



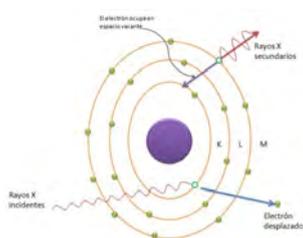
## ¿Cuál era el nivel tecnológico de la joyería Tartésica?

En los últimos años ha habido avances importantes en el estudio de Patrimonio Cultural gracias a la aplicación de métodos físico-químicos no destructivos. El grupo de Arqueometría formado por investigadores del Centro Nacional de Aceleradores (Universidad de Sevilla-Junta de Andalucía-CSIC) y de distintos departamentos de la Universidad de Sevilla en colaboración con empresas privadas ha abordado el estudio de los procesos de producción de objetos metálicos que muestran las capacidades tecnológicas de los orfebres que crearon estas joyas.

Los elementos de oro que decoran las joyas pueden albergar información sobre los materiales empleados, los tratamientos de calor usados y los procesos de soldadura, siendo el estudio de las soldaduras uno de los que aporta mayor información para caracterizar las joyas de oro.

Dado el incalculable valor de estas obras, es imprescindible el uso de técnicas no destructivas siendo en este punto donde entran en juego las técnicas de análisis del CNA, empleándose para ello la técnica micro-XRF, es decir micro Fluorescencia de Rayos X. Esta técnica consiste en el análisis de los

rayos X que emite la muestra estudiada cuando es irradiada con rayos X o gamma.



A través de las variaciones en la concentración de oro, plata y cobre en la zona de unión entre diferentes elementos de la joya es posible diferenciar el método de soldadura empleado, procedimiento que ha sido llevado a cabo en trabajos anteriores por este mismo grupo en piezas de orfebrería. Pero en piezas pertenecientes a la joyería tartésica muy ricas en oro, por encima del 90%, no parece mostrar el mismo comportamiento, motivo por el cual se realiza un estudio sistemático de los procesos de fabricación mediante la arqueología experimental.

Para este trabajo se han fabricado muestras de distintas aleaciones con diferentes concentraciones de oro, plata y cobre utilizando diferentes procesos de soldaduras empleados en la antigüedad. De esta manera se han caracterizado los tres métodos de soldadura

(sales de cobre, utilización de aleación y soldadura autógena) mediante las variaciones que sufren las concentraciones de oro, plata y cobre.

Asimismo, aparte de las réplicas fabricadas, se han analizado dos brazaletes de oro del Tesoro del Carambolo (siglo VII-V a.C.). Los brazaletes se encuentran formados por una lámina gruesa de oro de forma cilíndrica, tal y como se observa en la imagen, y sobre ella la decoran 5 filas de hemiesferas y 4 filas de rosetas; entre ambas se sitúa una fila de pequeñas púas e hilos dobles trenzados.



Analizando todos los elementos decorativos y láminas se han identificado soldaduras de tipo autógena y de aleación, no habiéndose encontrado evidencias de soldadura por sales de cobre, característica de la tecnología etrusca.

## Feria de la Ciencia

Por decimosegundo año consecutivo hemos participado en la Feria de la Ciencia de Sevilla.

En esta edición, nuestra muestra se centró en transmitir el uso de los aceleradores de partículas para estudios de impacto medioambiental.

A los largo de los 3 días de muestra, hemos recibido en nuestro stand en torno a 3500 visitantes, que pudieron conocer de primera mano el uso de los aceleradores de partículas, utilidad y funcionamiento.

## Social Media y Webs

**Webs CNA:**

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



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

Número 13

16 de junio de 2014

Gracias al empleo de fibras policapilares, en los equipos que se utilizan en el CNA, el área de análisis puede reducirse a dimensiones de algunas decenas de micras. Ello permite restringir la zona irradiada justamente a sólo las zonas de soldadura, lo que garantiza, por tanto, el análisis individualizado de las mismas.

El estudio de estas joyas tartésicas junto con las tres réplicas fabricadas ha permitido comprobar cómo distintos puntos de soldadura muestran distintas concentraciones de los elementos propios de la aleación empleada y por tanto se concluye que la variación de las concentraciones de los elementos característicos de las aleaciones implica que se han empleado distintos tipos de soldadura.

## Espectros estelares generados mediante reacciones nucleares con aceleradores de partículas

Según nos cuenta el investigador principal de este estudio, Javier Praena Rodríguez ***“somos capaces de generar espectros neutrónicos, idénticos a las estrellas, algo que no ha hecho nadie por ahora”***.

Investigadores del Centro Nacional de Aceleradores (Universidad de Sevilla-Junta de Andalucía-CSIC), en colaboración con otras instituciones internacionales, han llevado a cabo medidas en el CNA que simulan los procesos que tienen lugar en las estrellas durante la nucleosíntesis de elementos.

La nucleosíntesis es el proceso de creación de nuevos núcleos atómicos a partir de los nucleones preexistentes, protones y neutrones, para llegar a generar el resto de los elementos de la tabla periódica y sus isótopos. Los nucleones primigenios preexistentes se formaron a partir del plasma de quarks-gluones del Big Bang cuando se enfrió por debajo de los diez millones de grados. A este proceso se le llama nucleogénesis, es decir la formación de nucleones en el Universo.



La consecuente nucleosíntesis de elementos ocurre principalmente en el interior de las estrellas mediante diferentes ciclos de reacciones nucleares hasta la formación del hierro, Fe, núcleo cuya repulsión eléctrica impide nuevas reacciones con otros núcleos a las temperaturas estelares.

A partir del Fe ( $A=56$ ), y hasta los más pesados ( $A>200$ ), los elementos y sus diferentes isótopos se forman casi exclusivamente por sucesivas capturas de neutrones y desintegraciones beta de los isótopos radioactivos que se van formando. Cada captura neutrónica da lugar a un nuevo isótopo y cada desintegración beta da lugar a un nuevo elemento.

La nucleosíntesis estelar ocurre en las estrellas durante el proceso de evolución estelar en estados como novas, supernovas, estrellas AGB y aún son muchas las cuestiones a resolver en esta materia.

En el CNA, donde se ha desarrollado la primera fuente de neutrones en España, es posible generar neutrones como aquellos estelares gracias a un método original de los investigadores involucrados en este proyecto. La idea es bombardear un blanco de litio con un haz de protones configurado energéticamente a una cierta distribución. La reacción  $7\text{Li}(p,n)$  genera de esta manera los neutrones con la distribución energética estelar. Con este método se ha medido la probabilidad de la reacción  $181\text{Ta}(n,\gamma)$  en ambiente neutrónico estelar (MACS) a  $kT=30$  keV, la energía más importante en nucleosíntesis. Todo el desarrollo experimental se ha realizado en el acelerador Tándem de 3 MV del CNA.



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

Número 13

16 de junio de 2014

El doctor Javier Praena nos indica que “el método de generación permite obtener neutrones de espectro maxwelliano desde  $kT=30$  a  $60$  keV”.

El interés de este estudio radica en que el valor de la probabilidad de la reacción  $^{181}\text{Ta}(n,\gamma)$  puede influir en cómo se creó este elemento en las estrellas y los elementos más pesados que éste, así como sus cantidades relativas.

Este tipo de espectros son de interés en astrofísica nuclear y validación de datos nucleares en campos como la tecnología nuclear y dosimetría. Si se modifica la energía del protón incidente, se pueden obtener neutrones, a través de la reacción nuclear,  $^7\text{Li}(p,n)$ , con la energía que nos interesa.

Mediante códigos de modelación estelar (T, densidad, reacciones nucleares, flujo de neutrones) se intenta reproducir las abundancias en el Universo utilizando la probabilidad de la reacción  $^{181}\text{Ta}(n,\gamma)$ . Esto ayuda a entender cómo se formó el actual Sistema Solar a partir de estrellas anteriores situadas en esta zona de la Vía Láctea.

La sección eficaz estelar obtenida para el Ta-181 muestra, por ejemplo, que el Hf-181 ( $T_{1/2}=42.39$  días terrestre pero de solo 1 día en ambiente estelar) es capaz de contribuir a la formación de Ta-181 durante los pulsos térmicos de estrellas AGB.

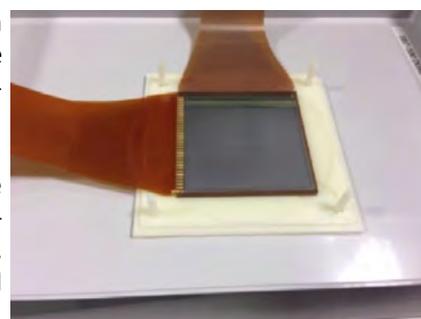
Estas estrellas son las que se encuentran en el estado de Rama Asintótica Gigante, un periodo de la evolución estelar que experimentan todas las estrellas de masa intermedia al final de sus vidas. Cuando una estrella consume todo el hidrógeno de su núcleo, éste se contrae mientras su temperatura aumenta, lo que provoca que sus capas externas se expandan y se enfríen. La estrella se convierte así en una gigante roja.

## Nuevo sistema de verificación para tratamientos de radioterapia

El cáncer es actualmente una enfermedad con gran incidencia y un alto índice de mortalidad. Este es el motivo por el que hoy en día se aúnan una gran cantidad de esfuerzos con el fin de desarrollar técnicas que ayuden a aumentar los índices de supervivencia y a mejorar la calidad de vida de los enfermos.

Cuando se plantean tratamientos complejos de radioterapia con fotones, tales como la Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT), en ocasiones es importante, antes de tratar a un paciente, realizar una verificación de la distribución de la dosis que va a recibir.

En este contexto, nuestro trabajo se inició con el desarrollo de un primer prototipo de sistema de verificación, basado en un detector comercial de silicio, dentro de 2 proyectos: RADIA (cuya investigadora principal era la profesora de la Universidad de Sevilla M. Isabel Gallardo) y el proyecto europeo DITANET, del cual era investigador principal local el profesor Joaquín Gómez Camacho, director del Centro Nacional de Aceleradores.



Actualmente se está trabajando en un nuevo sistema, basado en un detector de silicio desarrollado específicamente para este fin, dentro de una colaboración entre la Universidad de Sevilla, el Centro Nacional de Aceleradores, ATI Sistemas, S. L. y Micron Semiconductor Ltd. (responsable de la construcción del detector).

La contribución del CNA se enmarca en el proyecto europeo oPAC, en el sub-proyecto, “Diseño de un sistema de detección para verificar mapas de dosis 2D para tratamientos de radioterapia de intensidad modulada”, en el que participan los investigadores M.C Battaglia, J.M Espino y M.A.G Alvarez.



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

Número 13

16 de junio de 2014

El objetivo final del nuevo sistema es obtener mapas de dosis en dos dimensiones, mejorando la resolución espacial con respecto al primer prototipo y realizando la verificación del tratamiento de forma más rápida. Ya se han realizado las primeras medidas para probar y caracterizar el sistema en el Hospital Universitario Virgen Macarena, utilizando un acelerador lineal clínico para irradiar el detector.

### Actividades Divulgativas del CNA 2014-2015

El próximo lunes 16 de junio de 2014 a partir de las 11 de la mañana, quedará abierto el plazo de reservas de actividades dentro del Programa de Acciones de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación del CNA para el curso 2014-2015.

Se ofertan 2 modalidades de actividades divulgativas, quedando la Semana de la Ciencia aún por determinar:

- Programa de visitas anual al CNA "Visítanos y Conciénciate": Todos los viernes de octubre a junio, ambos incluidos. No se desarrollará la visita en viernes durante la Semana de la Ciencia en noviembre. Excepcionalmente, las visitas podrán tener lugar los miércoles, siempre por necesidad o disponibilidad de las instalaciones del CNA. Este programa de visitas incluye la visita a las instalaciones del CNA, la charla "Investigación en el CNA" y el Taller de Electromagnetismo, Óptica y Estructura de la Materia "Experimenta con nosotros".

- Jornadas de puertas abiertas de la Semana de la Ciencia "Acelera y Conócenos": Una semana en el mes de noviembre. Incluye la visita a las instalaciones del CNA, la charla "Investigación en el CNA" y el Taller de Electromagnetismo, Óptica y Estructura de la Materia "Experimenta con nosotros". Fechas aún por fijar. Cuando se disponga de los días habilitados para ello se informará vía email.

Nota I: Puede haber modificaciones en las actividades del mes de marzo, abril y/o mayo debido a la Semana Santa y a la Feria de Sevilla.

Nota II: Debido a las instalaciones que se visitan así como los conceptos necesarios para un máximo aprovechamiento de la actividad solicitada, todas las actividades están recomendadas para alumnos de bachiller o un nivel superior.

A partir de 16 de junio de 2014 podrá acceder al listado de fechas disponibles en la sección "Visitas CNA" bajo los títulos:

Fecha Libre: Visita Anual

Fecha Libre: Semana Ciencia

Para concertar su visita, se accederá a la sección "Visitas CNA" <http://institucional.us.es/divulgacioncna/16-galeria/index.html>, de la web de Divulgación Científica del CNA, para comprobar la disponibilidad de fechas. Una vez comprobada dicha disponibilidad, podrá llevar a cabo la reserva en la sección "Reservas CNA" <http://institucional.us.es/divulgacioncna/14-visitas/index.html>, cumplimentando el formulario.

Le recordamos que, siguiendo normativas de calidad en el sistema de gestión del centro, tan solo se podrán aceptar aquellas reservas que hayan sido realizadas a través de la aplicación telemática que se les ofrece en la web [www.institucional.us.es/divulgacioncna](http://www.institucional.us.es/divulgacioncna). Ningún otro medio será válido ni aceptado.



## CNA analiza radioisótopos en materiales de referencia dentro de la colaboración con la IAEA

Según nos indica la doctora Elena Chamizo Calvo *“en el CNA analizamos diferentes muestras proporcionadas por la IAEA que se encuentran en proceso de certificación”*.

Investigadores del Centro Nacional de Aceleradores (Universidad de Sevilla-Junta de Andalucía-CSIC) junto con otras instituciones nacionales e internacionales, dentro del marco de colaboración con la Organización Internacional de la Energía Atómica (IAEA), llevan a cabo análisis de distintos materiales de referencia en proceso de certificación.

La IAEA es la organización internacional de cooperación en el campo de la energía nuclear. Fue creada en 1957 dentro de la Organización de las Naciones Unidas. La Agencia trabaja con sus Estados miembros y socios en todo el mundo para promover tecnologías nucleares seguras y pacíficas.



Este organismo internacional se ha encargado del control de eventos tales como los accidentes nucleares de Chernobyl y Fukushima, siendo sus objetivos que la energía nuclear no se utilice con fines militares y establecer normas de seguridad nuclear y protección ambiental.

Dentro de la colaboración existente entre el CNA y la IAEA, el Centro Nacional de Aceleradores participa en los ejercicios de intercomparación que organiza el laboratorio de medio ambiente marino de Mónaco de la IAEA. Este laboratorio distribuye una serie de muestras afectadas por diferentes fuentes de contaminación (algas del Mar Báltico o sedimentos procedentes del atolón Bikini, por ejemplo), entre diferentes laboratorios, para que éstos posteriormente estudien la presencia de diferentes radionucleidos mediante técnicas radiométricas o de espectrometría de masas.

La determinación exacta y precisa de las concentraciones de radionucleidos en muestras marinas es importante para las evaluaciones de radiactividad marina y para el estudio de procesos oceanográficos.

Para abordar el problema de la calidad de los datos, el Laboratorio Medioambiental de la IAEA en Mónaco desde hace 50 años lleva a cabo ejercicios de comparación entre laboratorios para la determinación de radionucleidos en muestras marinas.

En un estudio reciente, el trabajo desarrollado por los miembros del grupo de Espectrometría de Masas con Aceleradores del CNA ha consistido en analizar los niveles de Pu-239,240 y I-129 en algas procedentes del mar Báltico, donde los niveles elevados de radionucleidos antropogénicos se debe al impacto del accidente de Chernóbil en 1986, y las descargas de radionucleidos desde la planta de reprocesamiento de Sellafield (Reino Unido). De este modo se ha obtenido un estudio estadístico de los resultados, estableciendo valores de referencia para las algas.

En los próximos meses se abordará el estudio de sedimentos procedentes del atolón Bikini, en el Océano Pacífico, donde Estados Unidos llevó a cabo entre 1950 y 1963 la mayoría de sus pruebas termonucleares. Se incluirá la determinación de U-236, isótopo de U de origen esencialmente antropogénico de gran interés en estudios Oceanográficos.

Los resultados obtenidos permiten certificar los distintos materiales empleados para diversos radioisótopos y que posteriormente serán empleados para controles de calidad que validan los métodos empleados en su medida.