

## El ICMAT organiza el X Congreso AIMS 2014

Del 7 al 11 de julio de 2014 tendrá lugar en Madrid un gran acontecimiento matemático, el décimo congreso bienal del Instituto Americano de Ciencias Matemáticas (American Institute of Mathematical Sciences, AIMS) sobre Sistemas Dinámicos, Ecuaciones Diferenciales y Aplicaciones (The 10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications). El congreso está organizado por el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), por la parte española, y por el AIMS y la Universidad de North Carolina Wilmington por parte norteamericana, y será la segunda cita matemática por número de asistentes en nuestro país, después del Congreso Internacional de Matemáticos (ICM), celebrado en Madrid en 2006.

Para el ICMAT se trata de una magnífica oportunidad para mostrar todo su potencial organizador y

científico a la comunidad internacional, en la línea ya iniciada desde el inicio de actividades en su nueva sede. Para la UAM es una extraordinaria oportunidad, al tratarse del mayor evento científico organizado en su campus. Y, finalmente, para la comunidad matemática española es también una magnífica ocasión para, una vez más, en el contexto de un gran congreso, enseñar toda su riqueza científica y el extraordinario desarrollo en las últimas décadas.

Esta serie de congresos brinda un foro para matemáticos y científicos de todo el mundo que trabajan en los campos del análisis matemático y sus aplicaciones, incluyendo sistemas dinámicos, ecuaciones diferenciales, y aplicaciones a problemas reales. Para alcanzar un público mayor la sede del congreso va alternando sedes en Estados Unidos con otros lugares del mundo. Esta será la primera vez que se celebre en España y será una gran *(continúa en pág 2)*

### Contenidos

Charles Fefferman, medallista Fields en 1978 y director de un ICMAT-Laboratory: "Yo no escojo los problemas: ellos me escogen a mí"	6
Perfil de Javier Gómez Serrano, investigador del ICMAT	9
Autorretrato de Viktor L. Ginzburg: Catedrático en la Universidad de California en Santa Cruz (EE UU)	10
Reseña científica: Diferenciación de integrales en dimensiones mayores	11
Actualidad matemática	14
Agenda	16

### Reportaje

## Laboratorios ICMAT, la captura de cerebros

*Durante los años de bonanza económica previos a la crisis, el crecimiento de la ciencia española hizo pensar que podíamos empezar a atraer a algunos de los mejores investigadores extranjeros. La cruda realidad ha dificultado esta posibilidad y ha recrudecido el fenómeno contrario, el que ha afectado tradicionalmente a nuestro sistema de I+D: la llamada fuga de cerebros. Está claro que nuestro país no ha sido nunca un paraíso para las grandes figuras de la ciencia mundial, porque difícilmente podemos competir en instalaciones, en salarios ni en ambientes de alta competitividad con las instituciones estadounidenses, japonesas y europeas. Hoy, contratar a los más destacados está fuera del alcance de la mayor parte de nuestros centros de investigación, pero el Instituto de Ciencias Matemáticas ha abierto una rendija para conseguirlo, una herramienta innovadora denominada Laboratorios ICMAT, que permite atraer y mantener a algunos de los matemáticos más señeros.*

**Ignacio Fernández Bayo.** Charles Fefferman, catedrático en la Universidad de Princeton y medalla Fields 1978, es uno de los más reconocidos matemáticos actuales, cuyas investigaciones han tenido y tienen un gran impacto en muy diferentes campos: análisis, ecuaciones en derivadas parciales, análisis de Fourier, física matemática, dinámica de fluidos, redes neuronales y geometría diferencial. Fefferman es, además, director del primero de los Laboratorios ICMAT. Otras cuatro estre-

llas del firmamento matemático se han unido a él, Marius Junge, Nigel Hitchin, Viktor Ginzburg y Stephen Wiggins, el último en incorporarse, este mismo verano.

La fórmula consiste en formar un equipo para trabajar en un determinado proyecto o línea de investigación, dirigido por un eminente matemático, junto con un investigador senior del ICMAT y otros investigadores, tanto predoctorales como postdoctorales. "El líder internacional, que da nombre a cada *(continúa en pág 2)*

## Editorial

(Viene de p.1) oportunidad para los matemáticos del país dedicados a estas áreas, tanto por la posibilidad de compartir sesiones científicas con grandes figuras internacionales, conocer los últimos resultados, exponer su trabajo y abrir vías de colaboración.

El congreso consta de varias conferencias principales del más alto nivel científico, acompañadas de sesiones especiales seleccionadas entre las propuestas enviadas. La lista de conferenciantes para 2014 es realmente espectacular: Nalini Anantharaman (Francia), Diego Córdoba (España), Ingrid Daubechies (EE. UU.), Weinan E (EE.UU.), Charles L. Fefferman (EE.UU.), Bernold Fiedler (Alemania), Zhiming Ma (China), Philip Maini (Reino Unido), Sylvia Serfaty (Francia), Carles Simó (España), Cedric Villani (Francia) y Amie Wilkinson (EE. UU.), entre los que se incluyen a dos medallas Fields. En cuanto a las sesiones especiales, a día de hoy hay ya 74 propuestas lo que indica que el número de participantes será de record. El creciente éxito del congreso se basa precisamente en esa dualidad: la calidad de los conferenciantes principales y la flexibilidad de las sesiones especiales.

Esta serie de congresos nació bajo los auspicios del Profesor Shouchuan Hu. La primera de la serie tuvo lugar en la Universidad de Southwest Missouri State (EE.UU.), en mayo de 1996 y a continuación han venido ocho más. La lista de participantes ha ido creciendo en cada edición, y de los 700 participantes del año 2006 en Poitiers, aumentó a los 1100 de Dresden, los 1200 de Orlando y los 1400 previstos para Madrid. De confirmarse esta participación, este congreso se convertiría en el segundo congreso

de matemáticas con mayor participación celebrado en España tras el ICM de Madrid en 2006 y por delante del AMS-RSME Joint Meeting de Sevilla en 2003 y el 3ECM de Barcelona en 2000.

El American Institute of Mathematical Sciences es una organización internacional cuyo objetivo es “el avance y la difusión de las ciencias matemáticas”. Con sus actividades escuelas, congresos y publicaciones, el AIMS contribuye a la formación de matemáticos y a su interacción con científicos de otras. Aunque sus intereses matemáticos son muy amplios, el AIMS se focaliza en las ecuaciones diferenciales, los sistemas dinámicos y sus múltiples aplicaciones a las ciencias y las ingenierías, mediante el análisis, la modelización y la computación matemática. El AIMS se financia por sus actividades y tiene la ayuda de la Universidad de North Carolina Wilmington, y de la National Science Foundation. Su Director y fundador es el Profesor Shouchuan Hu, de la Universidad de Sotuhwest Missouri State.

En este congreso, en concreto, además de las principales instituciones organizadoras, colaboran en la organización el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Rey Juan Carlos, la Universidad Carlos III de Madrid, la Universidad Politécnica de Madrid y la Sociedad Española de Matemática Aplicada.

Desde Madrid esperamos con los brazos abiertos a toda la comunidad matemática internacional con la seguridad que será un gran evento del que saldrán sin duda excelentes

## Reportaje



El Workshop on Operator Spaces, Harmonic Analysis and Quantum Probability tuvo lugar como parte del Laboratorio Marius Junge del 10 al 14 de junio de 2013.

Laboratorio, se mantiene en permanente contacto con el (Viene de p.1) grupo, realiza al menos una estancia de dos o tres meses al año y acude a otras actividades que organiza cada laboratorio, como simposios, talleres, cursos y reuniones de trabajo”, dice Manuel de León, director del ICMAT. Además, añade, “nuestros investigadores les visitan a ellos e interaccionan con sus equipos”. Es casi como tener contra-

tada a una eminencia por un coste realmente bajo, ya que “ellos no reciben remuneración por su colaboración, aunque se les pagan los viajes, estancias y los cursos y conferencias, claro”.

El Laboratorio Charles Fefferman dio sus primeros pasos en el año 2011, tras un acuerdo del ICMAT con la Fundación General CSIC, que “buscaba alguna fórmula sustitutiva de la contratación permanente y de las estancias de sabáticos. Ellos le pusieron el nombre de laboratorios, con la idea de hacer contratos de cinco años con una dedicación de unos meses cada año, para trabajar con un equipo local -dice Manuel de León-. Nos propusieron crear un laboratorio piloto, se lo propusimos a Fefferman y aceptó encantado”.

“Nosotros llevábamos muchos años colaborando con Fefferman. Teníamos una relación consolidada y el laboratorio ha servido para ponerle nombre a esa actividad conjunta”, explica Diego Córdoba, el responsable local del laboratorio. “Estamos interesados en problemas analíticos que provienen de la mecánica de fluidos; en particular la existencia o no de soluciones de modelos que describen la dinámica de fluidos incompresibles. Uno de los frutos más recientes de la colaboración es que hemos obtenido resultados importantes en el estudio de la formación de singulari-



Marius Junge es catedrático en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign.

dades en la dinámica de interfases en un fluido incompresible". El equipo se completa con los investigadores Francisco Gancedo, Ángel Castro, Javier Gómez-Serrano, Tania Pernas, Alberto Martín y Rafael Granero.

Los restantes Laboratorios tuvieron que esperar al año 2012, cuando se dispuso de fondos suficientes para crearlos, gracias a la financiación adicional que reciben los centros pertenecientes al Programa de Excelencia Severo Ochoa, reconocimiento que el ICMAT consiguió en la primera convocatoria, en el otoño de 2011. Entonces se abrió un llamamiento para que los investigadores del Instituto presentaran sus proyectos de laboratorio. "La gente más activa y con más contactos internacionales respondieron inmediatamente y presentaron un informe con el nombre del investigador que iba a venir, su currículum, el plan de trabajo, el plan de actividades y el presupuesto. Se trata de que sean peticiones muy documentadas, primando la parte científica", explica De León. Todas las propuestas fueron evaluadas por un comité de selección y todas ellas recibieron el visto bueno y han dado lugar a los otros cuatro grupos. Y es que solo se presentaron las que de antemano contaban con suficiente peso.

Marius Junge, catedrático de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, es mundialmente reconocido por sus trabajos en probabilidad cuántica, teoría de operadores, análisis armónico no conmutativo y teoría de información cuántica. El proyecto de invitarle a formar parte de un Laboratorio partió de Javier Parcet. "Yo ya colaboraba con Marius desde 2003 y se fue formando un grupo en torno a esa colaboración en teoría de operadores y análisis armónico no conmutativo", dice Parcet en el descanso de un simposio organizado precisamente por el Laboratorio como una de sus actividades. "El Laboratorio nos permite interactuar más. Marius hace de catalizador y sirve para orientar en la dirección adecuada a muchos de los miembros del equipo, lo que permite avanzar más y hacerlo más rápido. Por ejemplo, junto al grupo de información cuántica que ha trabajado, hemos producido resultados en hipercontractividad. Se pretendía potenciar las aplicaciones de información cuántica, que todavía no se han encontrado, pero se resolvieron problemas de análisis armónico no conmutativo".

"En el grupo hay tres doctorandos y tres investigadores posdoctorales míos, Matilde Perrin, Carlos Palazuelos y Guixiang Hong. Carlos ahora continuará por su cuenta, porque ha conseguido un contrato Ramón y Cajal y eso supone un salto cualitativo en su formación". Además, par-

ticipa un grupo de la Universidad Complutense de Madrid y también investigadores del propio Junge. "Han venido tres de sus estudiantes al congreso y están aquí un mes intensivo", explica.

Junge y el resto de figuras que se han adherido al programa, lo han hecho sin mayores problemas ni exigencias. Según Manuel de León, "obviamente, en todos los casos existían contactos previos y ya realizaban una colaboración más o menos intensa, pero creo que también ha pesado el prestigio internacional del ICMAT. Han respondido magníficamente".

El Laboratorio Hitchin nació a iniciativa de Óscar García Prada, que dirige el Grupo de Geometría Algebraica y Física Matemática del ICMAT. Nigel Hitchin es catedrático de la Universidad de Oxford y es una de las figuras más influyentes en los campos de la geometría diferencial y algebraica y las relaciones de éstas con las ecuaciones de la física matemática. Miembro de la Royal Society y expresidente de la London Mathematical Society, ha recibido muchos reconocimientos, como la medalla Sylvester y el premio Pólya. En este caso la relación entre el grupo del ICMAT y el grupo de Hitchin en Oxford es muy intensa y se concentra en diversos temas en el campo de interacción entre la geometría y la física, incluyendo espacios de moduli, fibrados de Higgs, geometría generalizada y geometría de Poisson.

"Mi relación con el profesor Hitchin es muy cercana. Le conozco desde 1987 y terminé mi tesis doctoral en Oxford en 1991 bajo su dirección y la del profesor Simon Donaldson. Hemos tenido contactos científicos regulares con visitas recíprocas desde mediados de los noventa y en 2006 organizamos un congreso en su honor en el CSIC, con motivo de su 60 cumpleaños", dice García Prada. Las actividades del laboratorio son muy variadas, y entre ellas destaca por su originalidad, la de realización de reuniones de reflexión. "Se trata de hacer reuniones de tipo retiro, con la participación de muy pocas personas concentradas en un tema específico de frontera de la investigación en nuestro campo y con grandes discusiones sobre problemas abiertos. En marzo pasado ya tuvimos una reunión de este tipo y planeamos hacer más", señala García Prada.

En el Laboratorio Hitchin participan de forma permanente Tomás Gómez y Luis Álvarez-Consul, además de varios postdocs y estudiantes de doctorado, "más o menos una docena de investigadores -dice García-Prada. Y naturalmente está abierto a todos los miembros del ICMAT que quieran participar".

Viktor Ginzburg es catedrático en la Universidad de California en Santa Cruz. Su trabajo se centra especialmente en la existencia de órbitas periódicas en sistemas dinámicos hamiltonianos desde el punto de vista de la topología simpléctica, ámbitos en los que es una autoridad mundial. En el ICMAT existe un grupo, en el que trabaja Daniel Peralta, que investiga en sistemas dinámicos, y otro, repre-

**"La iniciativa de los Laboratorios beneficia a todo el entorno de matemáticos españoles"**

## Reportaje

sentado por Francisco Presas, que lo hace en topología simpléctica. “Queríamos colaborar porque estas dos áreas están muy relacionadas, pero no acabábamos de conseguirlo y por eso decidimos que sería bueno contar con alguien que hiciera de puente, porque el área de intersección entre ambos campos no lo conocíamos muy bien y es el que tiene que ver con sistemas dinámicos hamiltonianos. Esa persona era Viktor Ginzburg, uno de los profesores de mayor prestigio en esa área concreta”, dice Presas.

“Lo interesante de Viktor son las técnicas que utiliza y que no se empleaban en España. Ha dedicado mucho tiempo a estudiar las órbitas periódicas de sistemas hamiltonianos, que aparecen cuando uno modeliza los sistemas mecánicos, por ejemplo en las trayectorias de un asteroide”, dice Peralta.

Los beneficios del Laboratorio se extienden a otros centros. “La topología simpléctica es un área muy de moda que ha ido creciendo y los pocos españoles que nos dedicábamos a esto montamos un grupo (GESTA) con el que Viktor ha estado siempre relacionado. Hacemos un congreso anual y este año lo hemos hecho en Francia y Viktor ha dado un minicurso. “El Laboratorio favorece esta relación y ha beneficiado a todos, incluso a los europeos que trabajan en topología simpléctica, junto a los que formamos una red de la European Science Foundation” dice Francisco Presas. Y es que, como dice Manuel de León, la iniciativa de los Laboratorios beneficia a todo el entorno de matemáticos españoles, que tienen ocasión de acudir a las actividades que se organizan y contactar con los investigadores más sobresalientes de algunas áreas.

El Laboratorio Ginzburg está integrado por bastantes investigadores, unos del propio ICMAT, como Alberto Enciso y David Martín de Diego, y otros de fuera, como Eva Miranda, de la Universidad Politécnica de Cataluña, además de cinco o seis estudiantes de doctorado, cinco postdoctorales y otros dos predoctorales en Barcelona.

El último Laboratorio en incorporarse es el de Stephen Wiggins, puesto en marcha este mismo verano. Wiggins es catedrático de Matemática Aplicada en la Universidad de Bristol, y su investigación se basa en la identificación de las áreas de la ciencia o de la ingeniería que necesitan nuevos avances matemáticos o computacionales. Esta estrategia impulsa el esfuerzo por responder a esas demandas desarrollando nuevas herramientas. El proyecto del Laboratorio que lleva su nombre es una iniciativa del grupo de dinámica de fluidos geofísicos del ICMAT, liderado por Ana María Mancho, y pretende desarrollar técnicas que permitan evaluar y predecir el comportamiento de las partículas transportadas en flujos geofísicos, como los oceánicos y atmosféricos.

“Estuve trabajando como postdoc con Steve hace doce años, y después hemos seguido colaborando mucho. Él tiene proyectos con la Office of Naval Research, que le han renovado ahora, y ha incorporado también al proyecto de nuestro Laboratorio. Las perspectivas son de una colaboración muy estrecha, tanto de él aquí como cubriendo nuestras estancias allí”, dice Ana María Mancho.

“Tratamos de interpretar cómo se mueven las partículas en un campo de velocidades y necesitamos herramientas que proceden de los sistemas dinámicos. Esas herramientas existen ya para campos de velocidades que no cambian con



De izquierda a derecha: Mathilde Perrin, Carlos Palazuelos, José Conde, Javier Parcet, Marius Junge, Luis Daniel López y Guixiang Hong.

el tiempo o que cambian de manera periódica, pero en el océano los campos cambian y no de manera regular. Nosotros interpretamos esas variaciones y cruzamos con los datos que proceden de fuentes empíricas, por ejemplo los drifters o boyas que usan los oceanógrafos o globos sonda que se usan para la estratosfera. Esto permite entender el transporte de partículas, por ejemplo, contaminantes y aerosoles”, explica Mancho.

El grupo que formará parte del Laboratorio Wiggins está formado además por la estudiante de doctorado Jezabel Curbelo, y Alfonso Ruiz Herrera un investigador que se incorporará en septiembre. Aún están pendientes de determinar la adjudicación de un doctorando y de un Juan de la Cierva. También colaborarán la profesora de la Universidad Politécnica de Madrid Carolina Mendoza que trabajó en ICMAT con Mancho como postdoc y Álvaro de la Cámara, que fue alumno de doctorado de Ana María Mancho y actualmente trabaja en Paris en el Laboratoire de Météorologie Dynamique de la École Normale Supérieure. Dentro del Laboratorio tendrán lugar varias semanas de trabajo en los próximos meses. En estos periodos se incorporarán temporalmente al Laboratorio investigadores de Universidades como Delaware, Maryland, Virginia Tech y la US Naval Academy.

Para el ICMAT, la estrategia de los Laboratorios le permite estar en la vanguardia de la investigación mundial a un coste más que razonable. “Cada Laboratorio tiene un presupuesto diferente, pero supone de media unos 250.000 euros por los tres o cuatro años previstos para cada uno. La idea es seguir adelante con estos y otros Laboratorios nuevos que puedan surgir. Lo veremos cuando termine la financiación del programa Severo Ochoa, que espero que podamos renovar en su momento”, dice Manuel de León. Y añade que intentan conseguir fondos de otras entidades, como fundaciones y empresas, para poner en marcha otros laboratorios nuevos.

La experiencia resulta interesante también para los propios titulares foráneos de los Laboratorios, lo que, entre otras cosas, garantiza su compromiso de continuidad y avala la consecución de los ambiciosos objetivos marcados. Muestra de ese interés son las palabras de Nigel Hitchin: “Mi relación con ICMAT se ha construido sobre las conexiones ya existentes con matemáticos españoles, pero las oportunidades abiertas por la nueva relación, más formal, están siendo muy beneficiosas. Encuentro particularmente útil el workshop realizado en Miraflores en marzo de este año. El libre intercambio de ideas que allí se hizo me ha proporcionado material para nuevas investigaciones en las que me encuentro sumergido ahora”.

# The 10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications

July 07 - July 11, 2014  
Madrid, Spain

Invited Main Speakers:

**Nalini Anantharaman** fr  
**Diego Córdoba** es  
**Ingrid Daubechies** us  
**Weinan E** us  
**Charles L. Fefferman** us  
**Bernold Fiedler** de  
**Zhiming Ma** cn  
**Philip Maini** uk  
**Sylvia Serfaty** fr  
**Carles Simó** es  
**Cedric Villani** fr  
**Amie Wilkinson** us

<http://www.aimsconferences.org/conferences/2014/>

Organizers:

The American Institute of Mathematical Sciences  
The Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT)  
Universidad Autónoma de Madrid (UAM)  
University of North Carolina Wilmington

Organizing Committee:

**Manuel de León** (chair)  
**M<sup>a</sup> Paz Calvo**  
**Amadeu Delshams**  
**J.I. Díaz**  
**Francisco Marcellán**  
**David Martín de Diego**  
**Rafael Orive**  
**David Ríos Insua**  
**Anibal Rodríguez-Bernal**  
**Miguel A.F. Sanjuán**  
**José M. Vega**

Scientific Committee:

**Shouchuan Hu** (chair)  
**Jerry Bona**  
**William O. Bray**  
**Avner Friedman**  
**Manuel de León**  
**Alain Miranville**  
**Wei-Ming Ni**  
**N.S. Papageorgiou**  
**J.M. Sanz-Serna**  
**Roger Temam**  
**Jianhong Wu**

Conference Coordinator:

**Xin Lu**

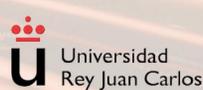
With support of:

**Registration opens  
on October 1, 2013**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



## “Cuando estoy atascado con un problema pienso ‘bueno, ya he ganado la Medalla Fields’”



Charles Fefferman es investigador en la Universidad de Princeton.

**Ágata Timón.** Cuando tenía nueve años, Charles Fefferman (1949, EE. UU.) quería saber cómo funcionaban los cohetes, así que empezó a leer libros de física por su cuenta. Podría decirse que su impresionante carrera como matemático se inició poco después, cuando se dio cuenta de que necesitaba de esta ciencia para entender en profundidad este y otros problemas. Desde entonces su carrera ha sido imparable: se licenció con la más alta distinción en la Universidad de Maryland a los 17 años y se doctoró en Princeton tres años después. Tras un puesto júnior en esta universidad se trasladó a Chicago, donde obtuvo el puesto de catedrático, lo que le convirtió en el investigador más joven con este cargo en EE. UU. Fefferman regresó a Princeton en 1973, donde sigue ejerciendo como investigador y profesor en la actualidad. En 1978 ganó la Medalla Fields por sus trabajos en convergencia y divergencia de series trigonométricas. Sin embargo, si le preguntan, dirá que su contribución a la investigación favorita no es la que le hizo merecedor del mayor reconocimiento que puede recibir un matemático, sino alguna de sus últimas aportaciones. Por ejemplo, algunos de los avances en mecánica de fluidos obtenidos con el equipo de Diego Córdoba del Instituto de Ciencias Matemáticas, con el que tiene una colaboración permanente a través del programa de Laboratorios ICMAT. En una de sus últimas visitas a Madrid dentro de esta iniciativa tuvimos la oportunidad de hablar con

“Si algo suena interesante y soy capaz de entenderlo lo suficiente como para poder empezar a pensar sobre ello, sigo adelante”

ICMAT él sobre sus intereses, su carrera y sus expectativas de futuro.

**Pregunta:** ¿Cómo y cuándo empezó a interesarse por las matemáticas?

**Respuesta:** Cuando tenía nueve años estaba interesado por la ciencia juvenil: cómo funcionan los cohetes y cosas de este tipo, pero no me satisfacían las explicaciones para niños, así que cogí un libro de física de la biblioteca pública. No era capaz de entender nada y mi padre me dijo: “¡Claro que no puedes, tiene muchas matemáticas!” Entonces pregunté: “¿puedo estudiar matemáticas?” Estaba en 4º curso, así que mi padre me compró un libro de texto de este nivel. Ese fue el comienzo.

**P:** A partir de ahí, ¿cuándo se dieron cuenta de su especial talento para las matemáticas?

**R:** Muy poco después. Leí aquel libro en uno o dos días. Mi padre no se lo creía, así que me hizo una serie de preguntas para darse cuenta de que efectivamente lo había entendido. Entonces me compró un libro de texto de 5º curso, y lo leí en un par de días, y así sucesivamente, hasta que llegué al estudio de cálculo matemático, y eso me costó más tiempo, pero era un niño muy pequeño estudiando cálculo, así que era obvio que tenía talento.

**P:** No tardó mucho más en escribir su primer artículo científico, con tan solo 15 años, ¿cómo fue aquello?

**R:** En aquella época tenía una profesora de lógica matemática estupenda, Carol Karp, que nos habló del problema de determinar qué podrías decir si pudieras hablar con frases infinitamente largas, en particular, del número de cosas diferentes que se podían distinguir, dependiendo del tipo de infinito de la frase infinitamente larga. Yo tenía que presentar en clase una solución muy complicada que no era capaz de comprender, así que pensé una demostración propia, que luego resultó que podía generalizarse. Mi profesora me apoyó mucho y me empujó a trabajar más sobre ello para llevarlo más lejos; después me preguntó “¿porqué no lo escribes?” y finalmente: “mandémoslo a una revista y veamos qué sucede”. Lo aceptaron.

**P:** En ese momento ya acudía a la Universidad de Maryland, ¿verdad?

**R:** Sí. De pequeño vivía al lado de la universidad y cuando ya aprendí suficientes matemáticas, la escuela pública no podía ofrecerme nada más, los profesores de la Universidad

de Maryland, un gigantesco centro público, se interesaron en mí. Parte de mi educación fue salirme del sistema escolar e incorporarme a la universidad con catorce años.

**P:** ¿Asistía a las clases como cualquier otro alumno?

**R:** Hice muchos cursos de matemáticas y física, y quizás no los suficientes de filosofía y literatura. Además trabajaba fuera del aula en los problemas que los profesores me sugerían especialmente a mí. Si tenía cualquier duda podía recurrir siempre a ellos, lo viví como si tuviera un

ejército de profesores particulares, todos ellos fueron maravillosos y tuvieron un gran impacto en mí.

**P:** ¿Qué otras personas le han influido especialmente a lo largo de su carrera?

**R:** Mi director de tesis, Elias Stein, quien posiblemente sea el mejor profesor de matemática avanzada del mundo. Tuvo una gran influencia en lo que aprendí, que acabó formando mi gusto como

investigador, y además me enseñó a afrontar los complicados problemas con optimismo.

**P:** ¿Unos pocos años después de su tesis se convirtió en el catedrático más joven de la historia de EE UU, ¿podría hablarnos de aquella experiencia?

**R:** Fue estupendo. Normalmente, el proceso de obtención de la plaza de catedrático es muy difícil y sin embargo para mí sucedió instantáneamente: me doctoré en Princeton, tuve una plaza de ayudante allí durante un año, y después me convertí en profesor asociado en Chicago. En la primavera de mi primer año en Chicago me dieron la cátedra. Al principio fue un poco extraño por la diferencia de edad con el resto de profesores, pero fueron muy amables y en seguida todo empezó a transcurrir con normalidad.

**P:** ¿Qué sucedió después de eso?

**R:** Estuve en Chicago cuatro años, del 71 al 74, y después volví a Princeton, donde he permanecido desde entonces.

**P:** ¿Ya allí, en 1978, ganó la Medalla Fields, ¿qué significó esto en su carrera?

**R:** En el momento se tradujo en felicidad; era el mayor reconocimiento que podía tener. Después, en momentos en los que estaba totalmente atascado con un problema, como suele suceder de manera habitual, y durante un largo periodo de tiempo no conseguía resultados, para evitar deprimirme pensaba 'bueno, yo ya he ganado la Medalla Fields'.

**P:** ¿Durante todos estos años, ¿en qué áreas de las matemáticas ha trabajado?

**R:** Me han interesado particularmente el análisis clásico de Fourier, las ecuaciones en derivadas parciales, las funciones de varias variables complejas, la mecánica cuántica, la mecánica de fluidos, la interpolación y la extrapolación y algunos aspectos de la geometría diferencial.

**P:** Son muchos campos diferentes.

**R:** Sí. Si algo suena interesante y soy capaz de entenderlo lo suficiente como para poder empezar a pensar sobre ello, sigo adelante.

**P:** ¿Dentro de todas estas disciplinas, ¿cuáles diría que son sus mayores contribuciones?

**R:** En general mis resultados preferidos son los más recientes. Si tengo que escoger uno... hace mucho tiempo establecí la dualidad entre  $H^1$  y BMO. Es un resultado que me gusta mucho, ya que generalmente trabajo muy duro para intentar probar teoremas y las demostraciones

suelen ser muy complicadas, sin embargo este teorema es simple, la demostración es simple y el proceso que me llevó a descubrir ambas cosas fue corto y sencillo.

**P:** ¿Sobre qué trata?

**R:**  $H^1$  es un espacio de funciones analíticas en un disco, y BMO (oscilación de media acotada) son funciones de crecimiento muy lento. En ese momento, el concepto de BMO era muy interesante y tenía aplicaciones importantes, pero no parecía que tuviera nada que ver con las funciones analíticas, así que mi resultado fue una conexión inesperada entre estas dos cosas, que además resultó tener muchas aplicaciones.

**P:** ¿Cuál diría que es la aplicación más interesante de su trabajo?

**R:** La aplicación más práctica de mi trabajo es la idea de las waveletes [u ondículas]. Yo no las inventé, pero contribuí a su fundamentación matemática. Están basadas en algunos descubrimientos que hicimos un par de décadas antes de que se introdujera el concepto.

**P:** ¿Podría explicarnos qué son las waveletes?

**R:** Son una herramienta para romper señales complicadas en trozos más sencillos. Un modo estándar de hacer esto es expandiendo la señal con las series de Fourier.

**P:** ¿Qué son las series de Fourier?

**R:** Puedo explicarlo con una analogía: pensemos en la vibración de una cuerda, tiene una nota fundamental y un primer armónico, un segundo armónico, etc. Cada uno de estos es una vibración sencilla, todos juntos forman una vibración complicada: el sonido que emite la cuerda. La serie de Fourier de este sonido es la descomposición en notas puras y armónicos. Este análisis te permite entender de manera muy clara tu señal en términos de frecuencias, pero las ondas no están localizadas en el tiempo, es decir, duran para siempre. Por otro lado, si quieres tener una perfecta resolución en cuanto al tiempo, pierdes detalles en cuanto a frecuencias. Las waveletes son una manera de entender simultáneamente lo máximo posible en términos de resolución y frecuencia.

**P:** ¿Para qué se utilizan?

**R:** Se usan, entre otras cosas, en compresión de señales o en filtración de ruido en señales. Un ejemplo en un proyecto de recuperación de una de las primeras grabaciones de Brahms, en el que trabajaban matemáticos aplicados. Las cintas se escuchaban realmente mal, apenas podías distinguir la música, pero gracias al análisis con waveletes se pudo extraer un sonido bastante razonable y escuchar lo que Brahms estaba tocando. Pero tienen numerosas aplicaciones: no sé si se usan en la compresión de señales en la televisión de alta definición, pero si todavía no lo hacen seguro que en la próxima generación de aparatos lo harán.

**P:** ¿Cómo escoge las preguntas en las que trabaja?

**R:** Yo no escojo los problemas: ellos me escogen a mí. Si escucho hablar sobre un tema que interesa, no puedo parar de pensar en ello. Puede aparecer hablando con otros matemáticos, o simplemente pensando en mis cosas,

**“Yo no escojo los problemas: ellos me escogen a mí”**

## Entrevista

leyendo...

**P:** ¿Y después de 'ser escogido' por un problema, ¿cómo hace para resolverlo? ¿Cómo trabaja habitualmente?

**R:** Primero intento encontrar una versión simplificada del problema: ejemplos sencillos en los que la cuestión principal es posible y está presente, pero el resto de consideraciones secundarias no están. La idea es encontrar una escalera para trepar, e ir subiendo paso a paso. Suele ser demasiado difícil encontrar esta escalera, y habitualmente me quedo atascado por completo durante largos periodos de tiempo. Pero de repente surge una idea, y la idea está mal, lo que conlleva más tiempo, pero entonces tengo otra idea, que también está mal, pero llega el momento en el que hay suficientes ideas, y se equilibran entre ellas, se combinan y finalmente soy capaz de resolver esa versión sencilla del problema: avanzo el primer escalón. Después intento generalizar el problema, pero a veces en este proceso me caigo de la escalera, porque no me había dado cuenta de un error que estaba cometiendo. Desde luego, no es todo progreso.

**P:** ¿Cuál es el periodo más largo que le ha dedicado a un problema?

**R:** 15 años.

**P:** ¿En qué consistía?

**R:** Era una cuestión de mecánica cuántica: quería saber el porqué de la forma del átomo. Si lees un libro de texto te dirá que si juntas un protón y un electrón obtienes un átomo de hidrógeno. Pero si tienes  $10^{26}$  protones y  $10^{26}$  electrones en una caja nadie puede decirte por qué forman  $10^{26}$  átomos.

**P:** ¿Fue capaz de resolver el problema?

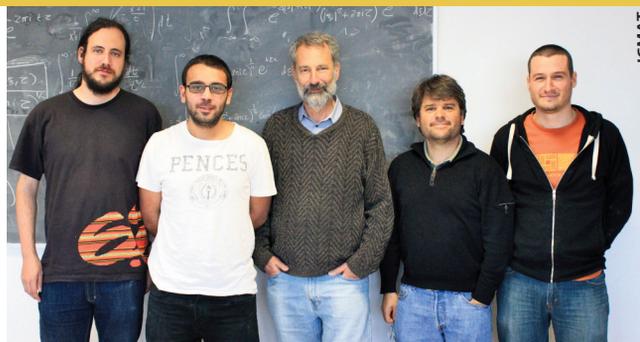
**R:** No. Estuve pensado en ello durante mucho tiempo, y no lo conseguí, de hecho todavía se desconoce el porqué. Fui capaz de demostrar que algunas constantes relacionadas cumplían ciertas propiedades, pero nada más.

**P:** ¿En qué está trabajando actualmente?

**R:** Este está siendo un periodo muy fructífero, estoy trabajando en varios problemas. Con el equipo del ICMAT investigamos en el campo de la mecánica de fluidos. Estudiamos una ecuación llamada la 'ecuación de la ola de agua', que es exactamente lo que puedes imaginarte: tienes agua y aire y quieres saber cómo se comporta la ola. Hace un año demostramos que la ola puede romper. Esto parece obvio, si vas a la playa y miras cómo rompen las olas en el mar, pero tal y como estaba definida la ecuación no hay fondo marino ni aire... así que hasta que nosotros lo probamos la gente pensaba que el fenómeno de la ruptura se daría de otra manera. En estas ecuaciones hay mucho contenido físico, pero no el suficiente. Ahora estamos intentando ver qué sucede en un modelo más realista, teniendo más en cuenta la física involucrada.

**P:** Dijo que también trabajaba en otros campos.

**R:** Sí, en varios, aunque no todos son fáciles de explicar, hablaré de los que sí se pueden describir. En interpolación y aproximación trato de ayudar a que se obtengan buenas conclusiones de los experimentos científicos. A partir de una gran cantidad de datos obtenidos en laboratorio, un experimentalista quiere saber cómo se relacionan la presión, la temperatura y la densidad en un cierto material, y yo le ayudo con herramientas matemáticas. También trabajo en ciertos aspectos de mecánica cuántica, sobre un material de dos dimensiones muy interesante llamado grafeno, forma-



De izquierda a derecha: Javier Gómez, Ángel Castro, Charles Fefferman, Diego Córdoba y Francisco Gancedo.

do por átomos de carbono dispuestos en pequeños hexágonos, con la simetría de un panal de abejas. Estamos intentando entender las matemáticas que explican ciertas propiedades físicas muy interesantes del material, como que, por ejemplo, si tomas una muestra adecuada de grafeno los electrones se pueden mover en el borde de izquierda a derecha sin resistencia, libres en el espacio, pero no se pueden mover de ninguna manera de derecha a izquierda.

**P:** También dedica parte de su tiempo a la educación matemática, ¿verdad?

**R:** Sí, en este momento tengo un estudiante de doctorado, pero disfruto enseñando matemáticas a todos los niveles: me divierto trabajando con mi doctorando, pero también enseñando cálculo básico. En Princeton suelo impartir un curso avanzado y otro de grado todos los años, habitualmente doy clase de Cálculo Básico, el curso más elemental de matemáticas en la universidad.

**P:** También ejerce la educación a nivel postdoctoral en el ICMAT- Laboratory, ¿qué puede contarnos de esta iniciativa?

**R:** Creo que es un buen modelo, y para mí está siendo una experiencia muy positiva. Me imagino que en otros laboratorios el papel del director, en parte, es gestionar los conflictos que se dan, pero yo no tengo que hacer nada de esto, todos se llevan muy bien, son muy inteligentes y es un placer trabajar con ellos. Puedo señalar algunos de mis mejores artículos que sé que no se hubieran escrito si no fuera por mi conexión con el equipo.

**P:** Es cierto que usted tiene una fuerte conexión con la comunidad matemática española, ¿cómo se inició?

**R:** Empezó cuando supervisé la tesis de Antonio Córdoba (ICMAT), cuando era un joven profesor en la Universidad de Chicago, y él un recién licenciado. Recuerdo estar aterrorizado por la responsabilidad de tutelar a un estudiante, y no sabía la suerte que tuve de que Antonio fuera el primero, era muy brillante. Como tampoco tenía nada con lo que comparar pensé: "vale, esto es ser tutor". Nos hicimos íntimos y trabajamos juntos, de hecho hemos escrito varios artículos entre los dos. Cuando Antonio regresó a España estableció contacto con estudiantes muy buenos, y mandó a algunos de ellos a Princeton. Tuve la suerte de trabajar con algunos de ellos, aunque algunos cometieron el terrible error de trabajar con otra gente, aunque bueno, está bien [risas]. Conocí a Diego Córdoba (ICMAT), el hijo de Antonio, cuando era un bebé, y he ido viéndole crecer. Estudió en Princeton y también hizo la tesis conmigo. Es un matemático brillante y ha hecho un trabajo de investigación estupendo, para mí fue muy natural empezar a trabajar con él y con todo el equipo.

## “Tenía claro desde los catorce años que mi futuro estaba determinado por las matemáticas”

**Andrea Jiménez.** Javier Gómez Serrano (1985, Madrid), es uno de los jóvenes investigadores del Instituto de Ciencias Matemáticas. Tras haber leído su tesis doctoral en julio de este año, dirigida por Diego Córdoba, también miembro del ICMAT, le espera una estancia postdoctoral de tres años en Princeton donde continuará con la línea de investigación que ha desarrollado en los últimos años en el Instituto. Pese a su juventud, ha publicado varios artículos científicos relacionados con los fluidos incompresibles en revistas de alto impacto, además de ser autor de textos de carácter divulgativo. Cuenta con más de una cincuenta de galardones, entre los que destaca el Tercer Premio Nacional Fin de Carrera que le fue otorgado en mayo de 2013. Comenzó su tesis en 2009, dentro del proyecto de Diego Córdoba sobre “dinámica y singularidades en fluidos incompresibles”, financiado por el European Research Council.

Gómez tenía claro desde los catorce años que su futuro estaba determinado por los teoremas, así que no dudó en matricularse en la carrera de Matemáticas; en 2009 se licenció por la Universidad Politécnica de Cataluña. Además, estudió simultáneamente la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones, que terminó ese mismo año, ya que según cuenta “eran los años de las telecomunicaciones” y pensaba que así se aseguraría una estabilidad profesional futura. También durante la carrera trabajó cuatro meses como ingeniero de software en Google en Dublín, ampliando sus conocimientos sobre sistemas de computación y redes. Al terminar, cursó un máster de Matemáticas y Aplicaciones en la Universidad Autónoma de Madrid, cuyo trabajo final se dedicó a la teoría de capa de límite y ecuación de Prandtl, gracias al cual logró el puesto de número uno de su promoción (2010).

Además de los seminarios, conferencias, jornadas y experiencia como docente en diversos talleres que suman su currículum, entre muchas de las actividades en las que ha participado, destaca su papel como colaborador en las Olimpiadas Matemáticas Españolas para las fases regional, nacional e internacional que tuvieron lugar del 2010 al 2013, así como en el ámbito internacional, formando parte del comité de elaboración de la prueba y tribunal evaluador del concurso “Southwestern Europe Regional Contest” del 2009 al 2011. También ha sido profesor edu-

cativo en el programa Estamalt, en Cataluña y Madrid, del que antes fue alumno de la primera promoción del proyecto.

En la actualidad forma parte de uno de los laboratorios del ICMAT, dirigido por Diego Córdoba y el catedrático de la Universidad de Princeton y medallista Fields (1978), Charles Fefferman, con quien dice haber disfrutado de una experiencia muy gratificante. “Fefferman tiene una visión muy amplia de las matemáticas y la sabe transmitir con mucha claridad. Es una fuente inagotable de ideas y, al contrario que otras personas, no tiene problemas de ego ni la necesidad de demostrar su superioridad. Es una

persona muy agradable tanto en el trato profesional como personal.” Su laboratorio está dirigido al estudio de problemas analíticos que provienen de la mecánica de fluidos; en particular la existencia o no de soluciones de modelos que describen la dinámica de fluidos incompresibles.

El equipo, que se completa con los investigadores Francisco Gancedo, Ángel Castro, Tania Pernas, Alberto Martín, Rafael Granero, además de Córdoba y Fefferman, se dedica en concreto a modelizar la mecánica de las olas del mar. Uno de sus resulta-

dos más recientes, sobre la formación de singularidades en la dinámica de interfases en un fluido incompresible, se publicó el año pasado en la prestigiosa revista científica *Annals of Mathematics*. “Conseguimos demostrar lo que uno ve en la playa: algunas olas rompen, es decir, después de un cierto tiempo la ola colapsa y la curva de la interfase del agua se toca a sí misma.” En un resultado previo el equipo probó que, por otro lado, existen ciertas soluciones de ecuaciones que tras un cierto tiempo giran. Ahora les gustaría seguir ahondando en sus resultados e ir más allá y demostrar que ciertas soluciones de ecuaciones comparten las dos propiedades antes mencionadas. El objetivo final es calcular las ecuaciones de las olas del mar. En su nueva etapa en el extranjero en la Universidad de Princeton, Gómez continuará trabajando junto a Fefferman y sus colaboradores actuales, prosiguiendo con la línea de problemas de mecánica de fluidos en la que lleva trabajando estos últimos años. Sus ambiciones, por el momento, se dirigen hacia seguir trabajando en lo que le gusta, que es dedicarse al mundo de la investigación y continuar disfrutando de ello.



Javier Gómez Serrano, uno de los jóvenes investigadores del ICMAT.

## “La investigación en matemáticas es parecido a explorar, a mapear una tierra desconocida”

Viktor L. Ginzburg (1962, Moscú Rusia) se graduó en el Instituto 57 de Moscú, una de las escuelas especializadas en matemáticas y otras ciencias puras. Allí fue donde se interesó seriamente por las matemáticas y decidió que quería ser matemático. Trabajó con Vladimir Arnold en Moscú durante un par de años cuando estaba en la universidad, pero obtuvo su doctorado en Berkeley, California, bajo la supervisión de Alan Weinstein. Actualmente es Catedrático en la Universidad de California en Santa Cruz (EE.UU.). Su trabajo de investigación se centra fundamentalmente en la Topología Simpléctica y el estudio sistemas dinámicos hamiltonianos. En concreto se ocupa del problema de la existencia de órbitas periódicas en sistemas dinámicos hamiltonianos, analizado sobre todo desde el punto de vista de la Topología Simpléctica.



Viktor Ginzburg es catedrático en la Universidad de California en Santa Cruz (EE.UU.)

**Pregunta:** ¿Por qué escogió estudiar matemáticas?

**Respuesta:** Quería estudiar ciencias. Lo que me atrajo de las matemáticas es que tiene ciencia con todo el rigor y la disciplina de la ciencia básica, pero la acción sucede en un dominio puramente intelectual, sin hacer uso de equipos o laboratorios. Puedes hacer matemáticas mientras das un paseo, o trabajando en tu estudio, y esto, al menos en teoría, te da un alto grado de independencia.

**P:** Aparte de las matemáticas, ¿qué otras actividades le gustan?

**R:** Me gusta mucho el senderismo, o simplemente dar paseos en un parque o al lado del mar. Me interesa la cocina y aprecio la buena comida, el buen vino y la buena compañía. No puedo decir que sea un lector ávido o muy serio, pero los libros enriquecen la vida de uno igual que las películas.

**P:** ¿Recomendaría una película, un libro o una obra de teatro?

**R:** Me gusta "Porco Rosso" y "Howl's Moving Castle" de Miyazaki. Iain (M.) Banks es uno de mis autores modernos favoritos. Disfruté mucho "The Bridge" y otros títulos de Banks de ciencia ficción, pero no me gustó "The Algebraist". Otro autor que me gusta mucho es Haruki Murakami.

**P:** ¿Cómo fue su primer encuentro con la investigación matemática?

**R:** En líneas generales fue frustrante. Aunque ya sabía algo de matemáticas, no tenía muchas habilidades y entendimiento de lo que supone la investigación, así que por un tiempo intenté resolver varios problemas por mi cuenta, sin ningún éxito. Eso sí, aprendí mucho de esta experiencia.

**P:** ¿Qué destacaría de sus primeros resultados en la investigación matemática?

**R:** Estar en un sitio donde nadie había estado antes. Todavía siento que hacer investigación en matemáticas es parecido a explorar, a mapear una tierra desconocida.

**P:** ¿Qué científico le ha impresionado más durante su trayectoria profesional?

**R:** Vladimir Igorevich Arnold me influyó profundamente en mis primeros años como investigador.

**P:** ¿Tiene algún teorema o fórmula que le guste especialmente?

**R:** La fórmula de Gauss-Bonnet. Es el origen de mucha de la geometría del siglo XX.

“Vladimir Igorevich Arnold me influyó profundamente en mis primeros años como investigador”

P: ¿Cuál es su libro matemático preferido?

R: "Topology from the Differentiable Viewpoint" y "Characteristic Classes" de John Milnor y "Mathematical Methods of Classical Mechanics" de Vladimir Arnold.

P: ¿Cómo describiría en pocas palabras sus trabajos de investigación?

R: Trabajo en la interfaz entre la dinámica y la geometría simpléctica. Gran parte de mi trabajo reciente es sobre órbitas periódicas en sistemas hamiltonianos.

P: ¿Qué problema matemático cree que suponga el mayor reto actual?

R: Es una pregunta muy difícil por hay muchos problemas muy desafiantes. Prácticamente cualquier pregunta abierta interesante e importante es un gran reto, si no, no seguiría sin respuesta.

P: ¿Sobre qué temas matemáticos fuera de su campo le gustaría aprender?

R: Me interesan aspectos de análisis y combinatoria duros. Para mí, el análisis duro es una herramienta, pero creo que hay una belleza impresionante en algunos argumentos analíticos cuando vas más allá de los tecnicismos. En cuanto a la combinatoria, no estoy seguro que sea un tema, pero desde luego es una herramienta muy útil.

P: ¿Qué interacción entre las distintas ramas de las matemáticas cree que será más fructífera en el futuro?

R: En realidad yo dudo de que haya una división de

las matemáticas en 'ramas'. Puede que esta visión fuera introducida por alguien hace tiempo por motivos de contabilidad, o para la enseñanza. Seriamente, cuando ves a los grandes matemáticos, ellos trabajan y piensan fuera de estas divisiones. Volviendo a tu pregunta, claramente la interacción entre la matemática y la física ha sido tremendamente fructífera, y lo seguirá siendo todavía en el futuro. Desde luego, empezó con la geometría pero ahora las influencias han ido más allá y creo que nuevos desarrollos de álgebra van a venir de esto.

P: ¿Tiene algún mensaje o algún consejo a dar a los jóvenes matemáticos?

R: Es tremendamente importante tener un buen tutor: escoger un tutor que no se adapta a ti por cualquier motivo es una de las cosas que puede arruinar tu carrera matemática antes de haberla empezado. Es bueno trabajar en un área activa, donde hay muchas ideas bullendo y muchas cosas sucediendo. Estos campos suelen ser inevitablemente muy técnicos y es necesario manejar bien la maquinaria que requieren. También es importante ser paciente: hacer matemáticas interesantes y difíciles requiere paciencia y esfuerzo. Pero básicamente, hagas las matemáticas que hagas, lo estás haciendo por ti mismo, así que si no te lo estás pasando bien hay algo que no funciona.

“Hacer matemáticas interesantes y difíciles requiere paciencia y tiempo”

**Mathematics of Planet Earth 2013**  
A Joint Initiative of North American Mathematics Institutes

Earth is a planet with dynamic processes in the mantle, oceans and atmosphere creating climate, causing natural disasters, and influencing fundamental aspects of life and life-supporting systems. In addition to these natural processes, humans have developed systems of great complexity, including economic and financial systems; the world wide web; frameworks for resource management, transportation and health care delivery; and sophisticated social organizations. Human activity has increased to the point where it influences the global climate, impacts the ability of the planet to feed itself and threatens the stability of these systems. Issues such as climate change, sustainability, man-made disasters, control of diseases and epidemics, management of resources, and global integration have come to the fore.

To meet these many challenges, Mathematics of Planet Earth 2013 will include programs on:

- Weather, climate, and environment
- Health, human and social services
- Planetary resources
- Population dynamics, ecology and genomics of species
- Energy utilization and efficiency
- Connecting the Planet together
- Geophysical processes
- Global economics, safety and stability

Other partners from North America and around the world are invited to join. For further details, including information regarding call for proposals, see the website.

[www.mpe2013.org](http://www.mpe2013.org)

Logos: American Institute of Mathematics, Institut für Mathematik an der Universität Bonn, Centre de Recherches Mathématiques, DIMACS, ICMAT, Institute for Mathematics and its Applications, University of Missouri, IPAM, mbi, MITACS, MSRI, NIMBioS, Pacific Institute for the Mathematical Sciences, samsi.

# Diferenciación de integrales en dimensiones mayores

**Autores:** Javier Parcet y Keith M. Rogers (Instituto de Ciencias Matemáticas, ICMAT).

**Título original:** Differentiation of integrals in higher dimensions.

**Fecha de publicación:** Marzo de 2013

**Fuente:** Proceedings of the Natural Academy of Sciences (PNAS), vol. 110, no. 13.

**DOI:** [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1218928110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1218928110)

El Teorema Fundamental del Cálculo de Leibniz y Newton afirma que, en una dimensión, diferenciar es la operación inversa de integrar, es decir, que toda función continua integrable verifica que la derivada de su integral es igual a ella misma. Lebesgue generalizó el resultado a funciones no continuas. En este artículo, publicado en la revista Proceedings of the Natural Academy of Sciences en marzo de 2013, Javier Parcet y Keith M. Rogers, investigadores del ICMAT, analizan esta situación en dimensiones mayores que uno. Empleando un argumento de densidad estándar, el problema se reduce a acotar los operadores maximales en ciertas direcciones.

Tales operadores aparecen en distintas áreas como la teoría geométrica de la medida o el análisis armónico, donde controlan el comportamiento de la fórmula de inversión de Fourier. La transformada de Fourier codifica la información de una señal en sus frecuencias, y su inversa, en caso de que exista, realiza el proceso contrario, es decir, reconstruye la señal a partir de las frecuencias resultantes. Para volver a la forma original se pueden sumar las frecuencias de distintas maneras, en cubos o en bolas por ejemplo, y por tanto, en la existencia de la inversión entra en juego la geometría de la superficie. En particular, los operadores maximales en las direcciones normales a la superficie son fundamentales en el análisis del comportamiento de esta fórmula. El problema de caracterizar los conjuntos de direcciones para los cuales los operadores maximales direccionales están acotados ya estaba resuelto en dos dimensiones, donde las direcciones están contenidas en el círculo unidad centrado en el origen.

Parcet y Rogers analizan el caso de dimensión tres y superiores. En dimensión tres las direcciones están incluidas en la esfera, donde no hay un orden definido (es decir, no sabemos si una dirección viene antes o después que otra, mientras que esta noción sí existe en el círculo), lo que hacía difícil incluso imaginar la respuesta.

Sin embargo, en éste artículo los autores han caracterizado las direcciones cuyos operadores maximales asociados están acotados, en cualquier dimensión finita. Este

resultado no cierra por completo el problema porque sería deseable tener una caracterización más descriptiva. No obstante, es la primera vez que se ha podido caracterizar de manera general, hasta ahora solo se conocían ejemplos particulares.

## Differentiation of integrals in higher dimensions

Javier Parcet and Keith M. Rogers<sup>1</sup>

Instituto de Ciencias Matemáticas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universidad Autónoma de Madrid-Universidad Carlos III de Madrid-Universidad Complutense de Madrid), 28049 Madrid, Spain

Edited by Charles L. Fefferman, Princeton University, Princeton, NJ, and approved February 5, 2013 (received for review November 12, 2012)

**We prove a localization principle for directional maximal operators in  $L^p(\mathbb{R}^n)$ , with  $p > 1$ . The resulting bounds, which we conjecture hold for the largest possible class of directions, imply Lebesgue-type differentiation of integrals over tubes that point in the given directions.**

fundamental theorem of calculus | lacunary directions | maximal operators

**F**or a set of directions  $\Omega$  in the unit sphere  $S^{n-1}$ , the directional maximal operator  $M_{\Omega}$  is defined by

$$M_{\Omega}f(x) = \sup_{\omega \in \Omega} \sup_{r > 0} \frac{1}{2r} \int_{-r}^r |f(x - t\omega)| dt.$$

If  $\Omega$  consists of a single direction and  $p > 1$ , the boundedness of  $M_{\Omega}$  from  $L^p(\mathbb{R}^n)$  to  $L^p(\mathbb{R}^n)$  follows from the work of Hardy and Littlewood (see the first theorem in ref. 1). This allows one to conclude, loosely speaking, that the derivative in that direction inverts the integral. When  $\Omega$  is a finite set, a fundamental problem is to find optimal bounds for the operator norm of  $M_{\Omega}$  as a function of the cardinality of  $\Omega$  and  $p$ . Allowing  $\Omega$  to be infinite, one can also ask for geometric properties of the directions that ensure boundedness. In two dimensions, with directions in  $S^1$ , the questions have been answered with remarkable accuracy (see refs. 2–4 for the first question; refs. 5–8 for the second question; or refs. 9–11, which address the two questions in a unified way). However much less is known in higher dimensions (see refs. 12–14 for the first question and refs. 7 and 15 for the second).

For a fixed  $\sigma \in \Sigma(n) = \{(j, k) : 1 \leq j < k \leq n\}$  we consider sequences  $(\theta_{\sigma, j})_{j \in \mathbb{Z}}$  that satisfy  $0 < \theta_{\sigma, j+1} \leq \lambda_{\sigma} \theta_{\sigma, j}$  with lacunary constant  $0 < \lambda_{\sigma} < 1$ , and for an orthonormal basis  $(e_1, \dots, e_n)$  we divide the directions into the sets

$$\Omega_{\sigma, j} = \left\{ \omega \in \Omega : \theta_{\sigma, j+1} < \left| \frac{\omega_j}{\omega_i} \right| \leq \theta_{\sigma, j} \right\}.$$

With  $n = 3$ , these sets consist of the directions that lie in the union of four segments that meet along the axis perpendicular to  $e_j$  and  $e_k$ . As  $|\lambda_j|$  gets larger, the segments become thinner and accumulate at the hyperplanes perpendicular to  $e_j$  and  $e_k$ . The partition is completed by including the directions contained in these hyperplanes  $\Omega_{\sigma, \infty} = \Omega \cap (e_j^\perp \cup e_k^\perp)$ . Writing  $\Sigma^* = \Sigma \cup \{\infty\}$ , we prove the following localization principle (see ref. 16 for a different type of one-dimensional localization).

**Theorem.** Let  $n \geq 2$  and  $p > 1$ . Then

$$\|M_{\Omega}\|_{p \rightarrow p} \leq C \sup_{\sigma \in \Sigma^*} \sup_{\omega \in \Omega_{\sigma, j}} \|M_{\Omega_{\sigma, j}}\|_{p \rightarrow p},$$

where  $C$  depends only on  $n, p$ , and the lacunary constants  $\lambda_{\sigma}$ .

Note that the reverse inequality, with  $C = 1$ , holds trivially. This recalls the separation of dyadic frequency scales provided by the Littlewood–Paley–Stein theory (1). A difference is that we have many partitions instead of just one; however, we will see that this is unavoidable and the supremum over partitions must be taken over the whole of  $\Sigma$ . We will also see that the segments

cannot accumulate away from the hyperplanes perpendicular to the orthonormal basis vectors.

As with the almost orthogonality principle of Alfonseca in two dimensions (17), we recover the best known results for the second question in higher dimensions. Nagel and coworkers (7) proved the  $L^p$  boundedness of the maximal operator associated to the directions  $\{(\theta_{\sigma, j}^{(1)}, \dots, \theta_{\sigma, j}^{(n)})\}_{j \in \mathbb{Z}}$ , where  $0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_n$  and  $0 < \theta_{\sigma, j+1} \leq \lambda_{\sigma} \theta_{\sigma, j}$  with lacunary constant  $0 < \lambda < 1$ . We can apply the theorem with  $\theta_{\sigma, j} = \theta_{\sigma, j}^{(k)}$ , where  $\sigma = (j, k)$ , reducing the problem to that of a single direction. Note that it makes no difference if the directions are normalized to live on the unit sphere or not. On the other hand, Carbery (15) proved that the maximal operator associated to the directions  $\{(\theta_{\sigma, j}^{(1)}, \dots, \theta_{\sigma, j}^{(n)})\}_{j \in \mathbb{Z}}$  is  $L^p$  bounded with  $p > 1$ . Taking  $\theta_{\sigma, j} = 2^{-j}$ , the resulting sets of directions  $\Omega_{\sigma, j}$  are restricted to  $(n-1)$ -dimensional hyperplanes, so that by choosing a suitable basis and applying Fubini's theorem, we reduce to the  $(n-1)$ -dimensional problem. Iterating the process we end up with isolated directions as before.

In higher dimensions, it is not sufficient to constrain the angles between an infinite number of directions if they are to give rise to a bounded maximal operator. However, the theorem suggests a definition of lacunarity that gives rise to bounded maximal operators in general. An orthonormal basis of  $\text{span}(\Omega) = \mathbb{R}^n$  and lacunary sequences  $(\theta_{\sigma, j})_{j \in \mathbb{Z}}$  define partitions  $\{\Omega_{\sigma, j}\}_{j \in \mathbb{Z}}$  for each  $\sigma \in \Sigma(n)$ . We call such a choice of  $\theta_{\sigma, j}$  a partition of order  $L$  if there is a dissection for which the sets  $\Omega_{\sigma, j}$  are lacunary of order  $\leq L-1$  for all  $j \in \mathbb{Z}^*$  and  $\sigma \in \Sigma(n)$ , with uniformly bounded lacunary constants. According to this definition, the Nagel–Stein–Wainger directions are lacunary of order 1 and the Carbery directions are lacunary of order  $n-1$ . By repeatedly applying the theorem as before,  $M_{\Omega}$  is  $L^p(\mathbb{R}^n)$  bounded, with  $p > 1$ , whenever  $\Omega$  is lacunary of finite order. This extends the two-dimensional result due to Sjögren–Sjölin (8) (the union of  $K$  sets of directions of lacunary order  $L$  with respect to their definition is lacunary of order  $2KL+1$  with respect to ours).

Bateman (18) proved that, with  $1 < p < \infty$ , these are the only sets that give rise to bounded maximal operators in two dimensions. We conjecture that this is also true in higher dimensions. In support of this, the orthogonal projections onto two-dimensional subspaces of the directions which give rise to bounded maximal operators must be lacunary of finite order, and one can characterize the sets of directions that give rise to bounded maximal operators using a class which is related to our finite-order lacunary class. The proofs of these results will not appear here.

After a suitably fine finite splitting of the directions, the operator  $M_{\Omega}$  can be composed with one-dimensional Hardy–Littlewood maximal operators to dominate a constant multiple of the maximal operator  $M_{\Omega}$  defined by

Author contributions: J.P. and K.M.R. designed research, performed research, and wrote the paper.

The authors declare no conflict of interest.

This article is a PNAS Direct Submission.

<sup>1</sup>To whom correspondence should be addressed. E-mail: keith@rogers@icmat.es

[www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1218928110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1218928110)

PNAS | March 26, 2013 | vol. 110 | no. 13 | 4941–4944

Primera página del artículo científico original publicado en PNAS.

Los Autores



Javier Parcet

**Javier Parcet** (Madrid, España, 1975) es Científico Titular del ICMAT, donde desarrolla el proyecto del Consejo Europeo de Investigación (ERC) Starting Grant en “Noncommutative Calderón-Zygmund theory, operator space geometry and quantum probability”, que obtuvo en 2010. Parcet se licenció y doctoró en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Madrid en 2003, obteniendo el Premio Nacional de Estudios Universitarios y el Premio a la Tesis Doctoral. Después de tres periodos postdoctorales en Texas A & M University, la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign y Centre de Recerca Matemática de Barcelona, se incorporó al ICMAT en 2006. Entre otras distinciones, aparte de la ERC-SG, ha sido galardonado con una posición de Investigador Ramón y Cajal en el 2005, así como el premio José Luis Rubio de Francia en 2006.

El área principal de investigación de Parcet es el análisis armónico en espacios no conmutativos. La aparición de la mecánica cuántica a principios del siglo XX - más en concreto la mecánica matricial de Heisenberg-destapó la necesidad de extender diversas teorías matemáticas a espacios no conmutativos. Parcet se ocupa de generalizar el análisis armónico a este tipo de espacios, para lo que utiliza herramientas de otras áreas de las matemáticas, como la probabilidad, el análisis funcional o la geometría. Algunos de estos resultados tienen impacto en física teórica y teoría de información cuántica.

En la investigación de Parcet el análisis armónico no conmutativo se entremezcla con la probabilidad cuántica y la teoría del espacio de operadores. Sus resultados más significativos son la demostración, junto al matemático Marius Junge (Universidad de Illinois) de dos problemas abiertos planteados por G. Pisier sobre la geometría en espacios  $L_p$  no conmutativos y sus recientes resultados relacionados con multiplicadores de Fourier y operadores de Calderón-Zygmund en grupos álgebras de von Neumann, en los que trabaja dentro de su proyecto del ERC.

**Keith Rogers** (Kilmarnock, Escocia, 1977) es investigador contratado con el proyecto ERC-Starting Grant “Restriction of the Fourier transform with applications to the Schrödinger and wave equations”, que obtuvo en 2011. Terminó la licenciatura de Matemáticas en la



Keith Rogers

Universidad de Edimburgo en 1999, galardonado con la medalla de Napier. En 2000 obtuvo el máster de la Universidad de Cambridge, recibiendo el premio del Tripos en matemáticas del Trinity College. En 2004 se doctoró en la UNSW, de Sídney (Australia) bajo la dirección del profesor Michael Cowling. Finalmente, después de estancias en Pisa, Gotemburgo y la Universidad Autónoma de Madrid se incorporó al ICMAT (Madrid) con un contrato Ramón y Cajal hace cinco años.

Rogers trabaja en diversos problemas de análisis matemático, muchos de ellos relacionados con el análisis armónico.

Uno de los problemas principales de este campo es describir las funciones por las cuales el proceso de Fourier -descomponer armónicamente para luego recomponer- funciona. Dicho de otra manera, se trata de identificar las cualidades de las funciones que permiten recomponer la transformada de Fourier (que codifica las partes armónicas de la función). Trabaja en ciertos problemas que han sido resuelto satisfactoriamente en dos dimensiones, en los que queda mucho por hacer en tres dimensiones (el espacio en cual vivimos) y en cuatro dimensiones (incluyendo la dimensión del tiempo).

Uno de los objetivos mas ambiciosos del proyecto del ERC de Rogers es avanzar en estos temas vinculando el proceso de Fourier con la ecuación de Schrödinger que subyace la mecánica cuántica.

## María Pe, premio José Luis Rubio de Francia, se incorpora al ICMAT

María Pe Pereira, ganadora del Premio José Luis Rubio de Francia 2012 al mejor matemático español joven, se incorpora al Instituto de Ciencias Matemáticas con un contrato posdoctoral este mes de septiembre. Pe Pereira (Burgos, 1981) se ha convertido en la primera mujer en obtener este reconocimiento que otorga la Real Sociedad Matemática Española (RSME). Esta investigadora se licenció y doctoró en Matemáticas en la Universidad Complutense de Madrid. Su tesis doctoral, dirigida por el investigador del ICMAT Javier Fernández de Bobadilla, se tituló "On Nash Problem for Quotient Surface Singularities" y demostraba la validez de la conjetura enunciada por John Nash, quien



Tras un periodo de formación en París, Pe vuelve ahora a España con un contrato posdoctoral en el ICMAT.

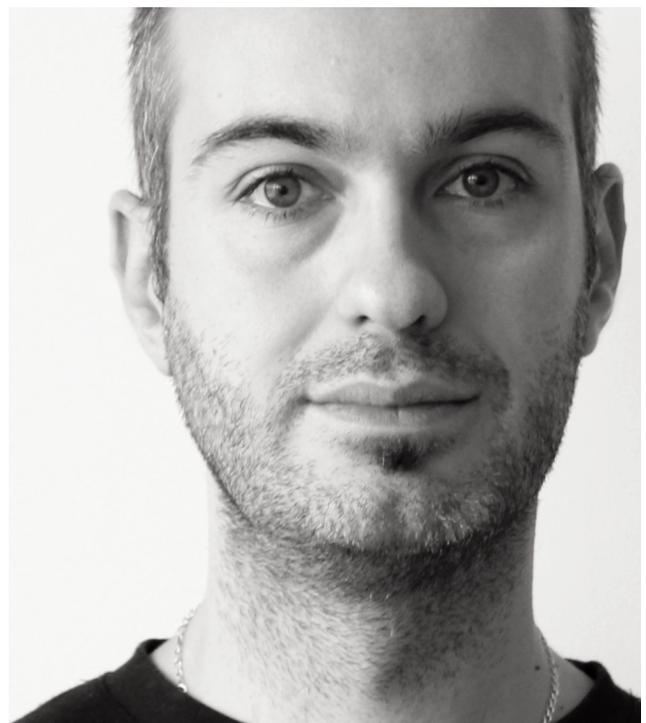
inspiró la película "Una mente maravillosa" y recibió el Premio Nobel de Economía 1994, para el caso particular de las superficies cocientes. Este famoso matemático enunció a mediados de los años sesenta una conjetura relacionada con el concepto matemático de singularidad, un objeto matemático que aparece en fenómenos con cambios instantáneos de comportamiento. Fernández de Bobadilla redujo el problema a uno geométrico que María Pe Pereria consiguió resolver en su tesis para esta clase importante de singularidades. En 2012 los matemáticos españoles publicaron sus resultados en la revista *Annals of Mathematics*, demostrando que Nash tenía razón.

## Daniel Peralta, investigador del ICMAT, recibe una ERC Starting Grant

Daniel Peralta, investigador Ramón y Cajal en el ICMAT, consiguió el pasado junio una beca Starting Grant, concedida por el European Research Council (ERC), dotada con 1.260.000 euros, para el desarrollo de nuevas herramientas matemáticas con las que estudiar los fenómenos turbulentos.

Daniel Peralta trabaja en técnicas matemáticas que describen las trayectorias de cada partícula dentro del fluido, y las estructuras que las líneas de movimiento forman en este caos. El proyecto de Peralta es ambicioso y la investigación propuesta tiene consecuencias y aplicaciones en el campo de la física y la ingeniería.

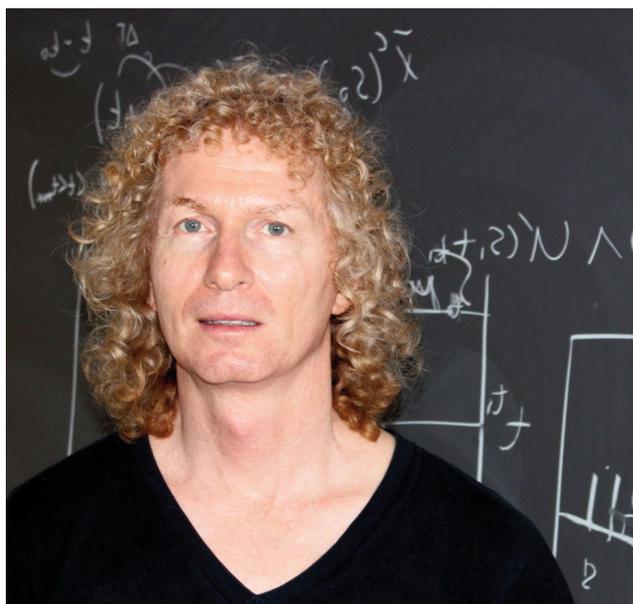
Es un trabajo muy interdisciplinar dentro de las matemáticas, ya que combina técnicas de sistemas dinámicos, geometría diferencial, topología diferencial y análisis de ecuaciones en derivadas parciales, entre otras áreas. Con él ya son seis los investigadores del ICMAT que cuentan con estas prestigiosas ayudas del ERC, con lo que el centro encabeza la lista europea en el campo, por encima de universidades como Oxford o Cambridge.



Daniel Peralta es investigador Ramón y Cajal en el ICMAT.

## Comienza el Laboratorio ICMAT liderado por el catedrático de la Universidad de Bristol, Stephen Wiggins

El 1 de julio llegó a España Stephen Wiggins, catedrático de Matemática Aplicada en la Universidad de Bristol (Reino Unido), para poner en marcha el último Laboratorio del ICMAT. Así se completa la primera fase de este programa, que consiste en formalizar acuerdos con prestigiosos matemáticos para liderar proyectos de investigación en el Instituto de Ciencias Matemáticas y que está financiado por el programa Severo Ochoa de excelencia científica del Instituto. Wiggins trabaja en el desarrollo de herramientas matemáticas en áreas muy interdisciplinares, como la oceanografía o la química. Es experto en identificar áreas de la ciencia que necesitan nuevos avances matemáticos o computacionales para seguir adelante. Y a partir de ahí, trabaja sobre el problema con el respaldo, por ejemplo, de la Office of Naval Research americana. Una de sus principales áreas de investigación ha sido el estudio del transporte de fluidos, tanto en corrientes oceánicas como en reacciones químicas, que será el tema central del Laboratorio. Como actividad del programa, durante el mes de julio Stephen Wiggins, junto a Ana María Mancho (investigadora del ICMAT), aprovechó para impartir uno de los cursos de la Escuela JAE de Matemáticas de iniciación a la inves-



Stephen Wiggins es catedrático en la Universidad de Bristol.

tigación para estudiantes de grado. El proyecto de Laboratorios ICMAT es pionero en España y cuenta con matemáticos líderes mundiales en sus campos entre los que hay un medallista Fields y catedráticos de las Universidades de Oxford, Princeton, Illinois y California.

## Los matemáticos Manuel de León y Juan Luis Vázquez, nuevos miembros numerarios de la Real Academia de Ciencias

El pasado 28 de mayo de 2013 la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (RAC) española incluyó entre sus 54 académicos numerarios a Manuel de León Rodríguez, director del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), y a Juan Luis Vázquez, Premio Nacional de Investigación y Catedrático de Matemática Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). También se seleccionó como académico correspondiente extranjero en la misma sesión a Terence Tao, Profesor de la Universidad de California en los Ángeles (UCLA) y Medallista Fields en 2006. “Esto supone un gran enriquecimiento para la RAC”, declaró Jesús M. Sanz-Serna, director de la Sección de Matemáticas de la Academia y profesor de la Universidad de Valladolid.

“Ambos matemáticos son personas muy relevantes en la comunidad científica española”, prosigue. Juan Luis Vázquez es el matemático español más citado según la web de publicaciones científicas Web of Knowledge

(WOK). “Es una referencia mundial en el campo de las ecuaciones parabólicas no lineales”, afirmaba Sanz-Serna. Por su parte, De León ha hecho importantes y numerosas contribuciones a la geometría diferencial, con muchas ramificaciones también a la teoría de control y a la mecánica clásica, entre otras áreas. “Además, ha prestado numerosos servicios a la comunidad española científica e internacional, muy singularmente en la organización del Congreso Internacional de Matemáticos, el ICM2006 de Madrid”, señalaba Sanz-Serna.

De León es académico correspondiente de la RAC desde 2005, pero esta nueva distinción le permitirá tomar parte en las reuniones y en las decisiones de la institución. Aunque las sesiones científicas suelen ser públicas, para tomar parte en la actividad ordinaria de la academia y poder votar hace falta ser numerario. De León y Vázquez darán su discurso de recepción el próximo año, sobre temas relacionados con su investigación.

## Alberto Enciso , investigador del ICMAT, reconocido como el mejor matemático aplicado joven de España

Alberto Enciso, investigador Ramón y Cajal en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), recibió el pasado agosto el Premio al Joven Investigador 2012 de la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA). Enciso trabaja en ecuaciones en derivadas parciales (EDPs) que surgen de problemas de la física, en campos como los fluidos, la mecánica cuántica, la cosmología y la electrostática. "Las EDPs importantes en física también lo son en matemáticas", asegura Enciso. "Al analizar las ecuaciones que aparecen en estos campos se descubren hechos importantes sobre la realidad; y al mismo tiempo, son las ecuaciones básicas con las que han evolucionado las matemáticas", prosigue. Es el cuarto investigador del ICMAT que consigue el premio, tras Marco Fontelos, Diego Córdoba y Jorge Cortés.

Enciso es el primero en recibir los dos grandes reconocimientos para jóvenes matemáticos en España: hace poco más de un año obtuvo también el premio al matemático joven de la Real Sociedad Matemática Española (RSME). Estos premios subrayan la versati-



Alberto Enciso, investigador Ramón y Cajal en el ICMAT.

lidad de Enciso, sus demostraciones de resultados difíciles e importantes, y también su desarrollo de técnicas útiles para áreas tan diversas como la física matemática, las ecuaciones en derivadas parciales y la geometría diferencial.

## Agenda

**Escuela y Taller sobre temas de Álgebras de Operadores y Aplicaciones**  
Del 2 al 6 de septiembre 2013  
Lugar: ICMAT, Campus de Cantoblanco, Madrid (España)

**Mes de la Teoría de las Singularidades**  
Del 9 al 27 de septiembre 2013  
Lugar: ICMAT y La Cristalera, Miraflores de la Sierra, Madrid

**Fundación Europea de la Ciencia-Talleres Exploratorios Nuevos Enfoques para Varios Valores de Zeta**  
Del 30 de septiembre al 2 de octubre de 2013  
Lugar: ICMAT

**Múltiples Valores Zeta, Múltiples Polylogaritmos y la Teoría Cuántica de Campos**  
Del 7 al 11 de octubre de 2013  
Lugar: ICMAT

**XX Encuentro de Topología**  
Del 26 al 26 de octubre de 2013  
Lugar: ICMAT

**Matemáticas y Ciencias de la Tierra: Perspectivas Globales y Locales**  
Del 4 al 8 de noviembre de 2013  
Lugar: ICMAT

**Congreso de Aspectos Simpléctica de Sistemas Dinámicos (CRM-ICMAT)**  
Del 11 al 15 de noviembre de 2013  
Lugar: ICMAT

**Nuevas tendencias en la combinatoria algebraica y geométrica**  
Del 27 al 29 de noviembre de 2013  
Lugar: ICMAT

**deLeonfest 2013**  
Del 16 al 19 de diciembre de 2013  
Lugar: ICMAT

### Escolares midieron el radio de la Tierra como lo hizo Eratóstenes

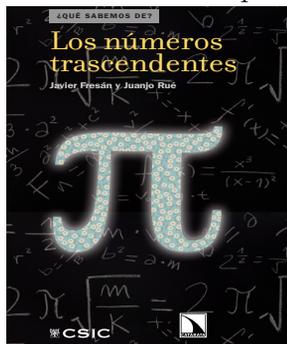
Igual que se conmemoran muchos eventos históricos, el pasado 19 de junio el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en colaboración con las Mediatecas Municipales de Alcobendas y el colegio Público Luis Buñuel de Alcobendas, participó en una actividad internacional para celebrar la medida del radio de la Tierra que hizo Eratóstenes hace 2200 años. Cientos de escolares se convirtieron en pequeños científicos y midieron el ángulo que se forma en el solsticio de verano en tres ciudades diferentes: Madrid, Lyon y Alejandría, donde se hizo originalmente una de las mediciones. Tras

una conferencia impartida por David Martín de Diego, investigador del ICMAT, alumnos de 4º, 5º y 6º de primaria del colegio Público Luis Buñuel de Alcobendas repitieron la medición. Al día siguiente los escolares compararon en una videoconferencia los datos recogidos (es decir, el ángulo observado) y conocida la distancia en meridiano de las ciudades, calcularon el tamaño de la Tierra. Este es el segundo año que el ICMAT participa en esta actividad destinada a que los más pequeños aprecien el poder del ingenio y experimenten por ellos mismos el quehacer científico.

### Juanjo Rué y Javier Fresán presentaron su libro "los números trascendentes"

Juanjo Rué, investigador del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) y Javier Fresán, estudiante de doctorado en la Universidad París 13 presentaron el pasado mes de junio el libro divulgativo "Los números trascendentes" editado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Ediciones La Catarata. "El hilo argumental de nuestro libro es un problema clásico de las matemáticas, que todo matemático debería de conocer", afirma Juanjo Rué. A pesar de ello, para entender bien el porqué de toda la historia, se debe tener una serie de conocimientos avanzados. "Nuestro propósito es explicar este resultado poniendo más énfasis en las ideas que en la técnica, y en el camino explorar algunos de los objetos matemáticos más de moda en la investigación

actual en teoría de números", prosigue el investigador. El resultado es una interesante obra de divulgación que el lector puede disfrutar en varios niveles: siguiendo superficialmente la narración y saltando algunos episodios más profundos o entrando a entender todas las explicaciones, armado de lápiz y papel.



"Los números trascendentes", Juanjo Rué y Javier Fresán.  
Colección ¿Qué sabemos de?. CSIC y Ediciones La Catarata, 2013 (Madrid)  
Número de páginas: 128  
Precio: 12 euros.  
ISBN: 978-84-00-09672-4

# ICMAT

Boletín trimestral  
Instituto de Ciencias Matemáticas  
Número 3. III Trimestre 2013

Edición:  
ICMAT

C/ Nicolás Cabrera, nº 13-15  
Campus de Cantoblanco, UAM  
28049 Madrid SPAIN

#### Comité editorial:

Manuel de León  
Ágata A. Timón  
Carlos Vinuesa  
Kurusch Ebrahimi Fard

#### Producción:

Divulga S. L.  
C/ Diana 16 - 1º C  
28022 Madrid

#### Coordinación:

Ignacio F. Bayo  
Andrea Jiménez  
Ágata Timón

#### Diseño:

Andrea Jiménez  
Lorena Cabeza

#### Colaboran:

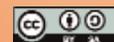
Carlos Escudero  
Javier Parcet  
Keith Rogers

#### Fotografías:

ICMAT

#### Traducción:

Jeff Palmer



ICMAT Creative Commons

# ICMAT

Boletín del Instituto de Ciencias Matemáticas

Suscríbete en [https://listas.csic.es/www/subscribe/newsletter\\_icmat](https://listas.csic.es/www/subscribe/newsletter_icmat)



**ICMAT**

**Instituto de Ciencias Matemáticas**

**[www.icmat.es](http://www.icmat.es)**

Campus Cantoblanco UAM  
Madrid (España)

Síguenos en:



Instituto de Ciencias  
Matemáticas ICMAT



@\_ICMAT

