

Discurso

Profesor Dr. D. Maurizio Prato.

Es un enorme placer estar aquí hoy y sobre todo, es un gran honor recibir este reconocimiento tan importante. Querría, antes de iniciar, dar las gracias al magnífico rector de la UCLM, Miguel Ángel Collado; al decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Ángel Ríos; al director del Departamento de Química Inorgánica, Orgánica y Bioquímica, Antonio Otero; al director del Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (IRICA), Félix Jalón; a la profesora Ester Vázquez, y a todo el Departamento.

Quizá no todo el mundo sabe la importancia que tiene todo esto para mí. ¡Yo todavía no tengo el título de doctor! Cuando terminé los estudios universitarios, en 1978, la universidad italiana no tenía aún instaurado el grado de doctorado; terminábamos en el equivalente a un máster, por lo que el valor que tiene para mí hoy este acto es doble: ¡finalmente podré ser doctor!

El camino de la vida que me ha traído hoy a Toledo comienza en Lecce, una ciudad de la Italia meridional, donde la cultura española impregna todo el aire, no solo con su Castillo de Carlos V, sino sobre todo con el carácter de las personas, muy distante del de los habitantes del norte de Italia y muy parecido al apasionado corazón español. En Lecce la gente vive en las puertas de las casas, en las plazas llenas de sol, duerme la siesta y ama el contacto humano, continuo y fuerte.

En verano, con la familia, íbamos a Otranto, una bella ciudad en el mar, donde de niños jugábamos en la Plaza Alfonso de Aragón, hijo de Fernando, rey

de Nápoles. Son nombres, estos, que resuenan continuamente en nuestros oídos, pareciéndonos, casi, que tenemos sangre española en nuestras venas.

Estudié en Lecce el bachillerato clásico, mi padre era profesor de literatura griega en la universidad y mi formación está impregnada de cultura clásica. A pesar de que estudiar latín y griego me gustaba mucho, durante el bachillerato me apasionaron enormemente algunos aspectos de la ciencia y sobre todo de la biología y la genética en particular. Así, con el objetivo de estudiar los aspectos químicos de los fenómenos biológicos, inicié mis estudios de Química en Padova, teniendo ya muy claro en mi mente, el camino que quería seguir en mi futura vida científica.

Me gradué realizando mi trabajo fin de grado en uno de los grupos más fuertes de Química Física Orgánica, estudiando el mecanismo de las reacciones orgánicas con el profesor G. Scorrano y el profesor G. Modena. Este periodo fue fundamental para mi futuro: estudiar el mecanismo de las reacciones es siempre una tarea muy rigurosa, te enseña sobre todo un método de trabajo que debe ser preciso y constante.

Sin embargo, después de algunos años, sentí la necesidad de cambiar el ámbito de mis investigaciones y, aprovechando un resultado interesante que se produjo de manera inesperada en mi laboratorio, di un giro hacia la Síntesis Orgánica. Para profundizar en mis conocimientos me trasladé por un año a la prestigiosa Universidad de Yale, al laboratorio del profesor S. J. Danishefsky, uno de los genios de la Química Orgánica sintética. Yale era un templo de la química: allí trabajaban científicos ilustres del calibre de John Fenn, Ken Wiberg, Martin Saunders, Stuart Schreiber, Fred Ziegler, Dan Crothers. ¡Qué fortuna estar en Yale en 1986! Cada semana había un seminario de algún químico importante y las discusiones que se generaban eran siempre el fermento de nuevas ideas y proyectos. ¡Pude ver y percibir de primera mano cómo se trabaja en química en una de las mejores universidades del mundo! En Yale existe también una amplia comunidad italiana: ¡Allí he comido la pizza más buena de toda mi vida!

De vuelta a Padova, traté de poner en práctica los conocimientos adquiridos en Yale para abrir una nueva línea de investigación. Pero después de trabajar algunos años en la síntesis de productos naturales, me di

cuenta de que no había encontrado aún mi sitio, sentí de nuevo la necesidad de cambiar. Creo que esta fuerza interior que siempre he sentido dentro de mí, es un elemento fundamental de un investigador. Pero ¿por qué se llega a ser investigador? ¿De dónde viene este gran deseo de entender, este sueño de cambiar el mundo, de hacerlo cada vez más bello? ¿Por qué pensamos siempre que nuestros descubrimientos podrán llevar a un mundo mejor? Creo que cada uno de nosotros tenemos motivaciones diversas: para mí, la parte más cautivadora es la belleza misma del experimento: programar una serie de reacciones, preparar los reactivos y mezclarlos, ver como el color de la disolución cambia en la reacción, verificar experimentalmente las hipótesis propias, escribir un proyecto y realizarlo. Estos han sido los estímulos que han guiado siempre mi trabajo, los muelles que me han impulsado a buscar siempre algo nuevo, a no pararme nunca, a poner todo mi corazón en las cosas que hacía, el motor incansable, que no me daba paz hasta que no encontraba la solución a un problema o hallaba un argumento que pudiera satisfacer mi sed de conocimiento. Es esto, a lo que yo llamo, un poco en broma, el “sacro furore”, la cualidad principal que, en mi opinión, un investigador tiene que poseer, una sed insaciable de conocimiento, acompañada de una gran curiosidad y un enorme deseo de descubrir siempre cosas nuevas.

En la búsqueda de mi yo científico, encontré la paz, finalmente, en el sector de los nuevos materiales funcionales, donde las propiedades de las moléculas controlan y dan vida a las propiedades de los materiales que se intenta construir. Es como crear desde cero una entidad que tendrá las características que le hayamos dado nosotros. ¡Una sensación de fuerza y de poder increíble! Veía finalmente la posibilidad de encontrar nuevos horizontes a los que aplicar todo el trabajo que había realizado previamente: ¡los mecanismos de reacción y la química sintética al servicio de esta nueva aventura!

Con este espíritu llegué al laboratorio del profesor F. Wudl en Santa Bárbara, California y comencé a trabajar en el campo de los fullerenos, a los que siguieron los nanotubos de carbono y, más recientemente, el grafeno. Sobre este argumento se instaura la colaboración con la UCLM, primero con la profesora Vázquez y después con la profesora Herrero. Ha sido gracias a colaboradores extraordinarios, como estas dos exce-

lentes investigadoras, que mi laboratorio en Trieste ha podido despegar y llegar a los niveles competitivos en los que se encuentra ahora.

La colaboración con la profesora Vázquez y todo el grupo de la UCLM se ha desarrollado a través de proyectos de investigación comunes, intercambio de estudiantes Erasmus, doctorados en cotutela, proyectos europeos altamente competitivos. El último de esos proyectos, en orden cronológico, es la denominada Graphene Flagship, un esfuerzo económico enorme en el que la comunidad europea invierte 1000 millones de euros en 10 años en la investigación de nuevos materiales basados en grafeno. Dentro de este proyecto, el grupo de la UCLM desarrolla un papel importantísimo, ligado a la producción de grafeno en agua para el estudio de sus posibles implicaciones biológicas, un resultado que aún ningún otro grupo ha conseguido alcanzar. No ha sido difícil colaborar con Ester y con Marian, llegadas a Trieste con grandes ambiciones y teniendo, dentro de sí, mi mismo “sacro furore”. Y La Mancha, con sus molinos y sus don quijotes, encuentra así nuevas estrellas en el panorama de la investigación y además de la forma más apropiada: no exactamente con un molino de aspas si no ¡con un molino de bolas para exfoliar el grafeno!

Pero déjenme que les cuente donde hemos llegado con nuestra investigación y permítanme explicar por qué estamos tan emocionados con la labor que desarrollamos. El nuestro es un trabajo de química preparativa, puente con la nanociencia: preparamos nuevos materiales que pueden ser útiles en aplicaciones prácticas capaces de reportar un beneficio a nuestra sociedad. Las posibles sinergias entre dos importantes disciplinas modernas, la química y la nanotecnología, pueden llevar a resultados extraordinarios: a través de la modificación química inteligente de objetos nanométricos es posible obtener resultados útiles en nuestra vida de cada día.

Imaginen una fibra cincuenta mil veces más fina que un cabello humano, pero imagínenla construida con los enlaces más fuertes que existen en el mundo. Una nanofibra que conduce la electricidad y el calor con extraordinarias prestaciones, a través de una red perfectamente construida sólo con átomos de carbono. Estos son los nanotubos de carbono, que no existen en la naturaleza pero que hoy en día son producidos a nivel industrial en todo el mundo.

Se trata de un material que ha revolucionado las ideas que teníamos acerca de los materiales. Gracias a una resistencia mecánica excepcional, fibras entrecruzadas con nanotubos de carbono transforman el tejido ordinario de una chaqueta en un chaleco antibalas. Gracias a los nanotubos de carbono, los microchips y los circuitos electrónicos que conocemos podrán hacerse aún más pequeños, multiplicándose, en el mismo espacio, en innumerables nodos para almacenar mucha más información y acelerar la transferencia de datos, de conexiones, de contactos. Esta es la revolución de la nanotecnología, el mundo de lo infinitamente pequeño que permitirá construir una nueva frontera del conocimiento.

Los materiales que preparamos sirven, sobre todo, en dos sectores vitales: la energía y la salud.

Nuestra sociedad, basada en combustibles fósiles, se encuentra de frente dos problemas fundamentales e íntimamente relacionados: (primero) el progresivo agotamiento de dichos combustibles, asociado al aumento de demanda energética de los países en vías de desarrollo. (Segundo) el impacto de su combustión en la contaminación atmosférica, con consecuencias dramáticas tanto a escala local como global. En este contexto, se considera estratégica la búsqueda de rutas químicas para la producción de nuevos carburantes limpios y la reducción del CO₂, o mejor aún, su utilización como materia prima para la producción de combustibles o de sustancias químicas valiosas. El aprovechamiento del anhídrido carbónico resulta ser un desafío, pero es un argumento urgente, al menos en un escenario a medio plazo, dominado por combustibles a base de carbono. El proceso foto asistido de captura y conversión del CO₂ en combustible, representa la solución ideal para generar energía sostenible ya que aprovecha una fuente energética inagotable, la luz del sol, y ofrece un balance entre liberación y absorción de CO₂.

Una parte de nuestra investigación apuesta, por tanto, a la llamada fotosíntesis artificial: en cada momento de nuestra vida, la naturaleza, a través de las hojas, toma el anhídrido carbónico y el agua y los transforma en oxígeno para nuestros pulmones y luego en moléculas complejas que serán la base de las flores que embellecen nuestra vida, de la fruta y de la verdura que comemos cada día, además de la madera que arde

en nuestras estufas o el papel que empleamos para escribir. Para llegar a este continuo milagro, la naturaleza usa la energía del sol. Uno de los pasos fundamentales de este proceso es el llamado “splitting” del agua. El agua, una molécula simple y vital para el hombre y todos los seres vivos, está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Las hojas usan la energía del sol para romper el enlace entre el oxígeno y el hidrógeno: este proceso que necesita una cantidad de energía enorme, se realiza en las hojas de una manera muy simple.

En el proceso que llamamos fotosíntesis artificial, nos proponemos imitar a la naturaleza y así producir materiales útiles. La producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables como la luz solar y el agua sería fundamental como fuente alternativa de energía para calefacción y transporte, para un futuro sostenible a coste cero para el ambiente. En esta investigación necesitamos un sistema formado por distintos componentes: (primero) una antena que capture la luz del sol y la transforme en energía química, (segundo) un catalizador que utilice esa energía química para romper los enlaces del agua y producir hidrógeno y oxígeno. Además usamos los nanotubos de carbono como soporte y como traductores de energía: los nanotubos de carbono funcionan como minúsculos hilos eléctricos y ayudan al transporte electrónico desde y hacia el electrodo.

Por otro lado, si en lugar del agua utilizamos como reactivo el anhídrido carbónico, los productos de transformación serán compuestos útiles para nuestra civilización actual. Así, un producto de deshecho de nuestra sociedad, que está causando tanto problema a nuestro planeta, el conocido “efecto invernadero”, es utilizado para preparar metanol o metano, productos de elevado valor añadido.

El otro sector de nuestra investigación comprende los aspectos médico-sanitarios. Dado que los nanotubos de carbono pueden conducir eficazmente las cargas eléctricas, pensamos que podrían ser particularmente adecuados para interactuar con el tejido nervioso, cuya misión principal es mandar a través del cuerpo las señales eléctricas. De hecho, hemos demostrado que estos materiales pueden formar uniones eficaces con las membranas neuronales, de manera similar a las uniones naturales entre las células. A través de técnicas de vanguardia, somos capaces

de conectar in vitro las neuronas y estimular sus conexiones utilizando los nanotubos de carbono oportunamente tratados.

Las neuronas que componen nuestro sistema nervioso están organizadas de tal modo que cada una, a través de ramificaciones celulares muy complejas, establece contactos con otras neuronas limítrofes. Esto permite instaurar una comunicación también a través de zonas nerviosas distantes entre ellas: por ejemplo, la señal mandada por nuestro cerebro llega a la punta de nuestro pie en cuestión de pocas centésimas de segundo. En caso de lesiones, por ejemplo después de un ictus o un trauma, el viaje del mensaje neuronal puede encontrar el camino cortado y pararse. Esta interrupción causa la parálisis de los órganos por debajo de la lesión: cuanto más alta se encuentra la lesión en la médula espinal, mayor es el daño y mayor el grado de invalidez. Los nanotubos de carbono podrían ser usados para esquivar el obstáculo creando una vía alternativa, como ocurre con un “bypass” cardíaco: podrían acortar las rutas y así acelerar el viaje del impulso eléctrico, potenciando su efecto. También la tecnología de interfaz cerebro-máquina, usadas por los que no pueden dar órdenes a sus músculos a causa de una lesión, podría potenciarse usando los nanotubos, incrementando la duración de los electrodos clásicos de metal, usados actualmente.

En este momento, estamos preparando estructuras híbridas para el desarrollo de nuevas prótesis, para controlar la generación de señales neuronales y potenciar la formación de sinapsis. Las células nerviosas, en presencia de nanotubos de carbono, son capaces de intercambiar un mayor número de informaciones. Esto significa que los nanotubos y los nervios se integran perfectamente y que los nanotubos asisten eficazmente a los nervios en su actividad sináptica. Recientemente hemos obtenido un resultado increíble: hemos cogido dos trozos de médula espinal y los hemos depositado, por un lado en un lecho de nanotubos y por otro, como control, en un sustrato clásico de cultivo medular llamado chicken plasma. Controlando la actividad eléctrica de los dos fragmentos de médula, vemos que en el caso del chicken plasma no existe ninguna interacción, las dos partes mandan señales al exterior sin interactuar entre ellas. Son completamente independientes. Si estimulamos uno de los dos frag-

mentos con señales eléctricas regulares, vemos que el otro fragmento permanece completamente indiferente a los estímulos. En el caso de los dos fragmentos depositados sobre nanotubos resulta evidente que, ya a nivel de actividad espontánea, tenemos una sincronización eléctrica de las dos partes medulares. La conexión eléctrica es completa y este hecho se confirma mediante la estimulación externa: a cada estímulo sobre uno de los fragmentos le sigue una reacción inmediata en el otro fragmento.

Este experimento indica claramente que los dos fragmentos, inicialmente separados, están unidos nuevamente gracias a la presencia de los nanotubos. Por tanto, las dos partes de la médula dejan de estar separadas y se comportan como un único órgano. ¿Se dan cuenta del alcance de estos experimentos? El paso sucesivo es implantar los nanotubos en la médula dañada de un ratón para ver si supera la parálisis y recupera la movilidad.

¿Seremos capaces de hacer caminar a los paralíticos? Este es nuestro sueño. Ver a jóvenes de 20 años inmovilizados en una cama, sin esperanza de poder caminar o correr es una de las cosas más tristes que podamos imaginar. Nuestro trabajo resulta por tanto urgente y no se puede demorar. Al placer del experimento se le suma la urgencia de resolver un problema que aún no tiene solución. Este es el sentido de nuestro trabajo y de nuestra vida: hacer algo que pueda serle útil a la humanidad y... lo bueno es que disfrutamos mientras los hacemos.

Recientemente, en la búsqueda de nuevos desafíos y queriendo trabajar en un ambiente más competitivo y estimulante, me incorporé como profesor de investigaciones en el Instituto BiomaGUNE en San Sebastián, dirigido por mi amigo Luis Liz-Marzán. Y como quiero España y me gusta el estilo de vida de aquí, cada vez que voy a San Sebastián es una fiesta para mí: ¡trabajar disfrutando es el secreto del éxito!

Por la mañana, cuando me monto en mi vespa para ir a la universidad, corro como un chiquillo para llegar lo más rápido posible, casi arriesgando la vida en cada cruce. Subo las escaleras corriendo, enciendo el ordenador, controlo el e-mail, hablo con los estudiantes y me doy cuenta de que mi vida científica se ha vuelto importante para muchas personas.

Y cuando entro en mi despacho o en el laboratorio, siento una fuerza enorme, algo que Machiavelli contaba así en el Príncipe: me nutro de aquel alimento que sólo es mío y para el cual nací.