

UAM. Facultad de Ciencias - Departamento de Física de Materiales -  
Laboratorio de Crecimiento de Cristales (Crystal Growth Laboratory – cgl)

## Materiales monocristalinos en volumen con interés tecnológico

Ernesto Diéguez es Catedrático de Física Aplicada en la UAM y Director de su Departamento de Física de Materiales, donde también dirige el Laboratorio de Crecimiento de Cristales (CGL).



Ernesto Diéguez Delgado

El interés científico del equipo que lidera Ernesto Diéguez se centra en la producción de nuevos materiales monocristalinos masivos y la nanoestructuración de su superficie. Además de esta investigación y de los numerosos proyectos, una de las mayores preocupaciones del investigador es ser capaz de poder transmitir a la sociedad, especialmente a los alumnos de secundaria, los conocimientos que ha logrado a lo largo de su trayectoria profesional.

Isabel Gayol Menéndez

Ernesto Diéguez es Catedrático de Física Aplicada en la Universidad Autónoma de Madrid, y Director del Laboratorio de Crecimiento de Cristales o Crystal Growth Laboratory (CGL) desde hace 25 años. Además, desde este año y hasta el 2010, dirige el Departamento de Física de Materiales, en el que se inscribe dicho Laboratorio.

El actual Catedrático de Física Aplicada de la UAM comenzó su andadura profesional e investigadora con la realización de la Tesis Doctoral bajo la dirección del Prof. J.M.Cabrera en el tema “Defectos en materiales de la familia  $KH_2PO_4$ ”, un material con interesantes aplicaciones industriales. Tras acabar su Tesis Doctoral realizó estancias Posdoctorales en diversos laboratorios de Europa como el Max Plank de Stuttgart, la Escuela Politécnica ETH de Zurich y el Clarendon Lab de Oxford.



Equipo del cgl

Su gran actividad se refleja en más de 200 artículos y dos libros científicos publicados. Además, el Prof. Diéguez ha asistido como invitado a más de dos docenas de conferencias y ha participado en comités de numerosas conferencias internacionales. Ha intervenido en numerosos proyectos y ha dirigido más de veinte, así como una docena de tesis doctorales. Su éxito profesional se puede demostrar en que todos los doctorandos que se han preparado bajo su dirección se encuentran trabajando en centros de investigación internacionales y nacionales tales como el RPI de Boston, GEE de Nueva York, Saes Setter de Milán, Universidad de Puerto Rico, Universidad Politécnica de Milán o el CSIC de Madrid.

El interés científico del equipo que dirige Ernesto Diéguez se centra en la producción de nuevos materiales monocristalinos masivos y la

nanoestructuración de su superficie, es decir, modificar una superficie a tamaño nanométrico con el objetivo de obtener nuevas propiedades y aplicaciones. Para Ernesto Dieguez, “con el tema de los nanomateriales estamos viviendo una auténtica revolución, similar a la que se produjo en los años sesenta con los semiconductores, fundamentalmente materiales basados en silicio, que en su día revolucionaron tanto al panorama científico como a la sociedad”.

### Departamento de Física de Materiales

El Departamento de Física de Materiales de la UAM se creó hace 36 años de la mano de los Profesores F. Agulló-López y F. Jaque. Está compuesto por diversos grupos de investigación que forman un conjunto extraordinariamente activo en el área de Materiales. En la actualidad el Departamento está formado por más de veinte Profesores, seis investigadores Ramón y Cajal, y más de veinte doctorandos, de los cuales la mitad proceden de países tan diversos como Italia, Rumania, Polonia, Uruguay, México, Francia o Alemania. El Departamento realiza constantes colaboraciones con equipos de todo el mundo: Argentina, Brasil, México, Costa Rica, Venezuela, USA; además de con la mayoría de los países europeos y con los New Independent States (NIS) procedentes de la antigua URSS.

“El Departamento de Física de Materiales es uno de los de mayor impacto científico dentro de las Universidades Españolas, siendo los Departamentos de Física de la UAM los departamentos científicamente más agresivos en el panorama español– afirma el actual Director”

Los temas de investigación que abarca el Departamento de Física de Materiales en la actualidad se podrían resumir en las siguientes líneas: Estudio en materiales óxidos de importancia tecnológica; estudio de estructuras en semiconductores; y materiales para almacenamiento de energía. Además, en el pasado, también se centraron en el estudio de defectos en materiales de haluros alcalinos.

### Grupo de Investigación del CGL

El equipo de investigación que lidera Ernesto Diéguez Delgado se denomina *Laboratorio de Crecimiento de Cristales*, en inglés, *Crystal Growth Lab (CGL)* y su principal objetivo de investigación es la preparación de materiales en volumen monocristalinos y la posterior nanoestructuración de su superficie. “Por ejemplo, la sal común o cloruro sódico (NaCl) está formada por microcristales solubles en agua, de modo que una vez diluidos, mediante procesos físico-químicos se pueden organizar en un macrocristal. De igual manera, el NaCl se puede fundir y convertirse en líquido a unos 800°C, tras lo cual este líquido puede solidificarse ordenadamente, de manera que consigamos un monocristal en volumen masivo, de varios centímetros



Materiales monocristalinos en volumen

cúbicos, que en el fondo no es más que el material inicial de NaCl, ya que podríamos destrozarlo y obtener de nuevo sal común”, explica Diéguez.

Una vez obtenido el material organizado en un solo monocristal ordenado (con sus átomos y moléculas ordenados en la red cristalina), si se le introduce un *dopante* o impureza, es decir, una partícula que sea capaz de colocarse en la posición del sodio o del cloro, se obtendría un material con unas propiedades nuevas, mucho más interesantes desde el punto de vista de las aplicaciones y distintas a las del material original. Las aplicaciones de esta investigación en materiales monocristalinos en volumen son múltiples en sectores como la óptica, los láseres, los detectores, las células solares, la telefonía móvil o la televisión.

El equipo Prof. Diéguez está formado por dos investigadores Ramón y Cajal, cinco doctorandos (procedentes de Uruguay, México, Francia y España) e investigadores extranjeros invitados temporalmente. En el CGL han realizado su posdoct Doctores de Kiev, Budapest, Nueva Delhi, Lisboa, Armenia, Cuba, México, Parma, Pavía, Moscú, Pekín, etc. Para E. Diéguez “es muy importante intentar conseguir a la persona más especializada en un tema concreto, en el cual nosotros somos principiantes y apoyarla para que pase con nosotros una temporada y ampliar mutuamente nuestros conocimientos”.

Como novedad dentro del CGL es que además de todo el personal citado anteriormente, cuentan con un *Project Manager* o personal de apoyo a la gestión, subvencionado por la CAM y la UAM. Este puesto supone una experiencia novedosa en el terreno de la organización del equipo investigador. El *Project Manager* es la persona que se encarga de aspectos administrativos y burocráticos del grupo de investigación, así como de la búsqueda de nuevos socios para nuevos proyectos, colaboración en la elaboración de los mismos, de modo que los restantes miembros del equipo puedan dedicarse al estudio y la investigación.

El CGL es un equipo muy activo que mantiene constantes colaboraciones con otros organismos nacionales: UCM, Universidad de Valencia, Universidad del País Vasco, Universidad de Valladolid y CSIC; así como con múltiples organismos internacionales como las Universidades de: Grenoble, Burdeos, Paris, Parma, Friburgo, Tesalónica, Lisboa, Oxford, Pavía, Amiens y Marrakech. Por último resaltar que esta estrategia de colaboración entre grupos ha dado como resultado la formación de un macrogrupo de investigación en la Comunidad de Madrid denominado CRYSTAL, del que forman parte Laboratorios de la UAM, el CSIC y la Universidad Europea de Madrid.

### **Líneas de investigación**

Una de las principales líneas de investigación –organizada por la UAM y coordinada por el CGL – es el *SENSORCDT*, es decir, el desarrollo de sensores de radiación basados en CdZnTe (Cadmio, Zinc, Teluro), en la que también participan CSIC, CIEMAT, UCM y el Hospital General Gregorio Marañón (HGGM). Este proyecto está financiado por la CAM y cada organismo participa en una fase diferente del proceso: Desarrollo sensor (CGL), diseño dispositivo (CIEMAT y CSIC), caracterización (UCM) y evaluación de prestaciones del sensor en aplicaciones médicas (HGGM). El objetivo final sería obtener un sensor basado en el material CdZnTe, cuyas imágenes médicas después de la exposición a rayos X fuesen más eficaces y con un menor tiempo de exposición a la radiación para el paciente.

Una segunda línea de trabajo es la optimización de materiales semiconductores monocristalinos en volumen, basados en CdTe, tanto en condiciones de gravedad como en condiciones de microgravedad. Para su consecución se realizan experimentos en Tierra financiados con proyectos del MEC, y experimentos en microgravedad en colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA). En este sentido, en el futuro próximo existe una propuesta para la realización de investigaciones en materiales monocristalinos en volumen en la International Space Station (ISS). “Cuando realizamos la preparación de materiales monocristalinos en Tierra, el fundido antes del crecimiento del monocristal presenta unas corrientes internas de convección, similares a las que se producen en una olla a presión. Cuando el líquido hierve se calientan tanto las paredes como el inferior de la olla, por lo que el líquido tiene un movimiento de convección natural, sube por las paredes y baja por el centro por efecto de la gravedad. Ese movimiento crea unas condiciones que hay que controlar. Si no hubiese gravedad no existiría ese movimiento de convección y el proceso ocurriría por difusión. Nuestro objetivo es estudiar las propiedades del material en condiciones g (Tierra) y en condiciones micro-g (espacio). Es importante indicar que los materiales obtenidos en condiciones de microgravedad tienen una calidad superior y presentan un número menor de defectos, comparados con los materiales preparados en tierra”, explica E. Diéguez, Director del Laboratorio de Crecimiento de Cristales.

Otra de las líneas de trabajo es la investigación en la preparación de nuevos materiales óxidos monocristalinos en volumen para ser utilizado en comunicaciones ópticas. (Propuesta FPVII en Proyecto RAINBOW con universidades europeas; Proyecto INTAS, con los países de la antigua URSS).

Además de la labor investigadora propiamente dicha, el equipo de Diéguez está preparando material didáctico en Ciencia de los Materiales. Para ello, trabaja en la elaboración de un CD y un texto divulgativo titulado “Materiales monocristalinos: de dónde y para qué”, con el fin de divulgar entre la sociedad los conocimientos que el

grupo posee en Ciencia de Materiales. “En este sentido el MEC nos ha apoyado con un proyecto cofinanciado por la UAM, por lo que dentro de un año tendremos disponible un CD para destinarlo a centros de enseñanza secundaria y público en general, y poder así divulgar y transmitir los conocimientos en Ciencia de Materiales adquiridos durante casi treinta años de investigación y estudio. Si de alguna manera estamos subvencionados por la sociedad, tenemos la obligación de devolver a la sociedad ese conocimiento que hemos adquirido”, afirma el Profesor.

## Proyectos realizados

El equipo de Ernesto Dieguez ha participado en los últimos cinco años con diversos proyectos científicos, junto con distintos organismos:

RTN, Research Training Network, FPVI (2003-2005). Desarrollo de prototipo de célula TermoFoto Voltaica, TPV, de GaSb. Red europea: Francia, Portugal, Grecia, Gran Bretaña, España.

ESA, European Space Agency. Realización experimentos en SPACELAB desde 1995 hasta la actualidad. Realizar experimentos de crecimiento de cristales en condiciones de microgravedad. En materiales de compuestos de GaSb y CdTe. Objetivo: Comportamiento del crecimiento de cristales en microgravedad y su comparación con estudios realizados en nuestros laboratorios. Resultados: Reducción del número de defectos, mejora en calidad cristalina, nuevas ideas/mejoras en desarrollos tecnológicos.

INTAS, Proyectos de la CE para apoyo a NIS (New Independent States procedentes de la antigua URSS): proyectos desde 1995 hasta la actualidad. Participan: Moscú, Grenoble, Jerusalén, San Petersburgo. Objetivo: Nuevas tecnologías para el análisis de la interfase sólido/líquido en procesos de crecimiento; influencia de micro y macroinhomogeneidades en semiconductores como consecuencia de las velocidades en el fundido; transporte de calor en el crecimiento de monocristales.

NATO: 2004-05. Francia, Marruecos, España. Coordinar y aunar esfuerzos con el Magreb. Participación en Escuela de Verano en Marrakech. Objetivo: estudio de nuevas estructuras para ser utilizadas como sensores de gases.

CAM: (2000-2005) Materiales óxidos con aplicaciones optoelectrónicas. Desarrollo de nuevos materiales óxidos monocristalinos en volumen.

MEC-ESPACIO (1992-2006): Proyectos para la optimización de materiales semiconductores de GaSb y CdTe. Proyectos que aportan la infraestructura del CGL.

### Logros del cgl

Docencia: Creación de una práctica de laboratorio para estudiantes de Ciencias en la Universidad adaptando los conocimientos que el cgl posee en preparación de materiales.

Empresa: Lanzamiento de la Spin-off “Technology and crystals: TECHNOCRYS”: Tecnología en crecimiento de cristales y materiales monocristalinos.

### Intereses futuros

Transferencia a la sociedad de los conocimientos y avances científicos.

Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, EEES. Mejora de la metodología docente.

Colaboración con industrias en temas de investigación.

Participación en FPVII como gran reto científico, apoyado por medios Nacionales como el MEC y la CAM.

## FICHA TÉCNICA

**Centro:** Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Departamento de Física de Materiales. Laboratorio de Crecimiento de Cristales.

**Investigador:** Ernesto Diéguez Delgado

**Dirección:** Campus de Cantoblanco. Ctra. de Colmenar Viejo, Km.15  
28049 Madrid (Spain)

**Teléfono:** 91 497 49 77

**Email:** [ernesto.dieguez@uam.es](mailto:ernesto.dieguez@uam.es)

**Página web:** <http://www.uam.es/cqj> y <http://www.uam.es/sensorcdt>

**Líneas de investigación:** Preparación de materiales en volumen monocristalinos y nanoestructuración de su superficie.