



## Actuaciones Temáticas

### Universidades Coordinadoras de la Propuesta: UCM y UPM

Título Actuación	ICTS de Microscopía Electrónica Avanzada		
Agregados participantes	UCM, UPM, CSIC, CIEMAT	Otras entidades	
Personal involucrado (indicar institución)	J. M. González Calbet (UCM), J. Piqueras (UCM), M. Varela (UCM), J. Llorca (UPM), P. Adeva (CSIC)		
Fecha de inicio	1-12-2009	Fecha de finalización	31-12-2012
Clúster	Materiales para el Futuro	Otros clústeres	i-Health, Patrimonio, Cambio Global y Nuevas Energías
Ámbitos de actuación	Investigación / Docencia y EEES / Interacción Local y Territorial		
Ubicación física	Centro de Microscopía Electrónica de la UCM		
Infraestructuras involucradas	ICTS Microscopía Avanzada, ISOM (UPM), Fusión (CIEMAT)		
Palabras clave	Microscopía Electrónica de Alta Resolución; Corrector Aberración; Microscopía Electrónica de Barrido-Transmisión; Haz doble		
<p><b>Objetivos:</b></p> <p>La sede de Materiales de la ICTS de Microscopía Avanzada, situada en el CAI de Microscopía de la UCM, tiene como objetivo fundamental la instalación y puesta a punto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos nuevos microscopios electrónicos con ultra alta resolución, uno TEM y otro STEM, dotados de correctores de aberración y sistemas de análisis por espectroscopía de dispersión de energías (EDS) y espectroscopía por pérdidas de energía (EELS) y contraste en Z (HAADF). Hay que destacar que son los <b>correctores Cs</b> los que confieren un <b>carácter singular</b> a la instalación ya que permiten disponer de imágenes con resolución entre puntos inferiores a 1 Å (0.05 Å en TEM por lo que será <b>el primero de estas características</b> que se instalará en Europa). Esta actuación ya ha sido aprobada por el MICINN y la Comunidad de Madrid (CM).</li> <li>• Un sistema Dual Beam (FESEM-FIB) para el análisis micro y nanoestructural de materiales y su caracterización mecánica desde escala nanoscópica (se solicita financiación para esta actuación concreta).</li> </ul> <p>Se utilizará la ICTS para formar nuevos investigadores a través de cursos de doctorado y másteres.</p>			
<p><b>Descripción de la actuación:</b></p> <p>La relación estructura-propiedades es fundamental para comprender el comportamiento de los materiales y diseñarlos con propiedades predecibles. Cabe destacar el enorme avance que en el campo de las técnicas de caracterización ha supuesto la microscopía electrónica al revelar detalles estructurales imposibles de resolver mediante otras técnicas. Baste citar el impulso que ha supuesto el uso de la microscopía en la mejora del conocimiento de materiales estructurales, tan importantes en el mundo de la construcción, como de los funcionales por su trascendencia tecnológica. Los logros conseguidos y las exigencias de la sociedad dirigen la investigación en materiales hacia niveles de innovación y de complejidad cada vez mayores. El uso de correctores de aberración esférica, así como técnicas y softwares asociados, resulta fundamental para resolver nuevos retos y será una herramienta básica para obtener los <b>objetivos estratégicos</b> descritos en el Plan Nacional de Materiales.</p> <p>El equipo solicitado es un FESEM-FIB que consiste en un microscopio electrónico de barrido por emisión de campo al que se le ha añadido una columna extra para un cañón de iones. Ambas columnas pueden trabajar de forma simultánea y complementaria. La centralización de estos instrumentos de frontera en un entorno donde exista el personal que aporte la experiencia científica y tecnológica para su buen uso y aprovechamiento parece de obligado cumplimiento, ya que facilita su adecuado mantenimiento técnico a cargo de personal propio, y justifica la existencia de la ICTS con especializaciones en los campos inorgánico y orgánico. En este sentido conviene resaltar que con objeto de “consolidar” un conjunto de expertos en las nuevas tecnologías en microscopía electrónica, el responsable de la ICTS, Prof. J. M. González Calbet, miembro del <i>International Advisory Committee</i> del Congreso Internacional de Microscopía de 2010, lidera uno de los proyectos concedidos recientemente en el Programa CONSOLIDER-INGENIO 2010 en su convocatoria de 2009 en la que siete grupos nacionales (tres de la UCM, uno de las universidades de Barcelona, Cádiz y País Vasco y uno del CSIC) con experiencia en caracterización de materiales por Microscopía electrónica intentarán coordinar las actividades de un amplio grupo de expertos españoles en distintos puntos de la geografía nacional, sobre la base del eje ya existente de laboratorios que usan de manera exhaustiva la HREM (Barcelona-Madrid-Cádiz). Se pretende así cubrir los <b>objetivos docentes</b> proporcionando preparación y formación para el uso de la emergente generación de microscopios electrónicos dotados de correctores de aberración.</p>			



Título Actuación	ICTS de Microscopía Electrónica Avanzada
<p><b>Resultados relevantes esperados:</b></p> <p>La importancia de estos avances tecnológicos permitirá abordar información hasta ahora difícil de obtener con respecto a: visualización de elementos ligeros y de entornos metal-oxígeno en óxidos, determinación de la estructura electrónica, descripción de interfases y superficies, átomos aislados dopantes, caracterización de defectos, caracterización de semiconductores y electrónica en la micro y nanoescala, aplicación de recubrimientos y dopados superficiales, nanolitografía, micro-nanomecanizado y nanomanipulación de muestras, preparación de muestras para microscopía electrónica de transmisión en zonas perfectamente identificadas (imposible con otras técnicas), microanálisis de composición y estructura con reconstrucción tridimensional de la misma. El sistema de doble haz permite introducir en la cámara del mismo diversos sistemas para realizar ensayos mecánicos dentro del mismo. Esto abre las puertas a un nuevo campo de ensayos mecánicos a escala nanoscópica y mesoscópica que no pueden ser realizados de otra forma, ya que las muestras se preparan, manipulan y ensayan dentro del propio microscopio.</p>	
<p><b>Justificación de la necesidad de la actuación:</b></p> <p>La trascendencia de esta nueva tecnología se refleja en la rápida respuesta de la comunidad científica internacional a incorporar estos microscopios de nueva generación. En el ámbito <b>internacional</b> no existen muchas infraestructuras semejantes a la que se ha configurado en la UCM. Este tipo de instrumentos va a dotar a la ICTS aprobada de una absoluta singularidad, y posibilitará un trabajo coordinado y en las mejores condiciones metodológicas para todo el proceso de estudio, desde la preparación de muestras hasta el tratamiento matemático más avanzado para la resolución de estructuras. Más aún, la posibilidad de instalar <b>controles remotos</b> hará que este microscopio de ultra alta resolución se pueda utilizar desde comunidades autónomas tan lejanas como la catalana, andaluza o vasca. Por otra parte, en la actualidad no existe ningún sistema de microscopía de doble haz (FESEM-FIB) en la Comunidad de Madrid y, hay pocos en España. Además, este equipo, con el sistema de ensayos mecánicos acoplable en su interior, es uno de los pocos instalados en todo el mundo. Por tanto, se trata de una gran infraestructura que abrirá nuevas posibilidades a los grupos de investigación y empresas que trabajan en Ciencia de Materiales en nuestro país.</p>	
<p><b>Aspectos internacionales:</b></p> <p>Existen pocos equipos con estas características en el mundo. Su instalación implicaría un salto cualitativo en la investigación de gran número de grupos ya constituidos en el Campus de Moncloa, contribuyendo a la internacionalización y mejora de su calidad y a aumentar su atractivo para atraer estudiantes e investigadores de otros países dada la excepcionalidad de la ICTS. Existen contactos permanentes con una serie de centros e instalaciones actuales y previstos con otros en desarrollo actualmente. Entre ellos, hay que destacar la colaboración existente entre el IMDEA de Materiales (UPM) y el CAI de Microscopía (UCM) con el IMDEA de Nanotecnología (UAM-UCM) y la ICTS de Fusión (CIEMAT). También se han establecido contactos para colaborar con otros proyectos del Roadmap Europeo de ESFRI. Algunos componentes del equipo investigador forman parte de un proyecto de la UE sobre caracterización de materiales por microscopía electrónica y otros mantienen una colaboración permanente con el Centro de Microscopía de Oak Ridge (EEUU).</p>	
<p><b>Impacto esperado:</b></p> <p>Los avances recientes en la instrumentación posibilitan una profundización extraordinaria en el estudio de las relaciones estructura-propiedades de la materia que revertirán tanto en el conocimiento básico como aplicado. Es de destacar el carácter cada vez más multidisciplinar de los retos científicos que hoy en día se plantean; de ahí la necesidad de implantar una ICTS en la que participen diferentes grupos de trabajo del área de materiales de diferentes puntos de la geografía española que podrán obtener imágenes microscópicas desde sus propios centros de investigación mediante el uso de controles remotos.</p>	
<p><b>Otras entidades interesadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Empresas punteras internacionalmente como Glynwed Iberica Pipe Systems, Abengoa Solar NT, y AIRBUS ESPAÑA.</li><li>• Jeol Ltd. colabora con la ICTS en la puesta a punto de los nuevos microscopios.</li><li>• Jeol Ltd., Fei y Gatham participan en los cursos de formación a jóvenes investigadores.</li><li>• Más de trescientos investigadores de varios centros del Centro de Materiales Estructurales de la UPM, CAI de Microscopía de la UCM, CENIM, CIEMAT, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Instituto de Sistemas Optoeléctricos y Microtecnología de la UPM, Instituto de Energía Solar de la UPM Imdea-Materiales, CSIC (institutos del campus Ciudad Universitaria), Universidad Politécnica de Cataluña, y el Centro de Tecnología Biomédica de la UPM</li></ul>	