



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Investidura com a Doctor "Honoris
Causa" per la Universitat de València a
Manuel Cardona Castro

Laudatio

València, 18 maig de 2005



**Laudatio al Dr. Manuel Cardona
director emèrit del Max-Planck-Institute for Solid State
Research,
Stuttgart, Alemanya**

**Carlos Ferreira
degà de la Facultat de Física**

Paranimf de la Universitat de València. 18 de maig de 2005.

Magnífic i Excel·lentíssim Senyor Rector,
Excel·lentíssimes i il·lustríssimes autoritats,
Benvolguts col·legues,
Senyores i senyors,

Com a membre del Claustre de professors d'aquesta Universitat i també com a Degà de la Facultat de Física és per a mi un gran honor i una gran satisfacció, dur a terme la *laudatio* davant els meus col·legues d'un científic del nivell i de la qualitat del Dr. Manuel Cardona, que fins fa molt poc ha estat el director de l'Institut Max Planck per a la recerca en Estat Sòlid, a Stuttgart, en Alemanya. Per fer esment de tota la seua trajectòria científica em caldria d'un temps del que no disposem en aquest acte i, d'altra banda, seria reiteratiu per a aquells que treballen en el seu camp i no necessari per a reconèixer la seua categoria científica en el cas d'aquells que dediquen la seua activitat a altres àrees de la física o de la ciència en general. En resum, el Dr. Cardona és un científic amb una enorme quantitat de reconeixements acumulats i amb el prestigi adquirit al llarg de tota una vida dedicada a l'estudi, a la recerca i a la superació de reptes científics, però també a l'ensenyament universitari.

Vull agrair al Dr. Cardona l'acceptació immediata i sense reserves de la distinció de doctor "honoris causa" per la Universitat de València amb la qual ha tingut una relació gairebé continuada durant els darrers anys a través del treball conjunt amb col·legues de la Facultat que, us ho puc assegurar, podrien haver fet aquesta *laudatio* molt millor que no jo pel seu coneixement no solament del treball del Dr. Cardona com també des d'un punt de vista personal. La proposta de nomenament va partir de la Facultat de Física com a culminació dels actes organitzats amb motiu de les celebracions de l'Any Mundial de la Física i va ser aprovada per unanimitat, com també ho va ser en sessió del Consell de Govern de la Universitat, de data 28 de setembre de 2004, on es va aprovar de forma definitiva. El magnífic curriculum investigador del Dr. Cardona, el fet d'haver rebut el Premi Príncep d'Astúries de Ciències, haver estat nomenat doctor "honoris causa" per part d'altres Universitats d'Europa i d'Amèrica simplement fa palès l'encert de l'elecció duta a terme per la Facultat de Física. Com que el curriculum extens i detallat no es troba a l'abast dels assistents, sembla raonable fer un resum de la seua trajectòria científica, posant de manifest les aportacions importants que varen significar la superació d'un repte o una



contribució que ha resolt problemes que es trobaven a l'espera de les idees adequades per a resoldre'ls. El Dr. Cardona és conegut per haver contribuït amb moltes i diverses idees que han ajudat de manera decisiva a resoldre una gran quantitat de problemes. En aquest sentit, algunes de les contribucions del Dr. Cardona han tingut un impacte considerable i, fins i tot, n'hi ha que han esdevingut referències clàssiques en física de l'estat sòlid. Com exemple, diguem que, en un estudi de 1998, sobre citacions en articles de física apareguts després de 1981, el Dr. Cardona apareix en el lloc vuitè.

El treball científic del Dr. Cardona s'ha desenvolupat al voltant de la recerca de propietats físiques bàsiques de sòlids mitjançant tècniques d'espectroscòpia òptica. Encara que el seu camp de treball principal ha estat el dels semiconductors, també es va interessar pels problemes de superconductivitat durant els anys que es va estar als Estats Units en els laboratoris RCA primer y a la Brown University posteriorment. Recentment ha renovat l'interès per la superconductivitat però ara en el nou camp de superconductivitat a altes temperatures.

L'estil de treball del Dr. Cardona es pot resumir si en diem que tracta d'extraure la major quantitat possible d'informació d'experiments senzills. Aleshores processa eixa informació teòricament fent ús de teories senzilles i clares. Allò que caracteritza el seu treball és la simplicitat de les seues teories i la reducció d'aquelles que han estat elaborades per altres investigadors a un mínim fàcilment comprensible, però preservant-ne el contingut físic essencial. Es pot dir que està equipat amb un triple arsenal: tècniques experimentals, materials i uns pocs mètodes teòrics. Cada vegada que apareix un nou material, un nou fenomen o una nova teoria, el Dr. Cardona tracta d'utilitzar la resta del seu arsenal per tal de desplaçar un poc més lluny les fronteres de la Física de la Matèria Condensada.

La primera contribució important està relacionada amb la mesura d'espectres de reflectivitat de semiconductors i la seua interpretació en termes de transicions interbandes i desdoblament spin-òrbita. És deguda al treball del Dr. Cardona, a la primeria dels 60, la notació actual dels diferents pics que apareixen als espectres de reflectivitat. També cal destacar que en aquella dècada va publicar un estudi sobre les propietats òptiques d'halurs de coure i or que encara hui és una de les seues publicacions més conegudes i més citades.

Des de 1966 fins a 1971, el Dr. Cardona va ser professor a la Brown University on el primer article que va publicar - com ell mateix diu "*mentre esperava l'arribada de l'equipament experimental*"- va ser un mètode per a representar estructures de bandes i que avui en dia és utilitzat àmpliament en problemes de nanoestructures, per tant es tracta d'un mètode de la major actualitat. I poc després publicà un article -citat més de 1000 vegades fins a 1998- amb la introducció d'una tècnica de electroreflectància, la qual va obrir un àrea de desenvolupament de tècniques d'espectroscòpia de modulació i de recerca en estructures de bandes que, després d'un període poc actiu, ha experimentat un renaixement en connexió amb superxarxes de semiconductors. En 1969 va publicar el llibre "Modulation Spectroscopy" sobre aquesta tècnica que ha estat citat també més de 1000 vegades.

L'any 1971 va prendre la decisió de tralladar-se a Stuttgart: l'oferta d'esdevindre un dels directors del recentment creat Institut Max Planck per a la recerca



en Estat Sòlid li va resultar molt atractiva, perquè li donà la possibilitat de trencar amb les antigues estructures de la recerca a Alemanya i, sota el paraigua de l'Organització Max Planck, poder incorporar les seues idees i la seua experiència en el camp. Des d'aleshores, l'Institut ha esdevingut una de les més importants institucions de recerca en física a Europa, que cada any és visitat per un gran nombre de científics estrangers.

Només dos mesos després de la seua arribada a Stuttgart, en un edifici totalment buit en aquell moment, el Dr. Cardona va enviar a publicar el primer article d'aquesta nova etapa. Per la primera vegada es publicava material relacionat amb espectroscòpia Raman ressonant en sòlids duta a terme amb làsers sintonitzables de colorants. Aquest treball va obrir un nou camp encara hui molt actiu.

Dels estudis de Raman, en 1978, es va moure cap a la determinació d'eficiències absolutes de difusió (scattering) i la seua interpretació teòrica i cap a l'estudi de la difusió electrònica. El seu grup és un dels pocs en el món involucrats en estudis experimentals i teòrics d'eficiències absolutes de difusió Raman en sòlids.

Amb l'ajuda del seu estudiant Luis Viña, en 1982, va contribuir de manera important a la implantació de les tècniques d'el·lipsometria, motivat per la recerca sistemàtica dels efectes del dopatge, la temperatura i l'aliatge sobre l'estructura de bandes dels semiconductors. Aquest treball ha estat molt productiu. Es van fer els primers càlculs microscòpics d'autoenergies complexes de les bandes electròniques i es van comparar amb els resultats experimentals. Com resultat secundari, es van obtenir els primers càlculs microscòpics de la difusió Raman de segon ordre. Més recentment, amb els seus col·laboradors ha dissenyat el primer el·lipsòmetre espectral per a ser utilitzat amb radiació de sincrotró.

En 1985, el seu grup va començar una recerca sistemàtica de fonons en superxarxes de la qual va resultar el descobriment experimental dels *fonons d'interfície*. Recentment, ha desenvolupat una teoria macroscòpica de *modes d'interfície*, que ha resultat crucial per a la interpretació d'un gran nombre d'experiments.

Des del descobriment de superconductors d'alta temperatura crítica, amb el seu grup ha iniciat un programa per a la investigació i caracterització d'aquests materials, que involucra espectroscòpies el·lipsomètrica, Raman i infraroja. Aquesta recerca ha conduït a resultats importants, publicats en un nombrós conjunt d'articles. Fa poc, el grup ha construït un el·lipsòmetre per a l'infraroig llunyà, que treballa amb radiació de sincrotró, i que ha resultat molt útil en la recerca d'aquesta mena de superconductors.

En 1989, es va adonar de les oportunitats que proporcionava disposar de quantitats importants d'isòtops estables per a fer créixer cristalls simples de composició isotòpica determinada. S'involucrà en un programa per a fer créixer cristalls de germani isotòpicament purs i isotòpicament molt desordenats. La importància d'aquest treball és que va culminar amb el creixement de superxarxes isotòpiques. Més recentment, el seu grup de treball ha dut a terme un estudi experimental exhaustiu sobre diferents cristalls de germani mitjançant difusió inelàstica de neutrons. Fem esment també del treball detallat de l'efecte del desordre isotòpic



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA
EL RÈCTOR.

sobre la conductivitat tèrmica del germani i del silici, i també el desenvolupament d'una nova tècnica per a mesurar la renormalització dels paràmetres de xarxa per interacció d'electrons i fonons.

Finalment, no es pot oblidar l'ús de la radiació de sincrotró per a investigar, mitjançant difusió Raman de raigs X, relacions de dispersió de fonons a través la zona de Brillouin completa, la qual és particularment útil en cristalls de petites dimensions.

Ens manca per abordar un aspecte no menys important de la vida científica del Dr. Cardona, en el qual, una vegada més, no puc aportar la meua experiència personal, donat que no he tingut vinculació investigadora amb ell, sinó només la d'alguns d'aquells que han gaudit d'aquesta oportunitat. El Dr. Cardona ha dirigit un gran nombre de tesis doctorals, prop de 100. Els seus estudiants són conscients de la seua dedicació envers ells: tenia sempre temps per atendre'ls, dedicant més temps a aquell que estava començant les tasques investigadores, sempre disposat a ajudar, encoratjant al jove a cercar les solucions necessàries per resoldre els problemes que poguera tenir, donant-li les indicacions adients. I tot això amb amabilitat i paciència. Els col·legues ací presents que han treballat, o encara treballen amb ell, corroboren aquesta actitud que els ha ajudat molt en llurs carreres científiques.

Per això, considerant tot el que acabe d'exposar, senyor Rector, senyores i senyors doctors, en nom de la Facultat de Física us demane respectuosament la incorporació del Dr. Manuel Cardona al Claustre de professors de la nostra Universitat de València, amb tots els honors, per la seua extraordinària dedicació a la Ciència durant tota la seua vida.

Moltes gràcies.