

**FERNANDO FLORES SINTAS:
PIONERO DE LA FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA EN ESPAÑA**

*José Ortega Mateo
Alfredo Levy Yeyati
Álvaro Martín Roderó*

Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada, UAM

A la hora de celebrar el 50 aniversario de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) nos parece más que obligado hacer referencia y homenajear a aquellas personas que han contribuido con su labor docente e investigadora al crecimiento de nuestra universidad prácticamente desde sus inicios. Fernando Flores es sin duda una de ellas.

Fernando Flores Sintás (Cartagena, 1939) se incorpora a la UAM en 1970 y en la actualidad, cerca de 50 años después, sigue plenamente en activo como profesor emérito. En todos estos años la Física de la Materia Condensada en España ha pasado de tener un papel prácticamente testimonial al relevante lugar que ocupa en la actualidad en el panorama internacional. En este cambio ha tenido un papel muy destacado la labor realizada por el Prof. Fernando Flores en la UAM durante todos estos años. Está casado con Araceli Aguilar-Amat Bañón con quien tiene tres hijas y un hijo, y nueve nietos.



Fernando Flores Sintás

1. PRIMEROS AÑOS

Fernando Flores pasó sus primeros dieciocho años en la región de Murcia, “tierra llena de luz y de fuerza”, a la que no ha dejado de volver cuando tiene oportunidad. Como otros físicos de su generación, Fernando llega a la Física luego de haber estudiado Ingeniería, en su caso en la Escuela de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid (1963). Aquí recibe una formación básica que combina el rigor matemático y la “intuición física”. Tras la finalización de sus estudios de Ingeniería, trabaja dos años en una empresa constructora y obtiene el título de licenciado en Ciencias Físicas en 1966 (UCM). A continuación empieza a trabajar en el CEDEX (Centro de Experimentación de Obras Públicas), en el Gabinete de Aplicaciones Nucleares. En este laboratorio de investigación estudia problemas relacionados con la Magneto-Hidrodinámica y empieza a trabajar en la Física de Materiales. En 1967 asiste al *International Course on Theory of Condensed Matter*, curso de tres meses organizado por el International Center for Theoretical Physics (ITCP) de Trieste, donde se empieza a

formar en los fundamentos teóricos de la Materia Condensada. En el año 1970 presenta la tesis *Magneto-hidrodinámica en Tubos Rectangulares* en la Escuela de Caminos, dirigida por Vicente Roglá, a quien Fernando considera un modelo de rigor y claridad.

En el año 1968 se crea la Universidad Autónoma de Madrid y se le pide a Nicolás Cabrera, entonces director del Departamento de Física de la Universidad de Virginia (USA), que acepte la dirección del Departamento de Física. Así, se pone en marcha en 1969 un Departamento que resultó ser clave para el desarrollo de la Física española en años posteriores, muy especialmente en el campo de la Física de la Materia Condensada y Ciencia de Materiales. La División de Físicas empieza su andadura bajo la dirección de Nicolás Cabrera, y se constituye con cinco grupos de investigación: el grupo del Prof. Federico García Moliner es el dedicado a estudiar problemas teóricos en Física del Estado Sólido. En 1970 Fernando se incorpora a este grupo y se dedica inicialmente a estudiar los estados electrónicos de superficies semiconductoras y las interfases metal-semiconductor, donde realizará sus primeras contribuciones relevantes. Completa durante esos años su formación con frecuentes viajes a laboratorios extranjeros, entre los que destacan las visitas de varios meses por año al ICTP, a la Universidad de Lille (1976) y al Imperial College de Londres (1977); mención aparte son las visitas que realiza durante la década de los 80 a los grupos de Norman H. March (University of Oxford) y Rufus H. Ritchie (University of Tennessee). En el año 1975 es promocionado a Profesor Agregado, y en el año 1980 a Catedrático de Física de la Materia Condensada.

Casa de Campo. 1970



De pie, de izquierda a derecha: Enrique Louis, Pepe Gracia, Fernando Agulló, Enrique Larrea, Fernando Flores y Jesús Sánchez Dehesa. Delante (de izquierda a derecha): Miguel Salmerón, Arturo Baró, Miguel Marín, Paco Jaque y Guillermo Navascués. Sirva esta foto también como homenaje al “partido de fútbol de los miércoles”, tradición que se ha mantenido a lo largo de los años, y que ha estimulado la interacción entre físicos de varias generaciones y diversas especialidades, principalmente de los departamentos de Física de Materiales y de Física Teórica de la Materia Condensada.

2. FERNANDO FLORES Y LA FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA EN ESPAÑA

La Física de la Materia Condensada estudia las propiedades de los materiales a partir de sus características a escala atómica y molecular, usando las leyes físicas, principalmente la Mecánica Cuántica, Electromagnetismo y Física Estadística. A principios de los años 70 la Física de la Materia Condensada (que en aquella época se denominaba Física del Estado Sólido) se encontraba muy poco desarrollada en España, pese a la enorme importancia que ya tenía desde los años 40 en la Ciencia y Tecnología a nivel mundial.

La investigación en Física de la Materia Condensada en España experimenta un crecimiento explosivo a partir de 1969, en paralelo con el desarrollo de esta disciplina en la UAM. En 25 años se alcanza un nivel en investigación básica similar al de otros países europeos desarrollados. Este logro es el resultado del trabajo de una generación de científicos, entre los que tiene un papel destacado la labor

de Fernando Flores y del grupo de investigación (o departamento universitario), en sentido amplio, que se forma en torno a él. En la actualidad, la Física de la Materia Condensada es, con diferencia, el campo más activo de la Física en los países desarrollados. Esto es debido en parte al papel fundamental que ha tenido y tiene la investigación en este área en el espectacular desarrollo tecnológico de los últimos decenios: ordenadores, móviles, etc. etc. no son otra cosa que Física del Estado Sólido en acción!



Izquierda: Profesor visitante en la Universidad de Oxford en 1981 (segundo por la derecha, primera fila), en el grupo del Prof. N.H. March (primera fila, centro). Derecha: Recibiendo el Premio Nacional de Investigación Blas Cabrera (2001) de manos de S.M. Juan Carlos I.

El trabajo científico de Fernando Flores es internacionalmente reconocido por sus importantes contribuciones en diversos campos de la Física de la Materia Condensada. Como el propio Fernando ha comentado alguna vez, en la trayectoria de un científico lo que importa no son las citas ni las Conferencias que imparte (lo que sin duda es una indicación de la calidad del trabajo), sino aquellas contribuciones por las que es internacionalmente reconocido. Entre estas, podemos destacar el trabajo realizado en el estudio de la formación de interfases de semiconductores inorgánicos, y más recientemente de las interfases de materiales orgánicos, con la propuesta del modelo aceptado internacionalmente (IDIS: *Induced Density of Interface States*) para explicar las propiedades electrónicas de estas interfases; estudio de transiciones de fases en superficies de semiconductores (modelo de fluctuaciones dinámicas); estudio del transporte electrónico en nanohilos, nanotubos y nanocontactos, así como el desarrollo de herramientas teóricas y computacionales que han permitido entender y simular el comportamiento del microscopio de efecto túnel (STM) y del BEEM (*Ballistic Electron Emission Microscope*); y el estudio de la interacción de iones con la materia condensada, entre otras. Por dar una idea de la dimensión de sus contribuciones científicas podemos mencionar que ha publicado hasta el momento más de 370 artículos en revistas científicas internacionales así como el libro *Introduction to the Theory of Solid Surfaces* publicado junto con Federico García Moliner (Cambridge University Press, 1979). En total, sus publicaciones científicas han recibido alrededor de 10.000 citas.

Si bien el trabajo de Fernando ha sido principalmente en el terreno teórico, cabe destacar la estrecha colaboración que ha sabido mantener con diversos grupos experimentales y la importancia que ha dado siempre al desarrollo de la física experimental en paralelo al de la física teórica. En este sentido debemos recordar el importante papel que Fernando tuvo en su momento al fomentar la incorporación del STM, a cuya descripción teórica había contribuido, al poco de ser inventado por Rohrer y Binnig, como herramienta de uso común en los laboratorios de la UAM. Hoy en día la UAM es uno de los centros de más reconocido prestigio internacional en la investigación a la nanoescala, buena parte de la cual está basada justamente en esta técnica experimental.

La influencia de Fernando en la Física de la Materia Condensada no se circunscribió solamente a España. Desde muy pronto en su carrera Fernando estableció fuertes lazos con el incipiente núcleo

de investigadores en éste área que comenzaban a formar grupos de investigación en Iberoamérica. Cabe mencionar la estrecha colaboración que ha mantenido con investigadores como Enrique Anda y Norberto Majlis en Río de Janeiro, Edith Golberg en Santa Fé, Mariana Weissman en Buenos Aires, etc. Ya en los años 80 Fernando tuvo una participación destacada en escuelas y congresos internacionales en la materia, como el congreso Sólidos 84, que tuvo lugar en el año 1984 en la ciudad de Santa Fé, Argentina, y en el que Fernando impartió una serie de cursos sobre el cálculo de la estructura electrónica de semiconductores. La cooperación con Latinoamérica que inició Fernando se ha mantenido como una tradición en el departamento de Física Teórica de la Materia Condensada.

Las contribuciones científicas de Fernando Flores le hacen acreedor de la Medalla de la Real Sociedad Española de Física en el año 1991, así como del Premio Iberdrola de Ciencia y Tecnología en el año 1993 (primera edición del premio), por “sus muchas aportaciones en las investigaciones sobre la física aplicada a las superficies en estado sólido y las propiedades químicas, eléctricas y electrónicas de estas superficies”. En el año 2001 recibe el Premio Nacional de Investigación Blas Cabrera (2001, primera edición del premio) por sus “contribuciones teóricas a la física de superficies, intercaras de semiconductores y a la microscopía de efecto túnel”. Entre otras distinciones, también podemos citar que es *Fellow de la American Physical Society* (1987), el Premio Semiconductor Surfaces, Interfaces and Nanostructure Prize (2011), concedido por la Conferencia Internacional sobre Formation of Semiconductor Interfaces, la Medalla de la asociación española de ingenieros civiles (2004), el *Premio Alumni* de la Universidad Autónoma de Madrid (2006), etc. Como muestra de su compromiso con el impulso a la Ciencia en España, mencionamos aquí que Fernando ha donado prácticamente todo el dinero recibido en estos premios para la financiación de un contrato de investigador post-doctoral senior, con el objetivo de fomentar la investigación teórica en el BEEM, y como un medio paliativo, quizás simbólico, de las muy negativas consecuencias que las restricciones presupuestarias en la financiación de la Ciencia en el último decenio han tenido en una generación de investigadores.

En cuanto a la gestión, Fernando ha sido director de departamento durante 25 años, en diversos periodos temporales y con diversos nombres del departamento (Física del Estado Sólido, Física de la Materia Condensada y Física Teórica de la Materia Condensada). En esta labor, Fernando siempre ha apostado por la promoción de la excelencia investigadora en la configuración y funcionamiento del departamento, que hoy es un centro de referencia internacional. En la actualidad la actividad investigadora del departamento se canaliza a través del Instituto de Física de la Materia Condensada (IFIMAC), que goza del distintivo de Unidad de Excelencia María de Maeztu del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. También ha sido Director del Instituto de Materiales *Nicolás Cabrera* de la UAM (1993-1996), Presidente del Grupo Especializado de Estado Sólido (1981-1985) dentro de la Real Sociedad Española de Física, Miembro del “Board” del Grupo de Materia Condensada en la European Physical Society (1987-1993), y Miembro de Consejo Asesor de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (1997-2001).

3. FORMACIÓN DE INVESTIGADORES

Además de la gran relevancia de sus aportaciones científicas, probablemente aún más importante es su contribución a la formación de varias generaciones de investigadores, muchos de los cuales gozan de merecida reputación internacional. Esta es una tarea que Fernando emprendió con gran determinación desde sus comienzos en la UAM, aún consciente de que el esfuerzo que demanda esta actividad no siempre es suficientemente reconocido. A lo largo de su carrera, Fernando ha dirigido 29 tesis doctorales y ha supervisado el trabajo de investigadores post-doctorales provenientes de una gran variedad de países. Por citar algunos ejemplos, podemos mencionar los doctorandos que actualmente son catedráticos en alguna universidad española o profesores en el CSIC: Francisco J. García Vidal (UAM, director del IFIMAC), Carlos Tejedor (UAM), Francisco Guinea (CSIC), Álvaro Martín Rodero (UAM), José Enrique Alvarellos (UNED), Enrique Chacón (CSIC), Fernando Sols (UCM), Pedro de Andrés (CSIC), Alfonso Muñoz (ULL), Jaime Ferrer (Univ. Oviedo), José Ortega (UAM), Rubén Pérez (UAM); otros, como Julio Durán, Natalio Mingo o Héctor Vázquez se

encuentran realizando brillantes carreras académicas en el extranjero. Así mismo, varios de los investigadores que realizaron estancias post-doctorales bajo su supervisión ocupan ahora puestos destacados en universidades o centros de investigación de todo el mundo, entre los que se puede citar, por ejemplo, Edith Goldberg (Santa Fé, Argentina), Alfredo Levy Yeyati (UAM), Leszek Jurczyszyn (Wraclaw, Polonia), Karsten Reuter (TU Munich), Pavel Jelinek (Praga) o Yannick Dappe (CNRS Saclay, Francia). En resumen, podemos afirmar que como resultado de toda esta intensa y fructífera actividad, Fernando *ha creado escuela*.



En un Workshop en 2006, visitando el Observatorio del Teide junto con Otto F. Sankey (a su derecha), Alfonso Muñoz (centro), César González, Giulio Biddau, Daniel González, J. Brandon Keith, Enrique Abad, Yannick Dappe, James P. Lewis, Wojciech Kaminski, Raúl Díaz, José Ortega, Pavel Jelinek, Rubén Pérez, Leszek Jurczyszyn, Barry Haycock, entre otros.

Su impronta en la formación de investigadores va más allá de estos someros datos. Muchos de los que hemos trabajado a su lado reconocemos la influencia que ha ejercido en nuestra aproximación al trabajo científico, combinando “intuición física”, que siempre es fruto de un intenso trabajo previo para entender los problemas, con rigor matemático. A esto hay que sumar la pasión por la investigación de calidad, por el trabajo en equipo y el no dejarse influenciar por el dictado de las “modas” que, como en toda actividad humana, también existen en la investigación científica.

Para finalizar, queremos manifestar que ha sido un gran placer compartir parte de esta aventura con Fernando, y que esperamos seguir disfrutando de su consejo e impulso en los años venideros.