

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

POR EL

Ilmo. Sr. D. MANUEL ASOREY CARBALLEIRA

Excmo. Sr. Presidente

Ilmas. Autoridades

Ilmas. Sras. y Srs. Académicos

Señoras y Señores

Quiero comenzar agradeciendo a esta Academia el honor que me ha concedido al encargarme dar la bienvenida y responder al discurso de ingreso en su Sección de Físicas del Profesor D. Luis Martín Moreno, tanto por la amistad personal que nos une desde hace muchos años, como por la excelencia de su carrera científica.

Luis Martín Moreno se licenció en Ciencias Físicas en la Universidad Autónoma de Madrid en 1986 y se doctoró en la misma universidad en 1989 bajo la dirección del profesor José Antonio Vergés Brotons, con una tesis titulada: *Estructura electrónica de semiconductores amorfos basados en Silicio*. Desde entonces su carrera investigadora no ha dejado de progresar. Se incorporó como investigador postdoctoral al grupo de semiconductores de la University of Cambridge dirigido por el Prof. Michael Pepper con quien estuvo colaborando más de tres años en fenómenos de transporte en gases de electrones bidimensionales. Regresó a Madrid como contratado postdoctoral del Instituto de Ciencia de Materiales, donde trabajó en fenómenos de sistemas electrónicos fuertemente correlacionados: puntos cuánticos y efecto Hall cuántico. En 1995 ganó una plaza de profesor titular en la Universidad de Zaragoza y ahí comenzó su nueva vida académica vinculada a Aragón. Fue en esa etapa cuando lo conocí personalmente apreciando de inmediato tanto sus cualidades como científico como su habilidad futbolística en el equipo en el que ambos militábamos, y que había sido merecido ganador del Trofeo Rector de la Universidad de Zaragoza el año anterior.

Pero su verdadero potencial estaba por explotar y eso aconteció con el descubrimiento de la transmisión óptica extraordinaria a través de películas con filas de agujeros de tamaño muy inferior al de la longitud de onda. Su trabajo sobre el tema publicado en el *Physical Review Letters* ha recibido más de 2.000 citas. Desde entonces su actividad se ha centrado en el estudio de la plasmónica, que es una rama de la nanofotónica que se basa en el estudio de los procesos de interacción entre la radiación electromagnética y

los plasmones, que son cuantos de las oscilaciones de plasma electrónico. La explotación de esa nueva línea de investigación le condujo a sorprendentes resultados que aparecen publicados en dos artículos en la prestigiosa revista *Science*.

Su equipo de trabajo ha acuñado nuevos términos, tales como *plasmones spoof* y *plasmones dominó*, que ya se han incorporado al vocabulario habitual de la especialidad. En la última década ha iniciado nuevas líneas de investigación en guías de ondas en electrodinámica cuántica y plasmónica en cintas de grafeno.

Su versatilidad es impresionante: recientemente se ha interesado en distintos problemas de electrodinámica cuántica en guías de onda y en encontrar efectos topológicos en las propiedades ópticas de nanoestructuras y, como apreciamos en su discurso de ingreso, en inteligencia artificial. En total Luis Martín ha publicado más de 250 artículos en revistas con más de 25000 citas e índice $h = 71$. Muchas de sus publicaciones aparecen en las mejores revistas de su campo como son *Review of Modern Physics*, *Science*, *Nature Physics*, *Nature Photonics*, *Nature Materials*, *Nature Communications*, *ACS Nano*, *Nanoletters*, *Phys. Rev. X* y *Phys. Rev. Lett.* Figuró en lista de autores más altamente citados de *ISI-Thompson Reuters* (2014). Para entonces ya había ascendido a Profesor de Investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Por todas esas razones Luis Martín ha sido conferenciante invitado en los mejores congresos internacionales de su campo. Además se ha convertido en activo organizador de dichos congresos. En particular, fue co-organizador de la primera Conferencia Internacional sobre *Surface Plasmon Photonics*, que es el encuentro más importante en el campo de la plasmónica celebrada en 2009. Desde entonces permanece en el *Steering Committee* de la misma, después de 9 ediciones. Desde 2012 es el principal organizador de una serie ininterrumpida de conferencias internacionales sobre nanofotónica en el *Centro de Ciencias Benasque Pedro Pascual*. Más recientemente, en 2018 ha lanzado otra serie de conferencias sobre *Nanophotonics of 2D Materials*, que el año pasado celebró su cuarta edición. A lo largo de estos años ha complementado carrera investigadora con una labor docente destacada. Ha dirigido 7 tesis doctorales y participado en numerosas iniciativas de divulgación científica.

Luis Martín ha participado en 15 proyectos nacionales, siendo investigador principal en 8 de ellos, entre los que cabe destacar un proyecto *Consolider* del que fue investigador principal del nodo ICMA. También ha participado en 7 proyectos europeos, siendo investigador principal en 6 de ellos. Entre los que destaca el *Flagship de Grafeno*, como investigador principal del nodo ICMA.

En su actividad como gestor cabe destacar que ha sido director del Departamento de Teoría y Simulación de Sistemas Complejos del ICMA y que actualmente es investigador principal del grupo Materiales y Dispositivos Cuánticos reconocido por el Gobierno de Aragón. También es vice-director del Instituto de Nanociencia y Materiales del Aragón.

Ha sido miembro de numerosos paneles de evaluación de programas y proyectos entre los que me gustaría destacar su pertenencia al comité científico del *Centro de Ciencias de Benasque*.

El tema elegido por Martín Moreno para su discurso, Inteligencia Artificial, es un tema de gran actualidad por el papel que dicha inteligencia está ya jugando y más que va a jugar en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad del siglo XXI. En su brillante discurso ha abordado el análisis y algunas aplicaciones de una de sus herramientas fundamentales, las redes neuronales densas.

Voy a permitirme recordar el contexto histórico y la importancia de ese análisis. Martín Moreno ha mencionado al comienzo de su exposición los altibajos del programa de generación de la inteligencia artificial (IA) conocidos en el campo como las estaciones del año: primavera, verano, otoño e invierno. El desarrollo de la IA ha pasado por varios de estos ciclos.

Dejando aparte de algunas pioneras fantasías literarias propias de la ciencia ficción, la historia científica comienza con la irrupción del ensayo de Alan Turing publicado en 1950 con el título *Computing Machinery and Intelligence*, en el que introdujo un método para construir máquinas computadoras inteligentes, y cómo medir su inteligencia. La prueba de Turing todavía se considera hoy como un punto de referencia para identificar la inteligencia de un sistema artificial: si un humano está interactuando con otro humano y una máquina y no puede distinguir la máquina del ser humano, entonces se dice que la máquina es inteligente.

No obstante, el primer programa dedicado a reproducir las habilidades de un ser humano tardó 5 años en aparecer. Se trata del *Logic theorist* diseñado por Allen Newell, Cliff Shaw y Herbert Simon en 1955 para la corporación RAND. Al año siguiente siguiente se organizó la histórica conferencia de Dartmouth (*Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*), donde se acuñó por primera vez el término IA y se discutieron las bases de la misma. La conferencia organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon se considera el pistoletazo de salida de la carrera por la IA. Esta primavera vino seguida de un próspero verano que duró casi veinte años y en el que se desarrollaron programas tales como el *General Problem Solver* de los ya

mencionados Newell, Shaw y Simon enfocado a resolver problemas de un modo general y *ELIZA* de Joseph Weizenbaum dirigido a interpretar el lenguaje hablado. Simultáneamente, comenzó también a explorarse un camino alternativo basado en los modos en que nuestro cerebro procesa la información. El descubrimiento de Santiago Ramón y Cajal de las neuronas propició medio siglo después el uso de redes de neuronas artificiales para replicar el funcionamiento de nuestro cerebro. La idea surgió de Warren S. McCulloch y Walter Pitts, pero los primeros en implementarlo fueron Bernard Widrow and Marcian Hoff con sus programas *ADALINE* y *MADALINE* que incorporaron el aprendizaje como parte esencial para la eficiencia de las redes.

Sin embargo la incapacidad de obtener resultados palpables debido a las limitaciones de los ordenadores de la época condujeron al primer invierno de la IA. En la década de los ochenta del siglo XX la IA volvió a florecer gracias a nuevos métodos como el *Deep Learning* (Aprendizaje Profundo) de John Hopfield and David Rumelhart, que permite a los ordenadores aprender de manera mucho más eficiente, y los sistemas expertos de Edward Feigenbaum que replican el proceso de toma de decisiones de los humanos. Esto despertó el interés de la industria y los gobiernos que volvieron de nuevo a apoyar el desarrollo de la IA. Sin embargo, a pesar de ello este ciclo ascendente volvió pronto a enfriarse, debido a promesas incumplidas en las grandes y exageradas expectativas creadas.

Pero el segundo invierno duró relativamente poco. A mediados de los noventa y en el comienzo del nuevo milenio la IA alcanzó otra etapa estival con logros e hitos que la acabaron consolidando. Uno de estos hitos fue la derrota en 1997 del gran maestro y campeón mundial de ajedrez, Gari Kasparov a manos de *Deep Blue*, un programa de ordenador de IBM. El éxito de *Deep Blue* se logró gracias al refuerzo aportado por la colaboración de expertos en ajedrez en la programación de la toma de decisiones. Conviene aquí recordar que Luis Martín es un gran jugador de ajedrez. En ese mismo año *Dragon Systems* presentó su programa de reconocimiento de voz.

El siguiente hito de la IA se logró en 2017 cuando el programa *AlphaGo* de Google basado en el aprendizaje profundo con redes neuronales, como las descritas por Luis Martín, logró derrotar al campeón mundial del juego de mesa chino *Go*, mucho más complejo que el ajedrez.

Estos logros propiciaron una fructífera cosecha otoñal: reconocimiento de imágenes y caras, reconocimiento de voz, nuevos métodos de *marketing* basados en *big data* y automóviles autónomos. Actualmente estamos inmersos en un mundo controlado por la IA. La ciencia básica no puede permanecer ajena a este nuevo entorno. Cada día que pasa el

uso de técnicas de IA y *Machine Learning* se hacen más imprescindibles, tanto en el análisis de ingentes cantidades de datos experimentales provenientes tanto de los aceleradores de partículas y las masivas observaciones astrofísicas como en la verificación de su adaptación a distintos modelos teóricos. La vieja escuela deductiva basado en modelos de arriba-abajo y de abajo-arriba se tambalea.

Ahora bien, esta nueva era todavía está lejos de alcanzar la *singularidad* de la que hablaba Luis Martín, el momento en que estos programas se automejoren sin necesidad de intervención humana y nos volvamos prescindibles. Todavía nos queda la esperanza de que la teoría del Premio Nobel de Física, Anthony Legget, posponga *sine die* dicha catástrofe. Legget afirma que no cree que haya otras civilizaciones extraterrestres superiores a la nuestra. Su argumento se basa en su original premisa de que cualquier civilización progresa enormemente cuando descubre los ordenadores, pero se estanca fatalmente cuando descubre los videojuegos, impidiéndole cualquier progreso posterior.

¿Donde nos encontramos en España en este campo? Como siempre, andamos un poco retrasados. Aunque recientemente hay indicios esperanzadores que apuntan a una incipiente voluntad de no querer quedar descolgados en esta vertiginosa carrera. Por primera vez el Gobierno parece ser consciente del carácter estratégico de la IA. Dentro del Ministerio de Economía, que ha pasado a denominarse Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, se ha creado una Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y se ha elaborado una Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial para impulsar un ecosistema de excelencia en IA que albergue la investigación científica y la innovación. La dotación de los presupuestos con fondos europeos promete ser sustanciosa. Ojalá no se malogre e impidamos quedar descolgados en este entorno donde la IA juega un papel determinante para el futuro, tanto de la Ciencia y la Tecnología. como de la Sociedad.

En este sentido, con científicos como Luis Martín que nos muestra con su discurso como esas herramientas están a nuestro alcance, es muy posible que no perdamos dicho tren.

Sólo me cabe añadir que por las excepcionales características que reúne Luis Martín Moreno, me es grato felicitar a nuestra Academia por incorporar a una persona tan valiosa.

Amigo Luis, bienvenido a la Academia.

Muchas Gracias

