaimiento del  $^{238}\text{U}$ , a través de distintas desintegraciones, es decir, mediante la emisión de distintos tipos de partículas, electrones o núcleos de helio, el uranio llega a uno de sus hijos, descendientes, el plomo-210.

Puesto que el plomo-210 tiene como "padre" intermedio el radón-222 y este gas escapa de las rocas, el plomo-210 que hay en la atmósfera procede del radón.

Se considera que el aporte del  $^{210}\text{Pb}$  a la atmósfera es constante, si se promedia a un año, aunque hay factores que pueden hacer que esta cantidad varíe de un lugar a otro. Dichos factores son las precipitaciones y la ubicación geográfica. De la atmósfera se incorpora a los sedimentos donde empieza a decaer con su propio periodo de semidesintegración, siendo esta la base de la datación. Esta datación se extiende simplemente a los últimos 100-150 años donde debido al incremento de las actividades antropogénicas, los ecosistemas en estudio pueden haber experimentado alteración o recibir el impacto de metales y otros contaminantes.

El primer estudio realizado con plomo-210 para llevar a cabo dataciones fue realizado en Groenlandia con el fin de conocer la tasa de acumulación de nieve, habiéndose realizado desde ese instante innumerables estudios para datar sedimentos en lagos, de tal modo que hoy en día la datación por plomo-210 se ha convertido en una de las principales herramientas para geólogos y geoquímicos que desean datar sedimentos recientes. El estudio de acumulación y mezcla de sedimentos en lagos, estuarios o zonas costeras puede dar información muy rica sobre la evolución temporal de la contaminación de metales pesados, sobre flujos de contaminantes o incluso sobre tasas de erosión.

Para obtener toda esta información se hace uso de un concepto propio de los elementos radiactivos, la ecuación de decaimiento radiactivo. El decaimiento radioactivo es un proceso en el que un núcleo inestable se transforma en uno más estable, emitiendo partículas y/o fotones y liberando energía durante el proceso. Los procesos de desintegración nuclear son estadísticos. La desintegración de todos los núcleos de una cierta masa no se suceden a intervalos iguales de tiempo sino que obedecen a leyes estadísticas. En base a esto, podemos determinar la velocidad a la que ocurre un proceso de decaimiento en una muestra radioactiva, la cual es proporcional al número de núcleos radioactivos presentes.



En este trabajo se han analizado 18 perfiles sedimentarios de distintos ríos Suramericanos, concretamente, brasileños, tales como el Amazonas, el río Corumbataí, el río Atibaia y el Riberão dos Brages. Para



## UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES (UCC+i)

Número 18

15 de septiembre de 2015

ello se han determinado las cantidades de plomo-210 existentes en las muestras.

Para este estudio se hicieron uso de dos modelos propios de sedimentación desarrollados para la datación por plomo-210 como son el modelo de Sedimentación Constante (CS) y el modelo de tasa constante de aporte (CRS). Estos modelos, bajo ciertas hipótesis, nos dan información por ejemplo de la velocidad con la que tiene lugar la sedimentación en los ríos o lagos y la velocidad con la que llegan dichos sedimentos al medio. Los resultados que se han obtenido verifican datos tales como que los tiempos de deposición de sedimentos eran los esperados, encontrándose además que el aumento de algunos compuestos como el LOI coincidía con la disminución de los óxidos de silicio y viceversa. De este modo, se puede usar las fluctuaciones de concentración de SiO<sub>2</sub>-LOI como un indicador de la emisión de metales pesados del pasado en las cuencas hidrográficas.

Esta investigación ha sido desarrollada por miembros del Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla y la Universidade Estadual Paulista de Brasil. Este trabajo se enmarca en un proyecto de colaboración entre Brasil y el CNA-Universidad de Sevilla, dentro del cual estudiantes de doctorado de la Universidad Brasileña citada vienen a España para ampliar su formación en nuestros laboratorios radiométricos y de espectrometría de masas.

### Referencia bibliográfica:

"A comparative evaluation of the CF:CS and CRS models in <sup>210</sup>Pb chronological studies applied to hydrographic basins in Brazil"

"D.M. Bonotto, R. García-Tenorio"

"Applied Radiation and Isotopes 92, 58-72, (2014)"

"<http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2014.06.012>"

## Estudios oceanográficos con uranio y plutonio en el Centro Nacional de Aceleradores

**"Recientemente se han realizado las primeras medidas de <sup>236</sup>U e isótopos de plutonio, <sup>239</sup>Pu y <sup>240</sup>Pu, en agua de mar y sedimentos marinos con el espectrómetro de masas con acelerador de 1 MV (AMS) del CNA. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad de la técnica para abordar en un futuro muy próximo estudios de interés en oceanografía"**, nos indica la Dra. Elena Chamizo.

Para ello, se han analizado sedimentos marinos facilitados por la IAEA y agua de mar proporcionada por el ETH de Zürich, como parte de un ejercicio de intercomparación entre ambos laboratorios. Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios en ambos casos, demostrándose las capacidades del CNA en este campo.

El uranio-236 es un radionucleido de origen esencialmente antropogénico. Aunque puede generarse por procesos naturales, son las fuentes relacionadas con la energía nuclear (pruebas nucleares, accidentes nucleares y emisiones de plantas de reprocesamiento del combustible nuclear) las responsables del inventario actual de este radionucleido en el medio ambiente.

Un contexto similar se da para los isótopos de plutonio, <sup>239,240</sup>Pu, siendo el de masa 239 el combustible de la energía nuclear, debido a su naturaleza fisil. Si bien del estudio de la relación isotópica <sup>240</sup>Pu/<sup>239</sup>Pu se puede inferir información sobre el origen del plutonio en un escenario completo, la relación <sup>236</sup>U/<sup>239</sup>Pu aporta información adicional y, en algunos casos, complementaria, sobre las fuentes de contaminación.

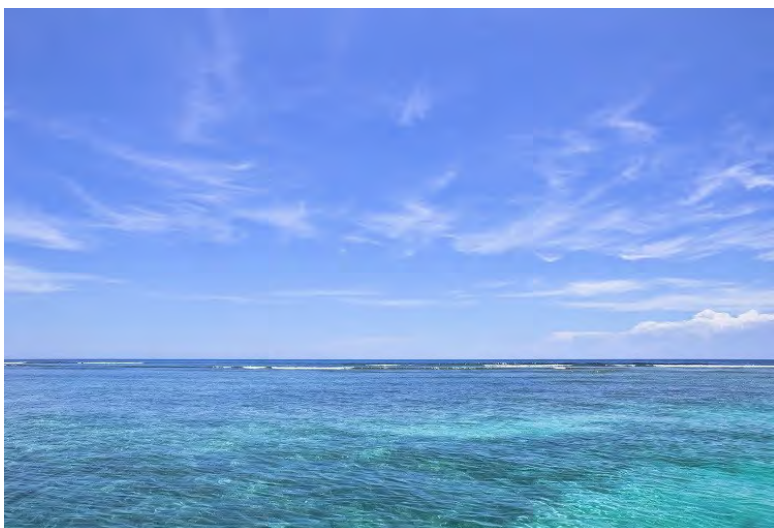
En el agua de mar, ambos radionucleidos aportan información diferente, debido a su diferente comportamiento químico en la columna de agua. El <sup>236</sup>U, al ser soluble o conservativo, permite trazar movimientos de masas de agua; el plutonio, al asociarse a partículas, aporta información sobre, por ejemplo, la productividad biológica de la zona, generando, además, marcadores en el sedimento que pueden usarse para datación de los mismos.



## UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE ACELERADORES (UCC+i)

Número 18

15 de septiembre de 2015



En los últimos años, el desarrollo de la técnica AMS ha permitido estudiar al  $^{236}\text{U}$  en el medio ambiente en general, gracias a la gran sensibilidad que ofrece frente a otras técnicas convencionales de espectrometría de masas. Las aplicaciones se han centrado en el campo de la oceanografía, debido al potencial de este radionucleido como trazador de procesos a gran escala.

La reciente implantación de esta técnica pone a la instalación de 1 MV del CNA en el mapa actual de instalaciones capaces de abordar este tipo de estudios, muy reducido debido al grado de especialización necesario.

En esta área de trabajo están implicados investigadores del CNA (Universidad de Sevilla-Junta de Andalucía-CSIC), CITIUS, Universidad de Sevilla, ETH Zurich y el laboratorio de medio ambiente marino de la IAEA.

### Referencia bibliográfica:

"Analysis of  $^{236}\text{U}$  and plutonium isotopes,  $^{239,240}\text{Pu}$ , on the 1 MV AMS system at the Centro Nacional de Aceleradores, as a potential tool in oceanography"

"Elena Chamizo, Mercedes López-Lora, María Villa, Núria Casacuberta, José María López-Gutiérrez, Mai Khanh Pham"  
"Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, online, (2015)"

"<http://dx.doi.org/10.1016/j.nimb.2015.02.066>"

### Referencia bibliográfica:

"Measurement of  $^{236}\text{U}$  on the 1 MV AMS system at the Centro Nacional de Aceleradores"

"E. Chamizo, M. Christ, L.K. Fifield"

"Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, (348), 45-51, (2015)"

"[doi:10.1016/j.nimb.2015.05.008](http://dx.doi.org/10.1016/j.nimb.2015.05.008)"