

# Manuel Cardona, doctor Honoris Causa de la ULL

LA PRÓXIMA SEMANA, el viernes, más allá de acontecimientos más prosaicos, la Universidad de La Laguna lucirá sus mejores galas en el acto de investidura de dos nuevos doctores Honoris Causa; Carlos Romeo, propuesto por la Facultad de Derecho, y, el que aquí nos corresponde resaltar por ser de Física, Manuel Cardona. El profesor Cardona, que pronunciará una conferencia en la Facultad de Física el miércoles 10 de mayo sobre la vinculación de Einstein a la Física del Estado Sólido, será elogiado en el acto de investidura por el catedrático de Física de nuestra Universidad Alfonso Muñoz, que ha colaborado con él a lo largo de los últimos años.

La biografía del profesor Manuel Cardona Castro nos cuenta que nació en Barcelona en 1934, obteniendo la licenciatura en Ciencias Físicas en 1955, recibiendo posteriormente el premio nacional al mejor historial académico de todas las facultades de ciencias de España. En 1956 consigue la beca Smith-Mundt y se traslada a la Universidad de Harvard para trabajar como graduado bajo la dirección del profesor William Paul. Allí comienza a realizar su tesis (sobre el efecto cuadrático fotomagneto-eléctrico en germanio y silicio), con la que obtendría el doctorado en Ciencias por la Universidad de Madrid en 1958. Tras continuar trabajando sobre las propiedades dieléctricas del germanio y el silicio y sus dependencias de presión y temperatura, obtiene también el doctorado en Física Aplicada en la Universidad de Harvard en 1959. Durante sus estudios en dicha Universidad conseguirá

las becas Juan March (1958) y Bell Labs (1959).

En los siguientes años su carrera profesional se desarrollaría en Suiza, Estados Unidos y Alemania. En diciembre de 1959 se incorpora a la plantilla de los Laboratorios RCA en Zurich (Suiza), donde permanecerá hasta que, en 1961, se traslada al laboratorio de la misma compañía en Princeton (Estados Unidos).

En junio de 1964 acepta el puesto de profesor asociado de Física en la Universidad Brown, pasando a profesor pleno en 1966. En 1971 es nombrado director del recién fundado Instituto Max-Planck del Estado Sólido en Stuttgart, República Federal Alemana, hoy uno de los centros de referencia mundial en este campo, puesto en el que permaneció hasta su reciente jubilación, que vino acompañada del nombramiento como Emérito de dicho Instituto. La larga lista de premios y galardones con que se le ha reconocido se hace imposible de condensar aquí. Resaltemos sólo el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica correspondiente al año 1988.

Cardona es probablemente el máximo especialista mundial en el campo, extraordinariamente competitivo, de la física del estado sólido. Ha logrado decisivos descubrimientos en física de materiales, base de muchas de las nuevas tecnologías que están transformando el mundo moderno. Su obra combina aportaciones a la ciencia básica con ideas claves para ciencia aplicada. Muchos de sus trabajos se refieren a los semiconductores, omnipresentes en los modernos dis-



Manuel Cardona

positivos que invaden la vida diaria, siendo clásicos los estudios en los que interpreta sus propiedades en términos de interacciones electrónicas. Su inmensa contribución se refleja en la publicación de más de mil trescientos artículos, de los que más de cuatrocientos se refieren a la espectroscopía Raman. Es uno de los ocho autores más citados en las publicaciones especializadas de todas las ramas de la Ciencia, lo que da una idea del impacto de su trabajo.

La magnitud y calidad de su producción científica refleja no solo su capacidad per-

sonal, sino también la densidad de sus relaciones con especialistas de todo el planeta. En estas relaciones, características de la ciencia moderna, se muestra la colaboración constante de muy diferentes grupos de investigación, a los que Cardona ha prestado y presta su consejo, su dirección y sus fértiles ideas innovadoras. Esa cualidad, la de proponer, auspiciar y llevar a buen término trabajos en común han hecho que el profesor Cardona haya promocionado e incentivado a muchos físicos que tienen con él una deuda impagable. Su capacidad de liderazgo es uno de los factores que hacen merecido, aún más si cabe, el reconocimiento que le tributa nuestra Universidad.

Los Doctorados Honoris Causa son un doble premio. Las personas a las que se les concede reciben un galardón que se reconoce unánimemente como tal en todos los ámbitos científicos y académicos internacionales. Por otro lado, al incorporar, como

reza la liturgia, al nuevo doctor a su Claustro —al auténtico Claustro académico— la Universidad se reviste de los méritos de la persona que los recibe. Nuestra Universidad tendrá así, a partir del viernes, entre sus muchos méritos ocultados tantas veces por las tribulaciones de la gestión, el honor de contar entre sus miembros —eso significa el acto— al profesor Cardona, con todo su prestigio. La liturgia académica, con sus viejas palabras llenas de sentido, expresará el viernes, una vez más, con exacta claridad estos significados.

# Los atardeceres rojos y el azul del mar La espectroscopia Raman

Se cuenta que en el largo viaje que llevó a Chandrasekhara Venkata Raman (1888-1970) desde la India a Europa en 1921 a bordo del S.S. Narkunda, éste gastó su tiempo en reflexionar sobre el color del mar. La teoría vigente al respecto, debida a Lord Rayleigh, aseguraba que "... el azul intenso del mar ... es simplemente el azul del cielo visto en reflexión...". Esa idea no convenía a Raman y le llevaría a realizar experimentos donde pudo demostrar que el color azul del agua procedía de un fenómeno propio, con una explicación bien distinta de la dada por el gran maestro británico.

En 1923, uno de los estudiantes de Raman observó que un rayo de luz solar, filtrado y pasado por un líquido, cambiaba de color. Este efecto se describió como una "fluorescencia débil", pero el hecho de no poder eliminar dicha fluorescencia mediante purificación de los líquidos indicaba que el fenómeno mostraba una propiedad característica de la sustancia. Como consecuencia de las meticulosas observaciones en gran número de muestras, Raman y Krishnan proclamaron, en su famoso artículo de la revista Nature en 1928, el descubrimiento experimental de "un nuevo tipo de radiación secundaria", una radiación que había sido predicha teóricamente por Smekal en 1923. Casualmente, el descubrimiento de Raman fue anunciado casi simultáneamente por Landsberg y Mandelstam en Rusia, pero debido a la evidencia sistemática y altamente detallada presentada por el grupo indio, fue Raman quien recibió el Premio Nobel en 1930, y su nombre quedó asociado tanto al fenómeno como a la técnica espectroscópica que se desarrolló a continuación.

La idea que subyace bajo el efecto Raman puede explicarse del siguiente modo: cuando sobre una sustancia incide un rayo de luz, éste sufre una reflexión. La mayor parte de la luz reflejada tiene la misma longitud de onda (el color) que la luz que incidió en la muestra, que es lo que en definitiva explicaba Rayleigh, debido a que la mayor parte de los choques de los fotones con las moléculas y los átomos



C.V. Raman

son elásticos, es decir, que se produce conservando la energía. Una parte de esta luz, sin embargo cambia de color, como mostraban los experimentos de Raman. La explicación de este cambio de color es que se produce cuando el choque

de los fotones con el material en cuestión es inelástico, es decir, disipándose la energía mediante otros mecanismos distintos que tienen que ver con las propiedades del material en cuestión. Una parte de los choques tiene esta característica, hecho que basta para que aparezca el efecto. Dicho resumidamente, el efecto Raman es la dispersión inelástica de la luz por una sustancia.

El interés del fenómeno radica en que el cambio de color (de longitud de onda) es característico de la sustancia, y nos da información de su composición, tanto del tipo de enlaces químicos presentes como de su estructura atómica. Es además una técnica que presenta notables ventajas frente a otras (rayos X, Infrarrojos, etc) porque el fenómeno es independiente del color que se emplee, y no se necesitan particulares medidas de protección ni de preparación de las muestras.

La espectroscopía Raman se usa en muy variados campos de la ciencia y de la técnica. En la industria petroquímica se utiliza para el control de calidad de polímeros y emulsiones. El estudio de proteínas y polipéptidos con Raman tiene aplicaciones biomédicas, y variaciones de esta técnica se usan para la determinación del colesterol, lípidos, polisacáridos, etc. En el campo de los estudios ambientales se utiliza ampliamente para determinar la contaminación de suelos y aguas por complejos metálicos e hidrogenocarbonatos. Comentemos también que esta técnica es singularmente útil en la identificación de materiales pictóricos, especialmente debido a su carácter no destructivo, por lo que está presente en los trabajos de conservación y restauración de obras de arte.

En el campo más estrictamente físico, la espectroscopia Raman es básica en el estudio y caracterización de los materiales semiconductores que, como ha sido muchas veces comentado, son la base de la tecnología electrónica actual.

El efecto Raman explica también los colores rojos de los atardeceres, que tantos han glosado. Tengo para mí que el comprenderlo los hace más hermosos