

Investidura como Doctor “Honoris Causa” por la Universidad Miguel Hernández de Elche de Tomás Torres Cebada

Discurso de aceptación

“Rompe el estruendo de los años ciudades en silencio, borda de nácar el tiempo las historias; afilados y fríos cantos se pulen en mentes no por sensatas menos viejas” (Tomás Torres, 1965)

Una vida científica privilegiada entre la Síntesis Orgánica, los Materiales Moleculares y la Nanociencia

Magnífico y Excelentísimo Señor Rector.

Excelentísimos e Ilustrísimos Señores.

Compañeros y amigos.

Señoras y Señores

El grado de doctor es el título académico más alto que otorga una universidad. No es por ello extraño que los actos de lectura y de entrega de títulos, como el que aquí nos congrega, estén rodeados del boato y solemnidad que se merecen. Lejos queda aquel día de Mayo de 1978 en el que defendí mi Tesis Doctoral en la Universidad Autónoma de Madrid, pero permanecerá nítido para siempre en mi memoria. Que la Universidad Miguel Hernández de Elche me dé la oportunidad de revivir este día, incorporándome a su colegio de doctores, me llena de una inmensa alegría.

Para este discurso he optado por una rápida visión de mi biografía académica e investigadora, y espero no cansarles mucho. Nací en Madrid, allá por los albores de los cincuenta, en la calle Claudio Coello, en el muy elitista barrio de Salamanca, pero que no cunda el pánico... en un hospital. Viví mi infancia y adolescencia en el popular barrio de Pacífico, cerca del Retiro madrileño. ¡Qué época tan buena! Y he aquí el primer punto de inflexión de mi

vida. Mis padres deciden que haga el bachillerato en un colegio privado: el Colegio Virgen de Atocha de los Padres Dominicos. La excelente formación recibida fue determinante en mí devenir posterior. ¡Hay compañeros de entonces en la audiencia! También tuvo su importancia en mi futuro el regalo de mi prima Isabel cuando tenía 14 años, un juego de química llamado “Cheminova”, del que me enseñó a sacar partido mi compañero de colegio Jesús López, un enamorado de la Química.

Cuando años después fui a matricularme en la Universidad, no tenía claro en qué hacerlo. Podía haber estudiado cualquier cosa. Vocación cero. Pero el “Cheminova” y Jesús López decantaron mi elección. Químicas en la Autónoma, una universidad que por entonces comenzaba su andadura. Beca Salario. Recuerdos imborrables. ¡También hay compañeros de esa época en la audiencia! En la universidad entendí que el amor por una disciplina no es solo una cuestión de vocación. Es una cuestión de trabajo y entendimiento. Y cuando entendí bien la química, me apasionó.

Luego todo se precipitó: Milicias – que se me hicieron interminables - y Tesis en el CSIC con Francisco Fariña como director. Este fue el periodo en que descubrí que la síntesis orgánica era lo mío. En mi tema de tesis llegué a hacer 20 reacciones consecutivas; la cantidad de producto se reducía en cada etapa, por lo que cada mes y medio debía empezar todo desde el principio. ¡Qué placer columnar, con benceno como eluyente, los aductos Diels-Alder de una de las primeras etapas! No había vitrinas y terminabas la tarde “colocado”. Dicen ahora que el benceno no es bueno. Félix Sánchez, Miguel Ángel Miranda y Jaime Primo, entre otros, fueron mis compañeros de laboratorio. ¡Ahí es ná! Avelino Corma se unía a nosotros muchas veces, para convencernos de la oportunidad de fundar el “*Instituto del Mediterráneo*”. ¡Y lo hizo! El ITQ valenciano es aquel instituto soñado por Avelino en los años setenta.

A continuación, más de dos años de postdoc en Alemania –con Wolfram Schäfer en el Max-Planck para bioquímica de Martinsried, cerca de Munich- y boda con Juliana Leão-Coelho. ¡Hay compañeros de mi postdoc en la audiencia! De mi estancia en Alemania aprendí mucho. Que, mitos aparte, no éramos muy diferentes de los alemanes, y que podíamos hacer lo mismo que ellos, y sobre todo aprendí a ser más organizado y riguroso en mis

planteamientos. Este punto de racionalidad teutona ha sido fundamental en mi devenir posterior como científico.

Las alternativas a la vuelta del extranjero eran varias. Estuve algunos meses en el CSIC y otros pocos en la UAM, con las primeras becas de “*recuperación de cerebros*” que se lanzaron en España, precursoras de los actuales contratos Ramón y Cajal, y por fin me decidí.... por la industria, animado por mi amigo Félix Sánchez. Casi cinco años en Abelló/Merck, Sharp and Dohme. La empresa me enseñó mucho. Esta etapa la considero como mi más fructífero postdoc. Me enseñó a distinguir cuál era el mundo real y a diferenciarlo de esa ficción y relativismo que se vive muchas veces en un centro académico. Fue fundamental para establecer escalas de valores y criterios de responsabilidad y productividad.

Inesperadamente, aparece la Universidad de nuevo. Pruebas de Idoneidad – a las que accedí sin haber estado nunca en un puesto docente, por méritos investigadores ¡fisuras del BOE! – y vuelta a la UAM ¡once años después! ¿Habría sido posible hoy un reingreso en el mundo académico? No lo creo. A pesar del principio de reversibilidad microscópica, no siempre las cosas pueden ir en dos direcciones. Por cierto, ¡qué bonita es la Química! ¡Siempre puedes encontrar en ella ejemplos de aplicación a la vida real que te llenan de placer! Pero en aquel entonces había tiempo para todo. Ya llevo 30 años en la UAM. ¡Hay compañeros de la UAM en la audiencia! ¡Qué contento estoy de que haya compañeros de todas y cada una de las etapas de mi vida aquí en Elche!

Allá por los 90 decidí hacer algo nuevo en investigación. Algo que no tuviera nada que ver con la síntesis total de antraciclinoas de mi doctorado, ni con la síntesis de quinonas heterocíclicas de mi postdoc, ni con la preparación de fármacos en la Industria, ni siquiera directamente con la Química Supramolecular de mis primeros años en la UAM, inspirada ésta por Javier de Mendoza y Jean Marie Lehn, periodo en el que tuve la ocasión de conocer a Luis Echegoyen y Jonathan Sessler, presentes hoy aquí. ¿Qué joven tiene la posibilidad actualmente de intentar un cambio de este tipo? Una vez más fui un privilegiado.

Leyendo revistas de Química – ¡hay que leer mucho, queridos estudiantes! - me encontré con algunos compuestos más o menos complejos que comenzaban a llamarse Materiales Moleculares. Estos están constituidos por unidades moleculares de origen orgánico o metalorgánico que pueden ser sintetizadas individualmente y organizadas y/o polimerizadas, en una segunda etapa en algún tipo de fase condensada (cristal-líquido, película fina...). Estos materiales presentan propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas no convencionales. Entre ellos había unos que me llamaron profundamente la atención: unos análogos sintéticos de las porfirinas llamados ftalocianinas.

Aunque a menudo los investigadores consideran la impredecibilidad de la química como una especie de maldición, la mayoría de los grandes avances provienen de accidentes fortuitos. Serendipia es un descubrimiento o un hallazgo afortunado e inesperado que se produce cuando se está buscando otra cosa distinta, evidentemente esto está relacionado con la habilidad de un sujeto para reconocer que ha hecho un descubrimiento importante aunque no tenga relación con lo que busca. Este es el caso de las ftalocianinas, una clase muy importante de materiales funcionales que fue descubierta más que inventada. En 1928, durante la preparación de ftalimida a partir de anhídrido ftálico y amoníaco en la planta de Grangemouth perteneciente a Scottish Dyes, el reactor de vidrio se agrietó, de manera que la mezcla de reacción se puso en contacto con el revestimiento de acero exterior. El resultado de esto fue la formación de una impureza azul – ftalocianina de hierro- contaminando la ftalimida blanca, hecho éste que al principio causó gran consternación aunque a continuación se aisló la nueva sustancia y se investigó como colorante. Poco tiempo después Scottish Dyes pasó a formar parte de la multinacional ICI, y se inició una colaboración con Sir Reginald Linstead del Imperial College de Londres, que enseguida resultó en la elucidación estructural del misterioso y robusto material.

El paso siguiente por mi parte fue solicitar un proyecto al ministerio, donde tuve la fortuna de encontrarme a Fernando Agulló, por entonces Gestor del Plan Nacional de Materiales. Me concedieron el proyecto y me marché a Alemania a hablar con Michael Hanack, máximo experto en el área de ftalocianinas. Este me brindó su apoyo incondicional y me impulsó a pedir un

proyecto europeo como coordinador. Conseguí aglutinar en este proyecto a los científicos más importantes de Europa en este tema, Michel Hanack, Dieter Woehrlé, Jaques Simon y Michael Cook a los cuales se unió más tarde Roeland Nolte. Este fue el comienzo de la aventura que aún continúa, y que ha estado sustentada con múltiples ayudas de la Unión Europea y de las administraciones públicas españolas, tanto estatal como autonómica. También en esto he sido muy afortunado.

El curso 1990-91 solicité la implantación en el Departamento de Orgánica de una asignatura de doctorado denominada Materiales Moleculares Orgánicos. No sin recelo, se me concedió. Poco sabíamos entonces que estos sistemas eran el germen de la aproximación nanotecnológica denominada “*bottom-up*” (de abajo a arriba). El eslabón por entonces perdido entre la química y la nanociencia. Los términos “Nanociencia” o “Nanotecnología” hacen referencia al desarrollo científico y tecnológico que se viene produciendo en las últimas tres décadas, y que ha permitido la construcción y manipulación de materiales en la escala del nanómetro. La nanotecnología trata con estructuras y sistemas que poseen tamaños desde 1 a 100 nanómetros. Todo este desarrollo promete un impacto social y económico mayor en varios órdenes de magnitud que el proporcionado por la tecnología “submicrométrica”, que es la base de la electrónica moderna y de las amplias capacidades de telecomunicación que existen actualmente.

Un buen número de Premios Nobel avalan los avances en estas áreas. Quizás el primigenio sea el de Química de 1987 que fue concedido conjuntamente a Donald J. Cram, Jean-Marie Lehn and Charles J. Pedersen, por el desarrollo de moléculas con estructuras específicas capaces de dar lugar a interacciones de gran selectividad. El descubrimiento de una nueva forma estable de carbono, los fullerenos, valió el Premio Nobel de Química de 1996 a Robert Curl, Richard Smalley y Harold Kroto. El premio Nobel de Química de 2000 fue concedido a Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid y Hideki Shirakawa por el descubrimiento y desarrollo de los polímeros conductores. Gerhard Ertl recibió en 2007 el mismo galardón por sus estudios de procesos químicos sobre superficies sólidas. Más recientemente, el Premio Nobel de Física de 2010 ha ido a parar a manos de

Andre Geim y Konstantin Novoselov por sus trabajos pioneros en el desarrollo del grafeno, un material bidimensional cuyas láminas solo tienen el espesor de un átomo de carbono.

El haber sido un pionero en España en el área de los Materiales Moleculares, junto con ilustres compañeros, como Eugenio Coronado, Nazario Martín, Jose Luis Serrano y Jaume Veciana, entre otros, me llena de orgullo

Las Ftalocianinas, con una fuerte absorción de luz en el visible, representan un valor intrínseco para muchas aplicaciones tecnológicas. La investigación de mi grupo se ha centrado en la búsqueda de materiales moleculares basados en ftalocianinas, que pudieran unir sus características - gran versatilidad sintética, tamaño nanoscópico, procesabilidad, biocompatibilidad,...- con sus singulares propiedades físicas (conductoras, ópticas y magnéticas). Nuestro grupo partiendo prácticamente de cero en esta área, ha conseguido correlacionar el diseño molecular con sus propiedades, a través de la síntesis orgánica. Estos estudios pioneros han permitido procesos iterativos para la optimización de sus propiedades físicas y con ello de sus aplicaciones, concretamente en áreas de óptica no lineal, transferencia de energía y de electrones en sistemas dador-aceptor, y fotovoltaica molecular.

El campo de los Materiales Moleculares en 1990 era un territorio inexplorado en gran medida, en la interfase entre la química y la física. Así, en la década de los noventa, nuestro interés se centró en los estudios de las propiedades ópticas no lineales de las ftalocianinas. Cabe destacar de esta época el descubrimiento de que las subftalocianinas eran capaces de generar segundo armónico, con mejor eficiencia que la descrita hasta ese momento. Mucho tiene que ver en esto mi madrina hoy en esta ceremonia, Ángela Sastre. La colaboración con Fernando Agulló en este periodo fue decisiva.

Desde finales de los 90 hasta la actualidad, nuestro trabajo se ha centrado en el estudio de las propiedades dador-aceptor de las ftalocianinas en sistemas multicomponente. Como "*pareja*" de las ftalocianinas se han estudiado multitud de subunidades foto- y electroactivas pero preferentemente nanoestructuras de carbono, como fullerenos, nanotubos de carbono, y actualmente grafeno y fullerenos endoédricos. Cabe destacar también en este

periodo el desarrollo de la química de subftalocianinas, área en que nuestro grupo junto con el del japonés Nagao Kobayashi, presente en la sala, ocupa el primer lugar a nivel mundial. Mención especial en este punto merece la colaboración continuada en los últimos quince años con Dirk Guldi en el área de la transferencia electrónica fotoinducida. Más de una centena de publicaciones conjuntas lo atestiguan. Gracias Dirk.

Desde mediados de la década pasada hemos dirigido nuestra atención a la incorporación de ftalocianinas en células solares, habiendo impulsado importantes avances en las aplicaciones de estos compuestos. Durante la última década en nuestro laboratorio se han producido una serie de ftalocianinas (las llamadas TTs) especialmente adaptadas para su integración en células fotovoltaicas. Concretamente, el compuesto denominado TT1 representó en 2007 un avance considerable en los dispositivos fotovoltaicos basados en ftalocianinas, que allanó el camino para el diseño y preparación de análogos más efectivos en varios laboratorios. Debemos mencionar en este apartado el soporte que nos proporciona la colaboración con Michael Grätzel y Mohammad Nazeeruddin, máximas autoridades en el área. También se han hecho avances muy importantes en el uso de moléculas pequeñas evaporadas de tipo subftalocianina en sistemas de bicapa, donde se han empleado estos compuestos como aceptores en vez de los clásicos fullerenos para preparar dispositivos con eficiencias excelentes.

En los últimos años, mi grupo está haciendo un guiño a la química bioorgánica, dentro del área nanotecnológica. Así, la Unión Europea nos ha financiado un proyecto titulado "Novel nanotechnology-enabled system for endovascular near-infrared targeted photodynamic therapy of atherosclerotic heart disease", en el cual nuestro grupo juega un papel crucial en la preparación de fotosensibilizadores unidos a nanopartículas. Los resultados obtenidos empleando conjugados de ftalocianina-dendrímero en el tratamiento de la arterosclerosis, hasta ahora en animales, son extraordinarios.

Mi incorporación en 2011 al Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Nanociencia (IMDEA) ha servido para fortalecer todos los emprendimientos mencionados en el área de la Nanociencia y la Nanotecnología. El entorno multidisciplinar del centro permite una interacción muy positiva entre químicos,

físicos y biólogos. Es este sentido caben destacar los estudios de Microscopia de Efecto Túnel (STM) que nos están permitiendo, en colaboración con Rodolfo Miranda, organizar a nivel supramolecular, en superficies metálicas y de grafeno, derivados de ftalocianina apropiadamente funcionalizados, con objeto de generar nuevas propiedades en los materiales auto-ensamblados.

Déjenme decirles, que la química de las ftalocianinas me ha permitido profundizar en varios conceptos básicos objeto de mi devoción. Un ejemplo: la aromaticidad. Realmente este fenómeno, esencial en química orgánica, engloba varios conceptos sin que sea seguro que todos reflejen una realidad común. Semánticamente la palabra no ha cambiado en muchos años mientras que la concepción del fenómeno ha evolucionado extraordinariamente con la química. Bien saben de ello mis amigos, José Elguero, del que tanto he aprendido sobre aromaticidad, y Atsuhiko Osuka, aquí presente, que está revolucionando la química de porfirinas a este respecto.

Después de 40 años dedicado a la investigación puedo suscribir totalmente la frase referida al inventor Thomas A. Edison: "*Genius is one percent inspiration and ninety-nine percent perspiration*" en el sentido de que la innovación consiste en 1% de inspiración y en el 99 % de transpiración, es decir, arduo trabajo y no sólo la genialidad de las ideas.

Permítanme que les transmita aquí un punto de frustración: a pesar que tenemos un laboratorio lleno de productos de llamativos colores azules, verdes y fucsia..... ¡nunca he preparado una ftalocianina con mis manos! Esto es algo que aún puedo arreglar. ¿Algún voluntario entre mis doctorandos que quiera enseñarme?

Me gustaría también destacar que el carácter aplicado de nuestra investigación nos ha permitido establecer lazos con el entorno industrial regional, nacional e internacional, a través de numerosos proyectos I+D con diversas empresas en los últimos 25 años. Esto nos impulsó a fundar en 2008 "NanoInnova Technologies", una compañía spin-off, localizada en el Parque Científico de Madrid, dedicada al diseño, desarrollo y comercialización de instrumentación y superficies nanoestructuradas. Por otro lado, este interés por el mundo empresarial me ha permitido desarrollar otro de mis escasos "*hobbies*" (además de coleccionar monedas españolas y piedras de todo tipo):

la propiedad industrial, habiendo asesorado en los últimos 25 años a multitud de empresas en temas de patentes.

La conexión de la academia y la industria sigue siendo la asignatura pendiente de nuestro sistema científico-tecnológico. Los esfuerzos realizados en este sentido por las administraciones públicas no terminan de cuajar. Parece un ejemplo de responsabilidad compartida entre unos empresarios que solo piensan en el corto plazo y unos científicos que no tenemos especial interés en dirigir nuestros esfuerzos a los aspectos prácticos que la sociedad demanda. La Unión Europea está trabajando cada vez más en este sentido para conseguir una investigación académica más enfocada a las necesidades sociales.

Uno de los tesoros más grandes de España es la rica tradición de creatividad humana, artística, literaria, etc. Debemos desarrollar nuevos mecanismos que permitan enfocar esta creatividad mediterránea hacia la inspiración científica y tecnológica. Se deben financiar sin reparos nuevos programas de investigación que permitan aprovechar el potencial humano del que disponemos, a través de una asociación estratégica con los sectores productivos. Solo así seremos realmente un país desarrollado más allá del sector servicios.

Antes he hablado de una de mis devociones, la Química Supramolecular, por ello quiero acabar con un comentario relacionado con ella. Un concepto básico de ésta es el de *Auto-organización*. Pues bien, los Materiales Moleculares en los que estamos trabajando y la Nanociencia que de ellos se deriva se basan en *fenómenos de Auto-organización*. Hace tiempo Jean-Marie Lehn fue preguntado sobre si la Química estaba tratando de resolver grandes cuestiones de la Ciencia: *Los físicos tratan de desvelar las leyes del universo; los biólogos, por su parte, están empeñados en resolver las reglas de la vida, pero ¿Qué están haciendo los químicos mientras tanto, además de producir nuevas moléculas y nuevos materiales? ¿Cuál es la gran pregunta sin resolver?* Lehn dijo que la Química estaba tratando de contestar de qué manera la naturaleza ha podido generar entidades capaces de preguntarse sobre el origen mismo del universo del que surgieron, esto es, de qué manera la materia ha sido capaz de volverse más compleja. La respuesta

a la gran pregunta según Lehn es la *Auto-organización*. La complejidad es el fruto de la capacidad de ciertas moléculas para auto-organizarse. Estamos pues trabajando para aportar nuestro grano de arena a la gran pregunta pendiente de la química.

Debo ir acabando, pero no puedo dejar de hacer un comentario anecdótico, que sin tener que ver directamente con este acto académico me resulta interesante. Siempre he sido un admirador ferviente de La Dama de Elche, desde que tuve oportunidad de verla por primera vez cuando era adolescente en el Museo del Prado, cerca de mi casa, donde estaba instalada por aquel entonces. Luego la vi más veces en su ubicación actual, el Museo Arqueológico Nacional, en Madrid. Para mi aquel busto íbero tallado en piedra caliza representaba una historia de España que me embelesaba y que aún lo hace.

Lo importante en Elche, sin embargo, no es su Dama. Elche refleja el espíritu de transformación de toda la región valenciana. Florece además en la educación, el mundo académico, la investigación, la industria; los mismos ingredientes del desarrollo. Con vigor, su joven universidad está respondiendo a las nuevas cuestiones que los tiempos plantean, y lo está haciendo de una manera innovadora.

Mi primer contacto con la Universidad Miguel Hernández data de 1997 cuando Antonio Fimia, Catedrático de Óptica de esta universidad, entró en contacto conmigo para ofrecerme una posición en el departamento que en ese momento estaba pergeñando. Finalmente, a pesar de lo interesante de la oferta, decidí no aceptarla.

Mi colaboración con el grupo de "*Diseño y Síntesis Molecular (DYSMOL)*" de la Universidad Miguel Hernández data de 1998 cuando sus directores, los profesores Ángela Sastre y Fernando Fernández (mi quinta y mi primer doctorandos, respectivamente) se incorporaron a esta universidad. La cooperación con la UMH en los últimos tres lustros no se ha limitado a la investigación en los campos de las "*Ftalocianinas*" y las "*Nanoestructuras de Carbono*", temas en los cuales DYSMOL y mi propio grupo en la UAM somos reconocidos en nuestra área. En este periodo hemos tenido también ocasión de establecer convenios interuniversitarios como el que integra a ambas

universidades en el “*Master de Nanociencia y Nanotecnología*” que impartimos junto con otras cinco instituciones educativas españolas. También participamos actualmente en proyectos conjuntos de Investigación como el de la red “*Modificación Química del Grafeno para Nuevas Propiedades y Aplicaciones*”, dentro del marco del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO).

En estos años he tenido también oportunidad de visitar la UMH en numerosas ocasiones participando en comisiones para la provisión de plazas desde Ayudantes a Catedráticos y en tribunales de Tesis Doctorales. También he impartido conferencias dentro de las X y XVI Escuelas Nacionales de Materiales Moleculares, organizadas por la UMH. En definitiva, he tenido y tengo el placer de interaccionar de una forma continuada con la UMH.

Es, por lo que acabo de mencionar, que con profundo reconocimiento acepto este gran honor, que es uno de los más significativos que se me han conferido. Lo hago en nombre de todos los que han hecho posible que hoy sea investido como Doctor Honoris Causa, como mis maestros, con los cuales aprendí no solo ciencia, sino a pensar. Entre ellos me atrevo a destacar a Francisco Fariña, a José Elguero, y a Michael Hanack. No puedo dejar de agradecer también a Javier de Mendoza, por haber confiado en mí y haber hecho posible el inicio de mi carrera académica. La Química Supramolecular, por él auspiciada ha sido un referente constante en mis investigaciones. Vaya mi reconocimiento más sincero y a mis colaboradores, nacionales y extranjeros, con los que he desarrollado mi trabajo de investigación, y que ostentan gran parte de los méritos que se me atribuyen. Por razones obvias, no puedo nombraros a todos aquí, no solo porque sois muchos sino porque una única omisión sería una profunda injusticia. Entre todos, y parafraseando a Groucho Marx “*Partiendo de la nada hemos alcanzado las más altas cotas de miseria*”. Gracias de verdad.

Asimismo, deseo reconocer el apoyo y aliento que he recibido de mi familia. Por supuesto, nada de esto habría sido posible sin los continuos esfuerzos de mis padres Ambrosio y Luisa en favor de mi educación y en el fomento de mi curiosidad, junto con el apoyo de mi hermana María Luisa. Pero

quiero agradecer de manera muy especial a mi mujer, Juliana, y a mis hijos José Luis y Ana Isabel, que con su comprensión y cariño me han soportado a lo largo de tantos años y me han ayudado a mantenerme en contacto con la realidad.

Gracias también a los impulsores de esta iniciativa, Ángela Sastre y Fernando Fernández, a la Universidad Miguel Hernández, representada por su Rector, y desde luego a todos los presentes por compartir conmigo estos momentos.

Elche, a 28 de enero de 2016

Tomás Torres