

Entrevista a María Ángeles García-Ferrero, Premio José Luis Rubio de Francia 2019

por

Félix del Teso

María Ángeles García-Ferrero ha sido galardonada con el premio José Luis Rubio de Francia en la edición de 2019. Este premio, otorgado anualmente por la Real Sociedad Matemática Española, reconoce el trabajo de los jóvenes investigadores más prometedores. Se trata de la segunda mujer que obtiene este reconocimiento en las dieciséis ediciones celebradas. Está dotado, además, con un proyecto de 35 000 euros destinado a financiar la carrera investigadora de la ganadora durante los próximos años.

El campo de investigación principal de María Ángeles es el de las ecuaciones en derivadas parciales (EDP). También tiene trabajos de primer nivel en otras áreas, como la teoría de operadores o los polinomios ortogonales. El jurado del premio ha destacado su teoría de aproximación para la ecuación del calor y el movimiento de puntos de alta concentración calorífica.



María Ángeles García-Ferrero nació en León en 1991. Obtuvo la Licenciatura en Física en la Universidad de Valladolid, y posteriormente el título de Doctora en Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid como miembro del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) bajo la supervisión de Alberto Enciso. Gracias a la calidad de su tesis, se le otorgó el premio Vicent Caselles en la pasada edición. Actualmente, es investigadora postdoctoral en el Instituto de Matemática Aplicada de la Universidad de Heidelberg en Alemania. María Ángeles ha obtenido resultados muy relevantes en el campo de las EDP parabólicas, destacando en particular los recogidos en el artículo *Approximation theorems for parabolic equations and movement of local hot spots*, publicado en la prestigiosa revista *Duke Mathematical Journal*. Cabe también destacar que ha realizado trabajos en otras áreas de las matemáticas, en las que ha obtenido importantes resultados como los del artículo *The Biot-Savart operator of a bounded domain*, que apareció en la clásica y reconocida revista francesa *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*.

Félix del Teso: ¡Enhorabuena, María Ángeles, por el premio José Luis Rubio de Francia!

María Ángeles García-Ferrero: ¡Muchas gracias, Félix! Ha sido una gran alegría y es un placer poder compartirlo con tanta gente que he tenido la fortuna de tener cerca y de la que he aprendido cuanto sé.

FdT: Con este galardón colocas tu nombre en una lista de ilustres matemáticos españoles, algunos ya muy consolidados, y otros, jóvenes promesas como tú. ¿Qué tal sienta eso?

MAG-F: Me siento honrada y abrumada a la par. Conozco a la mayoría de premiados anteriores y tienen unas trayectorias impresionantes. Este premio es un gran estímulo para intentar emularlos.

FdT: Tu área principal de trabajo son las EDP. ¿Podrías explicarnos, a nivel divulgativo, en qué consisten y en qué clase de problemas estás interesada?

MAG-F: Las ecuaciones en derivadas parciales son relaciones entre una función que no conocemos, y que depende de distintas variables, y sus derivadas. Sirven para describir fenómenos como el calor, los fluidos, el sonido o los terremotos.

Mi trabajo tiene que ver con estudiar si existen soluciones de una ecuación en cierto dominio que se parezcan tanto como queramos a una función dada en una región más pequeña. En la mayoría de los casos, la función dada satisface, a su vez, la ecuación en la región pequeña donde hacemos la aproximación.

Otro problema en el que trabajo consiste en verificar para qué tipo de ecuaciones se satisface la siguiente propiedad: si dos soluciones de la ecuación en un dominio coinciden en una parte de él, entonces son la misma. En caso afirmativo, nos basta poder observar las soluciones en una pequeña parte para deducir su comportamiento en todo el dominio.

FdT: Las ecuaciones parabólicas en las que trabajas modelan procesos que pueden tener difusión, convección y reacción/absorción. ¿Puedes hablarnos un poco de cada uno de estos conceptos?

MAG-F: Las ecuaciones parabólicas son aquellas que generalizan la ecuación del calor y se utilizan para modelar la evolución de la densidad o la distribución de algo, ya sea temperatura, población de un microorganismo o acciones financieras. Los fenómenos que mencionas, desde el punto de vista matemático, se corresponden con los coeficientes de los términos de distinto orden. Para su interpretación física, podemos pensar en el ejemplo de la densidad de población de una bacteria. El término de difusión es el responsable de que la distribución tienda a hacerse homogénea, de modo que las bacterias se moverán de las zonas de más concentración a las de menos. La convección es el transporte de bacterias debido al movimiento del medio en el que se encuentran. El último término, el de reacción/absorción, cuantifica la muerte y la reproducción de las bacterias.

FdT: **¿Podrías describir, a grandes rasgos, cuál ha sido tu aportación a este campo?**

MAG-F: Mi trabajo, junto con Alberto Enciso y Daniel Peralta-Salas, se centra en resultados de aproximación para soluciones de ecuaciones parabólicas. En su versión más general, pensemos que tenemos una solución de la ecuación parabólica en una región del espacio y para cierto intervalo de tiempo. Entonces, bajo ciertas condiciones sobre esta región, podemos encontrar una solución de la ecuación en todo el espacio y para todo tiempo que se parece a la primera en el conjunto de partida. Este tipo de resultados son análogos al teorema de Runge en análisis complejo, en el que se aproximan funciones holomorfas en compactos del plano complejo por polinomios.

Con nuestros teoremas de aproximación, demostramos resultados sobre la flexibilidad en la distribución de los puntos calientes o *hot spots* locales (máximos de la solución para cada tiempo) y en la topología de las superficies isoterma (componentes conexas de los conjuntos de nivel de la solución para cada tiempo). Concretamente, probamos que existen soluciones de una ecuación parabólica con puntos calientes locales tan próximos como queramos a una curva dada para todo tiempo. También vemos que hay soluciones globales que presentan una hipersuperficie isoterma con una topología compacta arbitrariamente complicada (que puede incluso cambiar con el tiempo).

FdT: **También te has dedicado a estudiar problemas no locales. ¿Nos podrías contar qué significa esto y en qué clase de problemas estás trabajando?**

MAG-F: Si pensamos en la derivada de una función en un punto, esta no dependerá de cómo es la función un poco más lejos. En cambio, la integral de la función «ve» cómo es la función en todos los puntos. Del mismo modo, los operadores no locales son aquellos que dependen de cómo es la función más allá de un entorno del punto de evaluación. Uno de los ejemplos más importantes es el laplaciano fraccionario, que aparece en ecuaciones de modelos con difusión anómala, como puede ocurrir en la distribución de animales en busca de alimento.

Mi trabajo, en colaboración con Angkana Rüland, se centra en el estudio de propiedades de continuación única para ecuaciones de Schrödinger fraccionarias, en

las que el laplaciano es sustituido por su versión fraccionaria, y para otros operadores no locales como las transformadas de Hilbert o de Laplace.

FdT: *¿Continuación única? ¿Qué es eso y para qué sirve?*

MAG-F: Las propiedades de continuación única nos dan información sobre la solución de una ecuación a partir de su comportamiento en una región pequeña. Si consideramos dos funciones analíticas en el plano complejo y sabemos que coinciden en una región pequeña, entonces son la misma. En su versión débil, la continuación única generaliza el resultado anterior a otras ecuaciones.

Las propiedades de continuación única nos permiten probar los resultados de aproximación que comentaba anteriormente. Están también relacionadas con resultados de estabilidad que tienen aplicaciones en problemas inversos y con teoría de control.

FdT: *¿A qué tipo de problemas te gustaría dedicar tu tiempo en el futuro?*

MAG-F: Quiero seguir trabajando en problemas similares para otros tipos de ecuaciones. Me interesan en particular las aplicaciones a problemas inversos y a fluidos.

FdT: *Hablemos un poco del camino que te ha llevado hasta aquí. ¿Has tenido siempre una clara vocación científica?*

MAG-F: Desde pequeña me he sentido atraída por el ámbito científico, especialmente por las materias o los temas con mayor carga lógica. Me gusta leer sobre historia o biología, pero me cuesta memorizar conceptos. Aun así, me planteé estudiar medicina. Mi otra alternativa siempre fue matemáticas, pero terminé encontrando en la física un buen compromiso entre mis intereses.

FdT: *Aunque no eres la primera persona en seguir este camino, sorprende que tras obtener la Licenciatura en Física te decidieras por un Doctorado en Matemáticas. ¿Qué te llevó a tomar esa decisión?*

MAG-F: Desde el principio de la carrera me interesaron más y me encontraba más cómoda con las asignaturas más matemáticas. Mi mayor acierto fue elegir en segundo la asignatura de Física Matemática, que impartía Manuel Gadella. Al curso siguiente comencé a trabajar con él y desde entonces mis pinitos en investigación estuvieron ligados a las matemáticas. Cuando fui a Madrid a hacer el último curso de la licenciatura busqué también colaborar con algún profesor de matemáticas y así fue como empecé a trabajar con David Gómez-Ullate.

Otro momento importante fue cuando conocí a Alberto Enciso, que terminaría siendo mi director de tesis, gracias a una beca de verano. Recuerdo que contacté con él antes de completar la solicitud porque me interesaba el tema que ofrecía pero, al ser en un instituto de matemáticas, no sabía si mi perfil encajaba. En el ICMAT, su ejemplo y el de otros de sus colegas me ayudaron a que cambiarme a matemáticas fuese lo natural.

FdT: *Compartes trayectoria con tu director de tesis, Alberto Enciso, que también es físico de formación (y también Premio Rubio de Francia,*

en 2011). **¿Tuvo esto algo que ver para que te decidieras a hacer la tesis con él?**

MAG-F: Sin duda. Mi experiencia con él en las becas de verano había sido fantástica. Recuerdo que constantemente aparecían conceptos matemáticos que yo ignoraba y Alberto me los explicaba partiendo siempre de ideas que se estudian en física. Su capacidad para ayudarme a entender problemas complejos y su trayectoria me dieron confianza para embarcarme en una tesis en matemáticas con él.

FdT: Háblanos de tu etapa como estudiante de doctorado.

MAG-F: Fue una etapa muy bonita, aunque se valora más con el tiempo. Disfruté mucho aprendiendo cosas nuevas y participando en mis primeros congresos. El ambiente tanto en el ICMAT como en la Complutense, donde pude dar mis primeras clases, era muy estimulante. Tuve la suerte de trabajar con Alberto y Daniel Peralta-Salas en problemas muy interesantes. Además, mi director me daba total libertad para involucrarme en otros proyectos. Y, salvo al final, no se trabaja con la misma tensión que viene después, cuando los contratos son más cortos y a la presión de publicar resultados se le suma la de buscar el próximo destino.

También fui afortunada porque conseguí una beca relativamente poco tiempo después de tomar la decisión de hacer la tesis, y además contaba con apoyo económico del grupo de investigación de Alberto y del ICMAT para asistir a congresos. Lamentablemente, esto no suele ser habitual. Asimismo, las condiciones salariales de las becas no son las mejores, y en lugares como Madrid esto se acusa aún más. Mientras que compañeros de carrera que optaron por otras vías tenían cierta estabilidad, yo tenía que seguir dependiendo de avales cuando alquilaba una habitación. Y muchas personas te siguen tomando por un estudiante que extiende sin fin los años de universidad.

FdT: ¿Qué consejo le darías a alguien que se está planteando hacer un Doctorado en Matemáticas?

MAG-F: Ante todo, que elija un tema que le atraiga y un grupo activo. El director de tesis es clave en muchos aspectos, y creo que es importante ser compatibles en la forma de trabajar. Y un consejo que a mí me dieron y me ayudó mucho: no es excepcional tener momentos de estancamiento y de dudas, pero también lo normal es que pasen, hay que darse tiempo.

FdT: Un problema al que los científicos se enfrentan es el de tener que irse al extranjero tras doctorarse para completar su formación. Es bien sabido que, en muchas ocasiones, esto supone un sacrificio personal muy grande. ¿Ha sido este tu caso?

MAG-F: Yo hice el doctorado teniendo en la cabeza que después tocaba marcharse fuera de España, al menos un tiempo. Así que estaba concienciada. Para mí está siendo una etapa muy enriquecedora a todos los niveles, pero a veces se hace dura. Por un lado, dejas de compartir muchos momentos con familia y amigos, y a veces no puedo evitar la sensación de que es mi culpa porque he sido quien se ha ido. Por otra parte, lleva tiempo acostumbrarse a un ambiente totalmente nuevo (más

si no hablas el idioma), y situaciones comunes como ir al médico se vuelven mucho más complicadas y te llevan más tiempo. Además, no dejo de tener la sensación de vivir con la mochila a cuestas.

FdT: Siguiendo con los problemas de la profesión, cuando hablo con mis colegas matemáticas, manifiestan frecuentemente que, por el hecho de ser mujer, se sienten presionadas a demostrar más. ¿Compartes esta opinión?

MAG-F: Yo soy mi peor rasero, siempre me exijo más. Lo suelo atribuir a mi particular forma de ser, pero al comentarlo con otras compañeras me hacen ver que la mayoría compartimos esta tendencia. Solemos añadirnos una presión extra para no dejar resquicio a la duda.

FdT: Aparte de lo dicho anteriormente, ¿piensas que ser mujer te ha supuesto enfrentarte a dificultades añadidas que tus colegas científicos hombres no sufren?

MAG-F: No soy consciente de haberme enfrentado a grandes dificultades. Es probable que en parte tenga asumidos como normales ciertos comportamientos, y también he tenido suerte de no pasar por ninguna situación difícil.

Pero considero que es más habitual que me entren dudas sobre el camino que he elegido. Por ejemplo, en las clases de alemán a las que iba en el instituto de matemáticas en Leipzig éramos muy pocas chicas, y algunas eran las mujeres de otros investigadores. Entonces es fácil caer en la idea de que lo normal no es irse fuera, o de que, en el caso de parejas, será la mujer la que siga al hombre. No son pensamientos inerciales continuos, pero a veces surgen.

FdT: Numerosos colectivos, como la comisión «Mujeres y matemáticas» de la RSME, trabajan en la actualidad para reivindicar y visibilizar el papel de la mujer en la ciencia, y en particular en las matemáticas, disciplina tradicionalmente masculina en nuestro país. Con este galardón te conviertes en la segunda mujer premiada en dieciséis ediciones, y en un referente para las nuevas generaciones de investigadoras. Desde esa posición, ¿qué mensaje te gustaría mandar a las futuras matemáticas españolas?

MAG-F: Creo que todas esas iniciativas juegan un papel esencial para que las niñas vean la investigación científica y las matemáticas como opciones posibles para su futuro. Es un mensaje que ha de llegar a muchos ámbitos para que cale en la infancia.

Personalmente me gustaría decir a toda persona que decida comenzar esta andadura que es un camino muy estimulante y enriquecedor, y que no piensen en rutas predeterminadas ni límites marcados.

FdT: ¿Qué planes tienes a corto, medio y largo plazo para tu carrera profesional? ¿Te planteas volver a España? Espero que sí...

MAG-F: Por el momento, sí que me gustaría regresar a España, probablemente más pronto que tarde, y no me importaría combinar la investigación con docencia. Pero no tengo ninguna preferencia clara para el futuro lejano.

FdT: **¿Qué opciones para volver a España tiene un investigador que, como tú, ha decidido irse al extranjero a completar su formación con un postdoctorado?**

MAG-F: Depende del momento en el que te plantees volver. Si es poco tiempo después de terminar el doctorado, las opciones principales son los contratos Juan de la Cierva o postdoctorados ligados a grupos y proyectos concretos. O en la universidad, las plazas de Ayudante Doctor, que también es la forma habitual de incorporarse aunque haya pasado más tiempo.

Todas estas no suelen ofrecer condiciones equiparables a las que un investigador postdoctoral normal tiene fuera de España. Pero una vez más, abusando de la vocación y del deseo de incorporarse al sistema, se consigue que la competencia por ellas sea exigente.

FdT: **Dan ganas de quedarse en el extranjero. ¿Verdad?**

MAG-F: Sí, al menos unos cuantos años. Pero hay muchas más variables a tener en cuenta. Además, no está claro en muchos casos si esa experiencia en el extranjero se puede traducir en más opciones.

FdT: **En el caso de las plazas de Profesor Ayudante Doctor, que tienen perspectivas de estabilización, se ofrecen unos salarios poco competitivos en un puesto temporal a cambio de una promesa de promoción a un contrato fijo, tras la friolera de 5 años, independientemente de la experiencia investigadora en el extranjero, que en tu caso es mucha. Es un poco desesperanzador, ¿no?**

MAG-F: Bastante. Otra opción con cierta garantía de estabilidad (si la situación económica del país no es crítica) después de algunos años de postdoctorado son los contratos Ramón y Cajal, que no son numerosos (al menos en matemáticas) y sí muy competitivos.

FdT: **Ante esta situación, ¿cómo ves la posibilidad de realizar una carrera investigadora exitosa en España?**

MAG-F: Creo que es viable y la trayectoria de muchos investigadores es prueba fehaciente de ello. Pero hay que señalar que en numerosos casos lo hacen gracias a financiación europea o de entidades privadas, lo que facilita las condiciones para desarrollar proyectos importantes y ambiciosos. Cabe destacar el alto número de becas del Consejo Europeo de Investigación (ERC) conseguidas por matemáticos en España.

FdT: **Por último, me gustaría que me dieras tu opinión sobre el papel que jugamos los matemáticos en la sociedad. Todo el mundo cree que somos importantes, pero no tienen muy claro qué tipo de trabajos llevamos a cabo (aparte de la investigación básica, de la que ya hemos hablado bastante).**

MAG-F: Coincido contigo en que el sentimiento general de la sociedad es que las matemáticas son importantes, pero fundamentalmente en contextos propios como la investigación y no tanto en la cotidianidad que nos rodea. Es una idea que seguramente se arrastra desde la escuela, donde la mayoría ve las matemáticas como algo difícil y alejado de la realidad. Sin embargo, no hay desarrollo tecnológico o económico que no dependa de ellas. Últimamente, con el auge del *big data* y del *machine learning*, el papel de las matemáticas en el entramado empresarial es aún más relevante. Con la reciente crisis de la COVID-19 también se ha empezado a visibilizar más la importancia de los matemáticos para interpretar datos y desarrollar modelos relacionados con cosas que nos afectan a todos.

Otra labor fundamental de los matemáticos, que lamentablemente no se valora como merece, es la docencia. Su papel es clave para las futuras generaciones y sin embargo se ha conseguido que sea una salida profesional muy poco atractiva para los propios matemáticos. Me parece esencial «invertir» en buenos profesores y dejar de menospreciar la importancia de las matemáticas en la etapa escolar. Yo tuve profesores extraordinarios que conseguían transmitir su interés por las matemáticas a todos los alumnos, y sin los cuales difícilmente estaría aquí.

FdT: **María Ángeles, ha sido un verdadero placer poder entrevistarte. Gracias por compartir tus pensamientos y opiniones. Enhorabuena por el premio una vez más y te deseo lo mejor para el futuro.**

MAG-F: Muchas gracias a ti.

FÉLIX DEL TESO, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS MATEMÁTICO Y MATEMÁTICA APLICADA, 28040 MADRID, SPAIN

Correo electrónico: fdelteso@ucm.es