

Discurso del Prof. Michel Moisan

Excelentísimo. Sr. Rector. Magnífico.

Autoridades

Distinguidos miembros de la Comunidad Universitaria

Sras. y Sres.

Me siento muy honrado de que la Universidad de Córdoba me haya concedido un Doctorado Honoris Causa; institución establecida además en una región conocida mundialmente por su carácter histórico romano-árabe. Medieval en su parte antigua, Córdoba y su región están catalogadas como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Todos mis colegas a los que anuncié esta ceremonia supieron ubicar la Universidad de Córdoba.

Desearía comenzar subrayando que el honor que se me concede hoy es el resultado de una transferencia científica y tecnológica excepcional entre investigadores de la Universidad de Montreal y una joven becaria postdoctoral de su universidad, María Dolores Calzada que en 1994 realizó una estancia en mi grupo de investigación en Física de Plasmas. La Universidad de Montreal está situada a orillas del río San Lorenzo, que desemboca en el océano Atlántico en el sur de la provincia de Quebec, un territorio tres veces más grande que Francia con una población de sólo 9 millones de habitantes. Mi universidad es una institución francófona con más de 70.000 estudiantes, la segunda en este sentido después de Aix-Marseille en Francia.

Cuando María Dolores Calzada regresó a Córdoba finalizada su estancia, mi colega Joseph Hubert, profesor del Departamento de Química, y yo del Departamento de Física le donamos y enviamos un espectrofotómetro óptico en perfecto estado de funcionamiento para su recién creado laboratorio. Este espectrofotómetro es un instrumento de laboratorio esencial para caracterizar las propiedades de un plasma por su radiación luminosa. ¿Qué es el plasma? Es un gas con partículas cargadas, concretamente electrones e iones, un medio que puede describirse como el cuarto estado de la materia si seguimos el orden creciente de la energía de un medio: primero está el estado sólido, luego el estado líquido, luego el estado gaseoso (con partículas eléctricamente neutras), y finalmente, el de mayor energía, el plasma. Como ejemplos de plasma podemos nombrar, la iluminación de un tubo de luz fluorescente que es el resultado de un plasma de baja temperatura, es decir un plasma frío, mientras que la radiación del sol y las estrellas es el resultado de un plasma caliente.

Acompañando a este espectrofotómetro, un dispositivo de medición, se enviaron también varios dispositivos de producción de plasma que utilizaban energía de microondas (como la de los hornos del mismo nombre), incluido el dispositivo que llamamos Antorcha de Plasma TIAGO. TIAGO es un acrónimo francés de Torche à Injection Axiale sur Guide d'Onde, Antorcha de inyección axial sobre guía de ondas en español. Este aplicador de campo electromagnético (como las ondas de radio) lo diseñé con la ayuda de colegas de Francia y Quebec y fue patentado. Decir que la TIAGO había sido patentada significa, sobre todo, que nadie había utilizado anteriormente

esta antorcha de plasma, especialmente para la producción de nuevos materiales. De hecho, la TIAGO ha demostrado ser una herramienta con propiedades incomparables para la producción de plasma, debido al hecho de que la energía electromagnética se concentra en un volumen muy pequeño y, por lo tanto, localmente de muy alta energía. Fue utilizando este nuevo dispositivo de laboratorio que María Dolores Calzada decidió cómo hacerlo para producir grafeno y a partir de un líquido precursor con átomos de carbono en su composición. Como es sabido, el grafeno es un material muy sofisticado y de alto valor añadido. Permítanme unas palabras sobre el grafeno.

El grafeno es una lámina de átomos de carbono, de un átomo de espesor, dispuestos en forma de panal (configuración hexagonal plana) y de naturaleza cristalina (estructura repetitiva de la disposición de los átomos). Es un material nanométrico, una palabra clave en la industria y también en los productos farmacéuticos. Es el material más delgado, fuerte y conductor del mundo. Fue aislado por primera vez en el laboratorio en 2004 por dos físicos de la Universidad de Manchester, que ganaron el Premio Nobel de Física en 2010 por su descubrimiento. María Dolores Calzada fue la primera en obtener grafeno utilizando la TIAGO, y ostenta el récord de la mayor cantidad de este material producida por vatio dada la eficiencia energética de la TIAGO. Estos resultados dieron lugar a un registro y concesión de patente por la Universidad de Córdoba para proteger este proceso (Dispositivo y método para la síntesis de grafeno a partir de una fuente de carbono) y otra recientemente registrada (Reactor de antorcha de plasma con apantallamiento electromagnético para la síntesis de grafeno). A propósito de este proceso de síntesis de grafeno, recuerdo una conferencia presentada hace unos años en Montreal por María Dolores, que asombró a los colegas de la Politécnica de Montreal (nuestra escuela de ingeniería) por la facilidad de producción del grafeno, su calidad y el gran volumen producido por vatio, por la TIAGO en el laboratorio de María Dolores.

Insisto en afirmar que no he intervenido en esta invención que es excepcional tal y como he comentado. Para lograr este resultado, María Dolores requirió de una gran determinación y también de habilidad inventiva para implementar esta aplicación que, siendo sinceros, es bastante original. Por lo tanto, estoy muy contento de haber ayudado inicialmente a María Dolores en esta investigación proporcionando la TIAGO a su laboratorio, demostrando que es una excelente física, además lo suficientemente decidida como para superar todos los obstáculos presentes a lo largo del camino para la síntesis de este material, el grafeno. Todo esto dio como resultado un gran número de artículos científicos y de calidad, publicados por los miembros de su grupo de investigación. Añadiría también que María Dolores Calzada ha asegurado una sólida sucesión al frente de su grupo de investigación transmitiendo su dinamismo a la joven profesora Rocío Rincón. En conclusión, es el arduo e inventivo trabajo y los logros de María Dolores Calzada los que me han traído hasta ustedes, porque sin su trabajo no estaría aquí para recibir el Doctorado Honoris Causa de su Universidad.

Ahora me gustaría hablarles sobre la importancia de las estancias en el extranjero para los jóvenes investigadores, como lo ilustra la realizada por María Dolores Calzada en mi laboratorio. El estudiante, una vez en este nuevo entorno, descubre que las cosas se pueden hacer de manera diferente, necesariamente hace un juicio comparativo (defectos, pero también ventajas) sobre su universidad de origen, utiliza nuevos equipos, observa otros métodos de trabajo, finalmente encuentra ideas originales y diseña otras nuevas él mismo. Las visitas a laboratorios de todo el

mundo también permitirán a un joven investigador establecer nuevos vínculos profesionales que le serán útiles en el resto de su carrera. El estudiante también puede aprender otro idioma. María Dolores Calzada aprendió francés e inglés para escribir artículos, lo que le ha abierto múltiples colaboraciones con investigadores, en particular con investigadores franceses como Françoise Massines (Perpiñán, Toulouse) y otros.

Finalmente, para ilustrar aún más el interés de tales estancias en el extranjero, informaré sobre mi propio viaje en este sentido. Después de terminar mi licenciatura y maestría en física en la Universidad de Montréal, una universidad en ese momento (los años 1960) que lamentablemente era de bajo nivel en las ciencias duras (física, química, biología), me fui a continuar mi formación a Francia en el Laboratoire des Gaz et des Plasmas (LPGP) en Orsay (Université Paris-XI), situado al sur de París. Rápidamente me di cuenta de que mi formación teórica (pero no experimental) era realmente insuficiente. Los miembros de este laboratorio me ayudaron a avanzar en esta dirección. Este laboratorio también tenía la ventaja de estar muy bien equipado con instrumentos, algunos de los cuales eran casi únicos, debido al estatus del Director del Laboratorio en lo alto de la jerarquía francesa. Esto significó que mi tesis doctoral (Doctor en Ciencias, de mayor exigencia que el doctorado Ph. D.) fue finalmente la demostración experimental de la validez de una teoría propuesta por miembros del Instituto Lebedev de Física de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética ubicado en Moscú. Este logro me valió una invitación del académico Artsimovitch, jefe del trabajo en Física del Plasma en toda la Unión Soviética, para hacer una estancia de 9 meses en el Instituto Lebedev. Esta invitación se hizo en el marco de la prestigiosa Academia de Ciencias de la Unión Soviética, cuyos invitados son generalmente investigadores experimentados. Me di cuenta de que nunca sería un teórico pero que mis habilidades experimentales eran excelentes. He podido comprobar que algunos teóricos se dejan llevar, a veces, por la belleza matemática de sus teorías pero que su trabajo no está respaldado por la experiencia.

Mis relaciones con diversos laboratorios extranjeros se han extendido a lo largo de los años y han hecho que durante mi trayectoria haya podido ofrecer a mis alumnos prácticas (e incluso en algunos casos, puestos de trabajo permanentes) en Francia (en el CEA, las universidades de Grenoble y Toulouse), en Estados Unidos, en el Laboratorio Central de IBM en Yorktown Heights, en California (UC Berkeley University, también Lam Research (la segunda empresa en EE.UU. para el diseño de reactores de plasma para fabricar chips de microelectrónica), pero también en Quebec (universidades, hospitales (radiología), varias empresas (prótesis, forense (en relación con el FBI)).

Otros miembros de la Universidad de Córdoba han realizado estancias de distinta duración en Montreal; Mari Carmen García y Antonio Sola (que tuvieron que enfrentar el invierno quebequense con temperaturas de -20 y -25 C: duros para un cordobés), Isabel Santiago, Abel Sainz y José Muñoz (con mi colega Joëlle Margot), Antonio Cobos (con mi colega Richard Martel) y Rocío Rincón en el instituto INRS-Energía y Materiales a la afueras de Montreal (con Mohamed Chaker). Además, el próximo mes de mayo, Francisco Javier Morales estará realizando una estancia postdoctoral en la Universidad de Montreal junto a mi colega Luc Stafford.

Para terminar, me gustaría agradecer a María Dolores Calzada por haber decidido y asumido ser mi madrina en este largo proceso que ha llevado a que me haya sido concedido un

Doctorado Honoris Causa por su universidad. Gracias también a la Dirección de la Universidad de Córdoba, en particular a su Rector Don Manuel Torralbo, y a todos ustedes por su presencia.