

CONFERENCIAS CÉLEBRES

Continuamos esta sección de la revista, dedicada a Conferencias célebres impartidas en la Universidad Autónoma de Madrid a lo largo de su historia, bien como Lecciones inaugurales de curso académico, o bien impartidas en su investidura por Doctores Honoris Causa nombrados por esta universidad. Se trata por tanto de conferencias con importantes contenidos relacionados con la ciencia y el progreso del conocimiento, e impartidas por personalidades ilustres del mundo académico, científico o social.

En esta ocasión publicamos el Discurso de Investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad Autónoma de Madrid en 1997, del **Dr. Alberto P. Calderón**, Catedrático de la Universidad de Chicago, y que fue matemático de prestigio mundial.

DISCURSO DE INVESTIDURA COMO *DOCTOR HONORIS CAUSA* POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

de

Alberto P. Calderón

Catedrático de Matemáticas de la Universidad de Chicago

REMINISCENCIAS DE MI VIDA MATEMÁTICA

*Magnífico y Excelentísimo Señor Rector
Excelentísimos e Ilustrísimos Señores
Compañeros y amigos
Señoras y Señores*

Antes de comenzar esta charla deseo manifestar públicamente mi agradecimiento por esta distinción que tan generosamente me ha otorgado. la Universidad Autónoma de Madrid. Me enorgullezco de mis raíces hispánicas, y por esto me siento especialmente halagado.

Para la mayoría de las gentes, y yo creo aún de las gentes cultas, las Matemáticas son un tema abstruso, esotérico. Y para mí y muchos de nosotros, los matemáticos, lo mismo vale para los temas distantes de las áreas que cultivamos. Por esta razón me pareció que sería mejor que esta charla fuese sobre aspectos humanos de la actividad y experiencia matemáticas, que, como las personas, son individuales y únicos. Les relataré entonces algunos episodios que he vivido y pido disculpas a quienes esto no les interese.

Siendo yo niño de seis o siete años de edad, mi padre, que era médico, durante las comidas, o me hacía hacer cálculos mentales, sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, o bien mi hermana y yo debíamos escuchar versiones fonográficas de música clásica que me impresionaron profundamente. Aún recuerdo cuáles eran algunas de las piezas que escuchamos muchas veces, por ejemplo, la obertura de Tannhäuser, la Danza Macabra de Saint Saëns, la Toccata y Fuga en Re menor para órgano de Bach.

Creo que esa experiencia creó en mi mente un vínculo entre la aritmética y esa música cuya belleza me emocionaba.

Yo me había interesado por cosas mecánicas desde niño y decía que quería ser ingeniero. Mi padre creyó que esa era efectivamente mi verdadera vocación y prometió enviarme a estudiar a la ETH (la Eidgenössische Technische Hochschule) de Zürich que entonces se consideraba ser la mejor escuela de ingeniería del mundo. Llegado el momento de comenzar mis estudios secundarios, a los doce años de edad, mi padre pensó que sería mejor que los cursara en Suiza, para aprender el alemán y estar al ingresar a la ETH, al mismo nivel que los demás estudiantes. Entonces decidió enviarme a un internado allí, donde me encontré con un profesor de Matemáticas, el Doctor Save Bercovici, quien terminó siendo mi mentor y cuya influencia sobre mí fue decisiva. Nuestra relación comenzó cuando habiendo yo cometido una travesura en su presencia decidió castigarme, obligándome a quedarme en mi habitación tres días durante las horas en que los alumnos salimos a esqui. Pero, tras vacilar un poco, me dijo: "Voy a darte un problema de geometría. Si lo resuelves te perdonaré".

El problema era construir con regla y compás un triángulo isósceles del cual se conoce la altura y la suma de la base y de uno de los lados restantes. Tras no poco esfuerzo encontré una construcción que resolvía el problema a condición de que el lugar geométrico de los puntos de un plano, cuyas distancias a dos puntos fijos del mismo tienen un cociente dado, fuese una circunferencia. Esto me pareció verdadero, pero no pude demostrarlo. Cuando expliqué esto al Profesor Bercovici, él confirmó que ese lugar geométrico es una circunferencia y me perdonó. El problema me interesó mucho y desde ese momento pedí al Profesor Bercovici que me diera más y más problemas. Seguramente él vio en mi travesura una oportunidad para intentar atraerme a las Matemáticas, objetivo que logró ampliamente, pues éstas desplazaron a la Mecánica del centro de mis preferencias. Desgraciadamente, no pude permanecer en Suiza y, dos años más tarde, tuve que volver a la Argentina. No volví a ver al Dr. Bercovici hasta treinta años después. Mi primera esposa y yo viajábamos entonces por Europa, y al pasar por Zürich se me ocurrió buscar su nombre en la guía telefónica. Efectivamente, su nombre aparecía allí, seguido, como era costumbre en la Suiza alemana en esa época, por una breve descripción de sus actividades profesionales. El Dr. Bercovici era un hombre pintoresco, en su caso la descripción era la siguiente: "Matemáticas, Física, Filosofía y Psicoterapia". Nos encontramos en su casa. Me recordaba perfectamente. Salimos a tomar un café y a charlar. Las señoras conversaban en inglés, el Dr. Bercovici en alemán y yo en francés, pues él comprendía el francés, pero no podía hablarlo, y yo comprendía el alemán, pero ya tampoco podía hablarlo. Fue un encuentro muy emotivo. Pocos años después el Dr. Bercovici falleció.

Tras mi retorno a la Argentina, decidí completar mis estudios secundarios en Mendoza, mi ciudad natal. Terminados éstos me inscribí en la Universidad de Buenos Aires. Inicialmente deseaba estudiar Matemáticas, pero mi padre, por razón de las precarias posibilidades de ganarse la vida como matemático imperante entonces, y dadas mis aficiones, me aconsejó estudiar, en cambio, ingeniería. Así pues, ingresé a la Escuela de Ingeniería de la Universidad y me gradué de ingeniero civil siete años más tarde, pero no abandoné las matemáticas. Inmediatamente tras ingresar me acerqué al Dr. Bernardo Baidaff, que publicaba el "Boletín Matemático Argentino" que yo había descubierto en la biblioteca de la escuela secundaria de Mendoza. El Dr. Baidaff me ofreció el uso de su biblioteca y toda ayuda que pudiera darme y así nació un vínculo permanente de amistad.

En el tercer año de estudios se dictaba el último curso de cálculo infinitesimal. El profesor de éste era don Julio Rey Pastor, quien además de las del curso, ofrecía clases especiales para quienes tuviesen interés en profundizar temas tratados en aquél. Yo fui uno de los alumnos que concurrían regularmente a éstas y así entré en contacto con algunos de los excelentes matemáticos españoles, Santaló, Balanzat, por ejemplo, que se habían radicado en la Argentina. Rey Pastor y estos matemáticos prestaron un muy importante servicio al país modernizando la matemática que se enseñaba en los niveles secundario y universitario. Rey Pastor me hizo conocer también a uno de sus discípulos argentinos, Alberto González Domínguez, que terminó siendo mi mentor, protector y amigo. González Domínguez era un hombre extraordinario. Poseía una vastísima cultura humanística, dominaba el latín y el griego y

había estudiado filología con Amado Alonso hasta que contactos con Rey Pastor lo llevaron a descubrir su verdadera vocación, a saber, las matemáticas.

En aquel entonces decidí dejar de ser una carga para mi padre y busqué y obtuve un empleo en el laboratorio de investigaciones, división geofísica, de la empresa petrolera del Estado, Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Mi trabajo allí resultó ser sumamente interesante. Consistía en estudiar y resolver, si podía, ciertos problemas de matemáticas aplicadas que se presentaban en el diseño y uso de instrumentos de exploración petrolera. Yo estaba de acuerdo con el dicho de que las matemáticas son la reina de las ciencias, y además creía que toda buena reina debe servir a sus súbditos. Por esta razón me sentí muy cómodo con este tipo de trabajo. Uno de los problemas que me plantearon fue el siguiente: encontrar la forma de los dientes de una rueda dentada de hierro que, al girar con velocidad angular constante, haciendo pasar sus dientes frente a los polos de un electroimán, produzca una oscilación sinusoidal del flujo magnético a través de éste.

El planteo matemático de este problema lleva a uno, muy curioso, que nunca he podido resolver ni he visto tratado en publicación matemática alguna. Pero con hipótesis adicionales se podía hacer algo. Por ejemplo, si se suponía que el campo magnético es radial en el entrehierro y que sobre cada radio es constante y de módulo inversamente proporcional a la longitud de la intersección del radio con el entrehierro se podía calcular la forma necesaria de los dientes. Por supuesto, esta hipótesis era un poco audaz, pero no descabellada, y se puso a prueba construyendo la rueda con dientes con la forma que la hipótesis implicaba y observando en un oscilógrafo la oscilación del flujo magnético. Esto resolvió el problema prácticamente, pues la oscilación parecía ser perfectamente sinusoidal.

Como dije, el trabajo era muy interesante, pero me trataron mal. Pero, como veremos, esto fue para mi bien. Si me hubiesen tratado de otro modo, es casi seguro que me habría quedado allí el resto de mi vida activa. En cambio, renuncié. González Domínguez se enteró de lo ocurrido e inmediatamente me hizo nombrar ayudante en su cátedra de la Facultad de Ciencias. En ese entonces Marshall Stone, que había visitado la Argentina un par de veces y había establecido contacto con los matemáticos de allí, sugirió que se invitara a Antoni Zygmund a dictar un curso. La organización de la Universidad era muy formal y había que asignar una cátedra a todo profesor visitante. Para facilitar las cosas, González Domínguez pidió licencia, y así su cátedra quedó disponible para la visita de Zygmund. Así, cuando vino éste, pasé automáticamente a ser su ayudante.

Durante su visita Zygmund dictó un curso sobre la teoría de las series de Fourier al que concurrí asiduamente. Yo había leído parte de la primera edición de su libro y, entre otros, había estudiado el teorema de Marcel Riesz sobre la clase de las transformadas de Hilbert de funciones en LP. Yo entendía que este teorema era considerado ser muy importante y por esta razón, como acostumbraba, intenté demostrarlo yo mismo para pulsar su dificultad y entenderlo mejor. Tras varios intentos infructuosos decidí estudiar la demostración del libro. Habiendo comenzado a leerla, me pareció saber cómo continuaría y, efectivamente, pude completarla. Cuando el Profesor Zygmund expuso el teorema de Riesz en su curso, la demostración que dio me pareció ser bastante más complicada que la de su libro. Al terminar la clase me acerqué y le pregunté por qué no había dado la demostración de su libro, que me parecía más sencilla. Esto lo sorprendió y tras persuadirme de que efectivamente había dado la demostración del libro, me preguntó, a su vez, cómo era la que yo había creído ser esa demostración. Tras explicársela me instó a que la redactara y enviara a publicar en los Proceedings de la American Mathematical Society, prometiéndome apoyar su aceptación. Este fue el segundo trabajo que publiqué. El primero había sido uno en colaboración con él y González Domínguez, que habíamos redactado poco tiempo antes.

Al terminar el curso Zygmund me sugirió que solicitara una beca de la Fundación Rockefeller para ir a trabajar con él en la Universidad de Chicago, y nuevamente me prometió su apoyo. La beca me fue otorgada y así comenzó mi colaboración con él. Esta continuó mientras él estuvo activo en investigación, a saber, unas tres décadas. Zygmund me hizo beneficiario no sólo de su sabiduría y estímulo, sino también de su amistad y paternidad matemática. Por ejemplo, fue su insistencia en que

pensara en los problemas pendientes de integrales singulares lo que me hizo trabajar en el tema. Yo no sospechaba la importancia y extensión de las futuras aplicaciones de estas integrales a otros capítulos centrales de las Matemáticas, como la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales.

Pasando al tema de la Universidad de Chicago, hay que reconocer que ésta es una institución extraordinaria. Cuenta, entre su personal actual y anterior, y exalumnos, con sesenta y cuatro ganadores del premio Nobel. Como sabemos, este premio no se da en Matemáticas, pero yo diría que el Departamento de Matemáticas de la Universidad era, cuando yo era becario, tal vez aún más extraordinario que el resto, no sólo por su personal, sino también por el espíritu que siempre lo había animado. Casi todos sus profesores plenarios eran considerados cumbres, en las matemáticas en general, o en las especialidades que cultivaban. Ejemplos de esto eran Marshall Stone (jefe del Departamento), y, en orden alfabético, Adrian Albert, Shiing S. Chern, Lawrence Graves, Saunders Mac Lane, André Weil, Antoni Zygmund, y, entre los profesores asistentes, más jóvenes, Paul Halmos, Irving Kaplansky, Irving Segal, Edwin Spanier.

En cuanto al espíritu que mencioné, les relataré dos problemas que el Departamento afrontó, y sus resoluciones, que ponen ese espíritu claramente de manifiesto. El primero fue el de Mischa Cotlar, cuyo nombre seguramente todos Uds. conocen. Mischa Cotlar había emigrado de Ucrania, primero al Uruguay y luego a la Argentina. En ambos países se puso en contacto con las comunidades matemáticas locales, para las cuales se tornó evidente que Cotlar era muy buen matemático. Pero cuando se intentó incorporarlo a la universidad como docente se chocó con un obstáculo insuperable. Las autoridades exigían la presentación de títulos y diplomas. Cotlar era un autodidacta que carecía de certificados de estudios, aun de los de escuela primaria. Para las autoridades la única solución aceptable de este problema era que el interesado aprobara exámenes, escritos y orales, de cada uno de los cursos o materias de las escuelas primaria, secundaria y universitaria, necesarios para la obtención del título pertinente. Cuando, en una de sus visitas a la Argentina, Marshall Stone se enteró de esta situación, pidió inmediatamente una beca de la Fundación Guggenheim para que Cotlar visitara la Universidad de Chicago y obtuviera allí el título necesario. La beca le fue otorgada y seis meses después recibía el diploma de Doctor en Matemáticas de esa Universidad.

El otro de los problemas que mencioné y del cual yo fui protagonista, fue parecido al anterior. La beca Rockefeller que se me había dado era para trabajar con Zygmund, y no para obtener un título. Pero yo aproveché esa buenísima oportunidad para concurrir a clases y eliminar lagunas en mis conocimientos matemáticos. En cierta oportunidad el Profesor Stone me preguntó si yo concurría a clases y, al contestarle yo que sí, me dijo que debía inscribirme en los cursos correspondientes y que la Fundación Rockefeller debía pagar sus aranceles. Esto se hizo y al cabo de un tiempo se me acreditaron varios cursos. Como además yo había publicado algunos trabajos, se los mostré al profesor Stone y le pregunté si esos trabajos y cursos serían suficientes para obtener el doctorado en Matemáticas. Tras estudiarlos el Profesor Stone me contestó que sí. Mi tesis, que materialmente consistió en un cierto número de separatas sujetadas con broches metálicos, fue aceptada y obtuve el diploma. Estoy seguro de que esa informalidad no habría sido tolerada en otra universidad. Esto fue muy importante para mí, pues sin título me hubiese sido muy difícil o imposible hacer de las Matemáticas mi profesión y medio de vida.

Por último, les relataré un episodio más de mi carrera que puede ser de especial interés para la gente joven. Este ocurrió en la década de los años cincuenta cuando era profesor asociado del MIT, el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Me había interesado en el problema de la unicidad de las soluciones del problema de Cauchy de las ecuaciones o sistemas de ecuaciones en derivadas parciales en el caso no analítico, que estaba pendiente y que se consideraba ser de importancia fundamental. En realidad, sabía muy poco del tema, pero como de costumbre, antes de leer nada, intenté demostrar esa unicidad. No lo conseguí, pero insistí y poco a poco el problema se transformó en una obsesión que me impedía pensar en toda otra cosa con la cual éste no estuviese directamente relacionado. Felizmente, al fin me di cuenta de que todo operador diferencial lineal es la composición de un operador integral singular, un poco más general que los considerados hasta entonces y una potencia del Laplaciano. Estos

operadores integrales singulares, con la composición como producto, forman álgebra y son un instrumento cuya flexibilidad me permitió obtener el resultado deseado.

No deseo dar por terminada esta charla sin manifestarles que me enorgullezco de haber contribuido al extraordinario florecimiento de las matemáticas españolas, aunque esto haya sido sólo a través de Miguel de Guzmán y en pequeña medida. Este florecimiento ha sido logrado en gran parte por la obra de éste y sus discípulos.

Muchas gracias