

## ¿Quiénes son los conferenciantes españoles del ICM?

Como la mayoría de nuestros lectores saben, este verano se celebra por primera vez en España el *International Congress of Mathematicians* (ICM Madrid 2006), el mayor evento de la matemática mundial. Entre el 22 y el 30 de agosto contaremos en Madrid además con la destacable participación de once conferenciantes invitados españoles (uno de ellos conferenciante plenario):



- Juan Luis Vázquez de la Universidad Autónoma de Madrid,
- Antonio Ros de la Universidad de Granada,
- Xavier Tolsa del ICREA de Universitat Autònoma de Barcelona,
- Rafael de la Llave de The University of Texas at Austin, Austin, EEUU,
- Luis Vega de la Universidad del País Vasco, Bilbao,
- Juan J.L. Velázquez de la Universidad Complutense de Madrid,
- Marcos Mariño del CERN, Genève, Suiza,
- Francisco Santos de la Universidad de Cantabria, Santander,
- Enrique Zuazua de la Universidad Autónoma de Madrid,
- Vicent Caselles de la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona
- David Nualart de la Universitat de Barcelona y de The University of Kansas, Lawrence, EEUU.

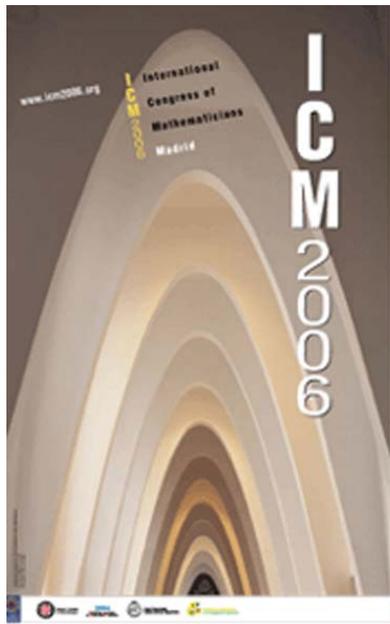
Para contrastar la importancia de la cifra de conferenciantes invitados españoles cabe recordar que hasta esta edición solamente habíamos contado con la intervención del profesor Jesús M. Sanz Serna como conferenciante invitado en el ICM de 1994 en Zurich.

Desde LA GACETA DE LA RSME hemos querido aproximarnos a estos matemáticos y que compartan con nosotros esta experiencia y su visión de situación actual de las matemáticas. Para ello, tras una breve presentación de cada uno de ellos, les hemos propuesto el siguiente cuestionario común:

1. ¿Podrías resumir, para los lectores de LA GACETA, el contenido de tu conferencia en el ICM 2006?
2. Nos gustaría conocer algunos aspectos de tu investigación (grupo de investigación, temas, relación con otros investigadores, posibles aplicaciones...).
3. ¿Cuáles son los problemas, a tu juicio, más interesantes en tu área y en las matemáticas en general?
4. ¿Cómo ves el futuro de la matemática española tras el ICM 2006?
5. ¿Quieres realizar algún comentario adicional?

La redacción de LA GACETA lamenta no poder ofrecer, por diversas razones, los testimonios de dos de ellos y agradece a todos los conferenciantes su colaboración con nuestra revista. Muchas gracias.

Además hemos incluido una entrevista con Jesús M. Sanz Serna al final de este artículo.



## Juan Luis Vázquez

Universidad Autónoma de Madrid, Madrid  
Conferenciante Plenario

### Nonlinear diffusion, from analysis to physics and geometry

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nacido en Oviedo el 26 de julio de 1946. Estudios de Telecomunicación en la ETSIT de Madrid, 1964-69. Licenciado en matemáticas por la UCM 1973. Doctor en Matemáticas por la UCM 1979. Catedrático de Matemática Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid, 1986. Especialidad: ecuaciones en derivadas parciales no lineales y sus aplicaciones a la física y la ingeniería.

He hecho estancias prolongadas en Minnesota (como Fulbright Scholar), Paris, Roma, Univ. Texas entre otras universidades, y he visitado decenas de centros de investigación, entre ellos Princeton y Berkeley. En los años de hierro de la formación de la matemática española viajar era como una religión de obligado cumplimiento.

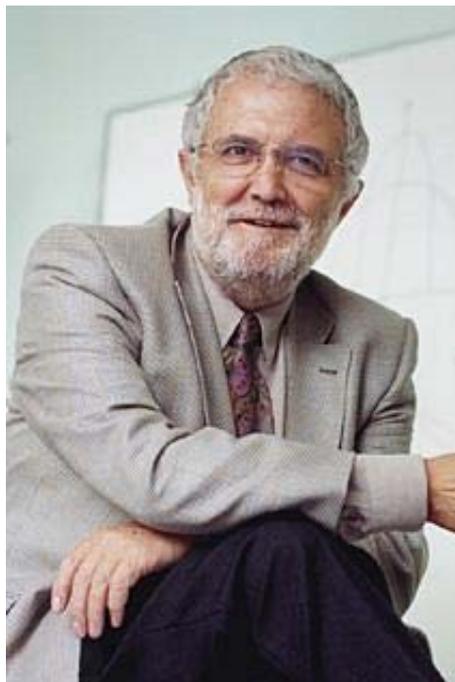
He dirigido 10 tesis doctorales y mis alumnos siguen activos en matemáticas. He escrito numerosos artículos, algunos de los más queridos yo solo, pero casi todos en colaboración. He colaborado con científicos de la talla de H. Brezis, L. Caffarelli, P. Benilan, D. Aronson, G. Barenblatt, P.L. Lions, L. Peletier y otros numerosos autores de más de 15 países. Y con un buen número de españoles. He hecho mi parte de política científica: por ejemplo, he sido Presidente de SEMA de 1996-98 y he participado en la organización del Año Mundial de las Matemáticas 2000 que fue una experiencia inolvidable.

He escrito en los últimos años diversos artículos de divulgación sobre las matemáticas, su papel en la ciencia y la sociedad y sobre mis temas de investigación.

He publicado un libro de investigación y dos están en prensa; otro vive en Internet. He dedicado tiempo e interés para organizar congresos y workshops y he editado varios libros de actas.

La fortuna sonrío a veces: Highly Cited Scientist 2003, Premio Nacional de Investigación en Matemáticas Julio Rey Pastor en 2003.

Hobbies: los idiomas, la montaña con la familia, leer y viajar.



## BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

J.L. VÁZQUEZ, A strong maximum principle for some quasilinear elliptic equations, *Appl. Math. Optim.* **12** (1984) 3, 191–202.

P. BÉNILAN, L. BOCCARDO, T. GALLOUËT, R. GARIEPY, M. PIERRE, J.L. VÁZQUEZ, An  $L^1$ -theory of existence and uniqueness of solutions of nonlinear elliptic equations, *Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa Cl. Sci. (4)* **22** (1995) 2, 241–273.

V.A. GALAKTIONOV, J.L. VÁZQUEZ, Continuation of blowup solutions of nonlinear heat equations in several space dimensions, *Comm. Pure Appl. Math.* **50** (1997) 1, 1–67.

H. BREZIS, J.L. VÁZQUEZ, Blow-up solutions of some nonlinear elliptic problems, *Rev. Mat. Univ. Complut. Madrid* **10** (1997) 2, 443–469.

J.L. VÁZQUEZ, An introduction to the mathematical theory of the porous medium equation. *Shape optimization and free boundaries (Montreal, PQ, 1990)*, 347–389, NATO Adv. Sci. Inst. Ser. C Math. Phys. Sci., 380, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1992.

J.L. VÁZQUEZ, E. ZUAZUA, The Hardy inequality and the asymptotic behaviour of the heat equation with an inverse-square potential, *J. Funct. Anal.* **173** (2000) 1, 103–153.

M. ESCOBEDO, J.L. VÁZQUEZ, E. ZUAZUA, Asymptotic behaviour and source-type solutions for a diffusion-convection equation. *Arch. Rational Mech. Anal.* **124** (1993) 1, 43–65.

V.A. GALAKTIONOV, J.L. VÁZQUEZ, Asymptotic behaviour of nonlinear parabolic equations with critical exponents. A dynamical systems approach, *J. Funct. Anal.* **100** (1991) 2, 435–462.

L.A. CAFFARELLI, J.L. VÁZQUEZ, A free-boundary problem for the heat equation arising in flame propagation, *Trans. Amer. Math. Soc.* **347** (1995) 2, 411–441.

J.L. VÁZQUEZ, Nonexistence of solutions for nonlinear heat equations of fast-diffusion type, *J. Math. Pures Appl. (9)* **71** (1992) 6, 503–526.

## RESPUESTAS:

1. Mi conferencia se titula en inglés *Perspectives in Nonlinear Diffusion. Between Analysis, Physics and Geometry*. En una primera parte se describe brevemente el papel que juegan las ecuaciones en derivadas parciales de la clase llamada “ecuaciones de difusión no lineales” en diversas ramas de las matemáticas y de las aplicaciones. Estas ramas van desde el área matemática más próxima, las ecuaciones en derivadas parciales, y la aplicación más conocida, la propagación del calor, hasta otras en principio menos evidentes. Así, uno se topa de pleno con el análisis funcional a través de la teoría de semigrupos y la existencia de soluciones abstractas; la aplicación a la física de filtraciones conduce a los hermosos problemas de frontera libre y con ellos a la geometría de los cambios de fases, lo que lleva aparejadas cuestiones de teoría geométrica de la medida; la modelización de la evolución de superficies por curvatura lleva a problemas de difusión no lineal geométrica de los que son famosos los problemas de Ricci y Yamabe; el tratamiento de imágenes conduce a problemas

de contra-difusión cuando se quiere resaltar los contornos de las imágenes. Y un largo etcétera.

En una segunda parte, que es aquella en que se entra en más detalles, expongo mis contribuciones a la teoría de un tipo de estas ecuaciones llamadas ecuaciones de medios porosos, ecuaciones de difusión rápida y ecuaciones de difusión logarítmica. Son temas en los que he venido trabajando con mis alumnos y colaboradores durante varios decenios y que estarán descritos próximamente en dos volúmenes que publicará Oxford University Press. En mi conferencia selecciono algunos resultados que pueden tener interés como cultura general matemática: (i) el teorema central del límite no lineal, usualmente llamado convergencia asintótica a los perfiles de Barenblatt, (ii) los diversos conceptos de solución generalizada que pugnan por el favor de los especialistas, (iii) la convexidad asintótica de los flujos no lineales, (iv) la inexistencia de soluciones por colapso instantáneo en la difusión super-rápida y (v) la evolución anómala de las distribuciones atómicas (es decir, deltas de Dirac) bajo la difusión logarítmica.

**2.** Nuestro grupo de investigación en la UAM se ocupa de manera consistente de las ecuaciones parabólicas no lineales y algunas de sus aplicaciones a la Física y la Ingeniería. Hay varios proyectos paralelos en el Departamento trabajando en temas afines y ello es una gran ayuda, la famosa “masa crítica” es fundamental para tener la mente abierta, para no cerrarse en la rutina (y la desesperación).

*La famosa “masa crítica” es fundamental para tener la mente abierta, para no cerrarse en la rutina (y la desesperación).*

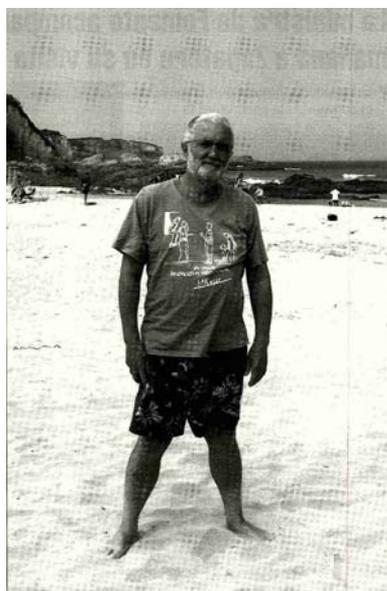
Yo profesionalmente me considero una persona compleja y creo que ello me ha ayudado mucho. Formado como ingeniero, he dedicado mi vida a la matemática que viene de las aplicaciones pero que es en el fondo matemática clásica, es decir, conjeturas, teorías y teoremas. Creo que he mantenido toda mi vida un acusado interés por muchas cosas, desde mis intereses de joven por la topología, el análisis funcional y los sistemas dinámicos, pasando luego por toda clase de procesos mecánicos que describen las ecuaciones diferenciales (la enorme herencia de Newton que se extiende por ejemplo a los fluidos) y tantas otras cosas. Pero en la práctica investigadora he aplicado con mis colaboradores el lema de “zapatero a tus zapatos” y nos hemos ocupado de las ecuaciones elípticas y parabólicas de la difusión no lineal, de las fronteras libres y de los fenómenos de explosión. Puede parecer muy especializado pero la verdad es que ser competente en estos reducidos campos es un gran reto. Creo que lo estamos cumpliendo “con una pequeña ayuda de nuestros muchos amigos” (de dentro y de fuera del país).

**3.** Una parte es “business as usual”: tenemos un proyecto español en ecuaciones en derivadas parciales de la difusión y problemas de reacción difusión

que provocan explosión en tiempo finito. Al nivel europeo colaboramos con unos grupos que hacen teoría geométrica de ecuaciones diferenciales y otros que estudian las ecuaciones diferenciales de los procesos cinéticos. Ahora me intereso con un grupo de más reciente formación por problemas de ecuaciones no lineales en variedades geométricas.

Dado que he pasado casi dos años demasiado ocupado escribiendo libros, mi principal aspiración es usar el tiempo libre, del que al parecer dispondré el año próximo, en leer cuestiones novedosas de las muchas que se hacen en mi entorno (muchas de ellas en España) y que enlazan con el mundo de la difusión: imágenes, ecuaciones de transporte, flujos en variedades, nuevos modelos de blow-up o singularidades, cuestiones de fluidos... Y esperar lo que el destino traiga. ¡Además de leer LA GACETA, que no se hace en media hora!

¿En qué hubiera querido trabajar? Hace tiempo que con mis limitadas fuerzas hago un poco lo que quiero. No sé si es una buena respuesta pero es así. Bueno, me hubiera gustado ser más profesional con mis idiomas.



*No dudo que las matemáticas en España nos pueden dar muchas satisfacciones y podemos ser muy útiles al país.*

4. El desarrollo de la matemática española ha sido espectacular en los últimos 30 años y yo estoy muy contento e incluso orgulloso de ello. Es casi increíble en un país donde se suponía que no dábamos una al derecho en las ciencias y que pasábamos el día protestando. Digamos lo sabido: en la investigación se partía de niveles muy modestos; recuerdo bien como empezaron a funcionar hacia 1980 (algo antes) numerosos grupos que pretendíamos copiar lo mejor de lo que habíamos visto en otros países (sobre todo en Francia y EEUU, pero no sólo) y pensábamos adaptar la “planta” de la investigación al suelo nacional si se podía. Hoy día esta tarea está hecha, existen grupos numerosos con las tendencias más diversas que conocen lo que se hace en el mundo; los mejores de ellos son a su vez conocidos y citados. Las publicaciones o participaciones en congresos dan buena prueba de ello. Todo ello se ha hecho a golpe de esfuerzo, individualismo y unos cuantos dineros del MEC y la UE, y sin mucha jerarquía (que yo nunca eché a faltar).

Ha habido mucho debate recientemente sobre nuevos rumbos y retos, lo cual es sano y prueba que hay inquietud y ganas. Pero no todo lo que se oye es en mi opinión útil o necesario y habría que ser prudente antes de cambiar de rumbo. Yo creo que si se persevera en una línea de “sabio compromiso” (cantidad y calidad, concentración y diversidad, ser sociables pero defender la feliz iniciativa individual, fiarse sobre todo del propio trabajo; y mucha humildad) que acabamos de empezar, el futuro pueden ser 10 años más de progreso continuado (¡al menos yo pienso trabajar al mismo ritmo y disfrutarlo otros diez años D.m.!).

5. Mi declaración de fe en el papel de las matemáticas:

*Me considero un elemento más de la inmensa cadena de matemáticos, científicos e ingenieros que trabajan desde hace más de 300 años para hacer realidad el sueño de Galileo y Newton: explicar el mundo que nos rodea en clave matemática. En 1623 Galileo escribe palabras bien conocidas de todos nosotros: “El libro de la Naturaleza está escrito en clave matemática”. Es una propuesta que resultó ser revolucionaria y que, tras el paso deslumbrante de Newton por este mundo, tuvo un éxito que aún dura. La clave de que habla Galileo son las leyes matemáticas que, primero la física y luego las otras ciencias van poniendo en pie. Una legión de matemáticos ven cómo sus números, figuras y funciones permiten montar los modelos del mundo real: la mecánica de sólidos y fluidos, la electricidad y el magnetismo, la energía, el calor y las ondas; todo parece estar implícito en las **leyes, fórmulas y números**. El siglo XX corona este esfuerzo intelectual y el nuevo siglo se presenta lleno de los nuevos y fantásticos retos de la sociedad de la información, la imagen y la nanotecnología.*

Espero que el ICM sea un gran éxito y que lo disfrutemos. No dudo que las matemáticas en España nos pueden dar muchas satisfacciones y podemos ser muy útiles al país si nos dedicamos de corazón a hacer lo que podemos hacer bien: buscar problemas interesantes y establecer conjeturas; hacer cálculos y probar teoremas; escribir y enseñar cosas difíciles en lenguaje claro y convincente.

Deseo muchos éxitos a los editores de la revista y a los lectores, y sobre todo, que no nos falten ni los problemas ni la ilusión por resolverlos.

---

## Antonio Ros

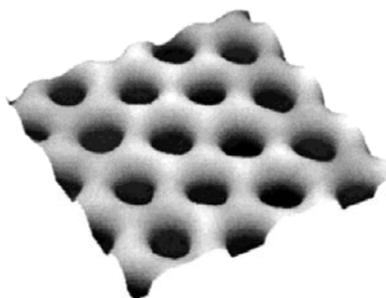
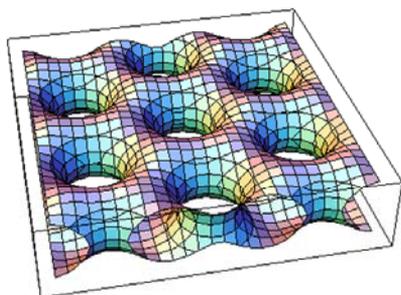
Universidad de Granada, Granada

Conferenciante invitado en la sección de Geometría

### Minimal surfaces and isoperimetric problems

RESEÑA BIOGRÁFICA: Mi área de investigación es el Análisis Geométrico. Mi interés se centra en aquellos problemas en los que la Geometría Diferencial Clásica y las Ecuaciones en Derivadas Parciales se dan la mano: la teoría de superficies mínimas, el problema isoperimétrico y otros tipos de superficies que aparecen tanto en matemáticas como en las demás ciencias.

En nuestro último trabajo se determinan las soluciones estables del problema isoperimétrico doblemente periódico. Éste resultado justifica teóricamente las fases que aparecen, a escala muy pequeña, cuando se mojan ciertas superficies planas con una finísima capa de líquido (de la misma forma que la famosa propiedad isoperimétrica de la esfera predice la forma de las pompas). En la figura adjunta podemos ver, a la izquierda el modelo matemático y a la derecha el fenómeno físico<sup>1</sup>.



<sup>1</sup>Figura tomada de P. Lenz, C. Bechinger, C. Schäfle, P. Leiderer & R. Lipowsky, Perforated wetting layers from periodic patterns of lyophobic surface domains, *Langmuir* 17 (2001) 7814–7822.

## RESPUESTAS:

1. El título es “Superficies mínimas y problemas isoperimétricos”. Los problemas de minimización del área ocupan un lugar importante en matemáticas. En mi charla, intentaré explicar algunos de los avances recientes en este campo así como presentar posibles líneas de trabajo para el futuro.

2. El grupo de geometría de Granada está reconocido internacionalmente. Por suerte, contamos con un equipo de jóvenes investigadores muy preparados y con una gran vocación.

La geometría diferencial mantiene relaciones fluidas y asentadas con muchas otras ramas de las matemáticas y en cuanto a sus aplicaciones, estamos hablando de una herramienta potente, flexible y conectada estrechamente a las ciencias naturales y al mundo de la tecnología.

3. Estoy interesado, entre otros problemas, en el estudio de las interfaces periódicas que aparecen en los sistemas nanoestructurados. Creo que la geometría juega un papel importante en este campo en donde están planteados grandes retos, tanto a nivel teórico como práctico.

4. Nos encontramos en un momento delicado. Es previsible que en los próximos años aparezcan nuevas estructuras que modifiquen en parte la forma en la que los matemáticos españoles nos organizamos, financiamos nuestra investigación, incorporamos alumnos a nuestros equipos, damos prioridad a unas actividades sobre otras, a unos temas sobre otros, etc. Asuntos todos ellos de gran trascendencia. Lo fundamental es que estemos de acuerdo en que es prioritario apoyar a los jóvenes y apostar decididamente por la investigación de alto nivel.

*Es previsible que en los próximos años aparezcan nuevas estructuras que modifiquen en parte la forma en la que los matemáticos españoles nos organizamos, financiamos... es prioritario apoyar a los jóvenes y apostar decididamente por la investigación de alto nivel.*

---

## Xavier Tolsa

ICREA - Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra  
 Conferenciante invitado en la sección de Análisis  
**Analytic capacity, rectifiability, and the Cauchy integral**

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Barcelona el 2-11-1966.

Estudié Ingeniería Industrial en la Universitat Politècnica de Catalunya. Posteriormente me interesé por las matemáticas, y me licencié en la Universitat de Barcelona en 1994. Leí mi tesis doctoral en matemáticas en 1998, en la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), bajo la dirección de Mark Melnikov.

Durante algunos años disfruté de un contrato Ramón y Cajal, y actualmente soy Profesor de Investigación en ICREA y estoy adscrito a la UAB. Mi investigación se ha centrado en diversas cuestiones sobre la integral de Cauchy, la capacidad analítica, y la teoría de Calderón-Zygmund con medidas no doblantes.

En 2002 se me concedió el premio Salem y en 2004 uno de los premios de la Sociedad Matemática Europea por mis trabajos sobre la capacidad analítica, en particular por la demostración de la semiaditividad de la capacidad analítica.

Cuando no estoy pensando en matemáticas estoy con mi mujer y mis dos hijas.



RESPUESTAS:

1. Se dice que un conjunto compacto  $E$  del plano complejo es evitable para las funciones analíticas acotadas si para cualquier abierto  $U$  del plano, toda función analítica en  $U \setminus E$  tiene una extensión analítica a todo  $U$ . La capacidad analítica es una noción que, en cierto sentido, mide la evitabilidad. En particular,  $E$  es evitable si y solo si su capacidad analítica es nula.

El llamado problema de Painlevé (planteado hace aproximadamente 100 años) consiste en caracterizar los conjuntos evitables para las funciones analíticas acotadas en terminos geométricos. Recientemente se han obtenido numerosos resultados en conexión con este antiguo problema.

También se ha demostrado que la capacidad analítica de la unión de dos compacto es menor o igual que la suma de las respectivas capacidades analíticas multiplicada por una constante universal (es decir, la capacidad analítica es semiaditiva).

En mi charla revisaré estos resultados y otras cuestiones relacionadas con la transformada de Cauchy, las transformadas de Riesz, y la rectificabilidad.

**2.** Yo trabajo fundamentalmente con matemáticos de la UAB (Joan Mateu, Mark Melnikov, Joan Orobítg, y Joan Verdera). Pero también mantengo contactos frecuentes con matemáticos de universidades extranjeras, como por ejemplo Paris-Sud (Guy David), Helsinki (Pertti Mattila), Los Angeles (John Garnett), etc.

La investigación que yo realizo es tipo básico, y por tanto no tiene aplicaciones directas a la tecnología (al menos por ahora, que yo sepa).

**3.** En este momento estoy trabajando en problemas relacionados con la capacidad analítica en dimensiones superiores a 2, que involucran ciertos operadores conocidos como transformadas de Riesz en  $\mathbb{R}^n$ . Las técnicas desarrolladas para el caso del plano complejo no funcionan en dimensiones superiores y se requieren nuevas ideas.

A mí me gustan los problemas que mezclan análisis de Fourier o análisis complejo con teoría geométrica de la medida. Que acabe trabajando en un problema u otro depende en parte de mis preferencias, pero también de mi entorno (de lo que pueda aprender de mis compañeros, por ejemplo).

**4.** Bien. El ICM 2006 es una buena oportunidad para dar a conocer a la comunidad matemática, y a la sociedad en general, que en España se realiza una buena investigación en matemáticas, y que estamos en un buen camino.

*En España se realiza una buena investigación en matemáticas y estamos en un buen camino.*



## Rafael de la Llave

The University of Texas at Austin, Austin, EEUU

Conferenciante invitado en la sección de

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Sistemas Dinámicos

### Some recent progress in geometric methods for the instability problem in Hamiltonian mechanics

RESEÑA BIOGRÁFICA: Completé la licenciatura en Física en la Universidad Complutense en 1979 y el doctorado en Matemáticas en Princeton 1983. Estancias postdoctorales en Minnesota, IHES, *Asistant prof.* en Princeton y profesor permanente en Univ. of Texas at Austin desde 1989. He tenido lazos con el grupo de sistemas dinámicos de Barcelona y con otros grupos en España. Del 2002 hasta el 2006 he sido profesor visitante del ICREA. Recibí una *Centennial Fellowship* de la AMS en 1995.

Aparte de mi investigación en matemáticas, estoy orgulloso de haber sido organizador de MP\_ARC, el primer archivo electrónico de *preprints* y de ser editor desde sus inicios de *Experimental Mathematics* y de *MPEJ*. También colaboro como editor en otras revistas.

#### BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

L. A. CAFFARELLI, R. DE LA LLAVE, Plane-like minimizers in periodic media, *Comm. Pure and Appl. Math.* **54** (2001) 1403–1441.

X. CABRÉ, E. FONTICH, R. DE LA LLAVE, The parameterization method for invariant manifolds: I manifolds associated to non-resonant invariant spaces, *Indiana Univ. Math. Jour.* **52** (2003) 2, 283–328.

D. CÓRDOBA, C. FEFFERMAN, R. DE LA LLAVE, On squirt singularities in hydrodynamics, *SIAM Jour. Math. Anal.* **36** (2004) 1, 204–213.

A. GONZÁLEZ, À. JORBA, R. DE LA LLAVE, J. VILLANUEVA, KAM theory without action-angle variables, *Nonlinearity* **18** (2005) 2, 855–896.

A. DELSHAMS, R. DE LA LLAVE, T. M. SEARA, A geometric mechanism for diffusion in Hamiltonian systems overcoming the large gap problem: Heuristics and a rigorous verification on a model, *Memoirs AMS* **179** (2006) 844, vii + 141 pp.

M. GIDEA, R. DE LA LLAVE, Topological methods in the instability problem of Hamiltonian systems, *Discrete and Continuous Dynamical Systems A.* **14** (2006) 2, 295–328.

A. HARO, R. DE LA LLAVE, Manifolds on the verge of a hyperbolicity breakdown, *Chaos* **16** (2006) 012130.

#### RESPUESTAS:

1. Es un trabajo conjunto con A. Delshams, M. Gidea y T. M. Seara.

Cuando se perturba débilmente un sistema mecánico sin fricción pueden suceder dos cosas: Que la perturbación se promedie o que se acumule. Lo difícil es distinguir cuando se da cada caso.

Consideremos un oscilador armónico. Si lo forzamos con su frecuencia natural, hay resonancia y las perturbaciones no se promedian sino que se acu-

mulan. Un análisis más detallado muestra que si la frecuencia es un múltiplo racional de la frecuencia natural, entonces no se promedia.

Lo interesante del péndulo es que la frecuencia depende de la energía, así que si se gana energía, entonces se llega a una región donde todo se promedia y no se puede ganar más. Este argumento fue hecho riguroso por Kolmogorov Arnold y Moser en los años 60, quienes demostraron que siempre hay órbitas que persisten si las frecuencias tienen propiedades de teoría de números llamadas diofánticas (un número es diofántico si una aproximación racional muy precisa tiene que tener denominadores grandes).

Cuando consideramos sistemas más complicados –por ejemplo dos péndulos acoplados– el argumento KAM no se aplica y es posible ganar energía con perturbaciones periódicas arbitrariamente pequeñas. Hay un ejemplo muy famoso de Arnold en el 64.

Nuestro trabajo demuestra que el fenómeno descubierto por Arnold en ejemplos muy particulares es un fenómeno más general de lo que se pensaba. Hemos encontrado un mecanismo que, cuando está presente, hace inevitable ganar energía con perturbaciones arbitrariamente pequeñas. Las condiciones que encontramos son muy explícitas así que si ganar energía es bueno (como en un satélite que quiere moverse usando la fuerza de los planetas o en un reactor químico que quiere mezclar reactivos) se puede aprovechar. Si el ganar energía es malo, (por ejemplo en un aparato que trata de confinar el plasma, o en un reactor químico que trata de confinar reactivos) hay que diseñar el aparato para que no esté presente.

Queda mucho trabajo por hacer. Se sabe que hay otros mecanismos y queda ver cuan generales son. Hay mucha experimentación numérica y física que tiene que ser explicada.

**2.** Siempre me ha gustado cambiar de problemas y mirar problemas sugeridos por la física. En USA no hay grupos estables. Hay muchos visitantes y la gente cambia. Tengo casi unos 40 colaboradores de más de una docena de países.

Creo que es esencial que se siga la pista de los problemas que son importantes y que se mantenga una relación fluida con todo lo demás.

**3.** Me gusta trabajar en varios temas. En sistemas dinámicos, el eje de mi trabajo es encontrar objetos invariantes y luego aprovecharlos para ver cómo eso afecta la dinámica global. Hay muchos aspectos: variedades normalmente hiperbólicas, teoría KAM, variedades lentas y luego los problemas más globales que envuelven geometría simpléctica. El apoyo de los cálculos numéricos es muy importante y a la vez, las matemáticas llevan a mejores cálculos.

También sigo dándole vueltas a los problemas de interfaces, ondas de agua, cavidades electromagnéticas, cosas relacionadas con el estado sólido, y con el cálculo de variaciones. Me está atrayendo mucho el volver a estudiar la renormalización y algunas cuestiones de teoría de números y de probabilidad.

Afortunadamente, he estado siempre en instituciones que animan a seguir la pauta en la que se ven oportunidades de progreso. Así que las únicas limi-

taciones han sido mis capacidades y el tiempo disponible. Claro, me habría gustado tener más de los dos (y un poco más de pelo, ya puestos a pedir).



*Mi trabajo es encontrar objetos invariantes y luego aprovecharlos para ver cómo eso afecta la dinámica global.*

4. Desde que salí de España en el 79, es algo irreconocible. Cosas que antes parecían sueños, ahora son rutina. Hay muchos matemáticos españoles a nivel internacional y hay bastante más financiación y apoyo a la investigación. Cuando comparto con algunos alumnos una tarde, me llena de satisfacción que les sorprendan los problemas que había hace 30 años (por ejemplo, en aquellas épocas, el problema de la emigración eran los que se tenían que ir, no los que venían).

A pesar de las mejoras espectaculares, quedan aún telarañas de autoritarismo. Falta la discusión y la comparación científicas. Hay que leerse los artículos, comparar y discutir. (La alternativa propuesta ahora en España de tratar ISI-Thomson como oráculo divino me parece muy mala).

El sistema de contratación, reclutación y promoción en España me parece que aún es escandalosamente inadecuado. España sigue sin aceptar científicos extranjeros apenas. Hay más endogamia que hace 30 años, y hay más medidas (plazos absurdamente cortos y trámites absurdamente complicados) para proteger esa endogamia. Hay muy poca transparencia en la administración y la gente se ve tentada a hacer pasillo en vez de teoremas para conseguir estar en el ajo y avanzar en su carrera. Queda el reto de la compatibilidad con Europa, que parece importante, pero que no he logrado entender.

El impresionante progreso que se ha hecho a pesar de los problemas que quedan (son muchos menos de los que había). Eso me hace optimista de que en cuanto se retiren estas cortapisas artificiales, se va a llegar más lejos de lo que nos podemos imaginar.

5. Gracias a LA GACETA. Hace 30 años no me habría imaginado una revista tan sólida hecha en España.

## Luis Vega

Euskal Herriko Unibertsitatea, Bilbao  
Conferenciante invitado en la sección de  
Ecuaciones en Derivadas Parciales

### The initial value problem for nonlinear Schrödinger equations

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Madrid en 1960 y desde 1993 soy profesor en la Universidad del País Vasco. Me licencié en 1982 en la Universidad Complutense de Madrid. Miguel de Guzmán, que es en definitiva el causante de que me inclinara por el Análisis, me animó a hacer el doctorado en la Universidad Autónoma de Madrid donde él se había incorporado ese año. Defendí la tesis en 1988 bajo la dirección de Antonio Córdoba Barba. Tengo un recuerdo muy agradable de esos seis años.



#### RESPUESTAS:

1. Título: “El problema de valores iniciales para las ecuaciones no lineales de Schrödinger”. Hablaré sobre un programa de trabajo que he desarrollado con Carlos Kenig y Gustavo Ponce, que empezamos en 1993 y que hemos completado el año pasado, con la colaboración de Christian Rolvung. Se trata de un método general y bastante versátil de resolver ecuaciones no lineales de Schrodinger, que es una ecuación universal que describe, entre otras cosas, cómo evolucionan en el tiempo las ondas dispersivas, es decir, aquellas cuya velocidad depende de su frecuencia. Por tanto, y en contraposición a las ondas electromagnéticas o acústicas, la velocidad de propagación no está acotada. Nuestro trabajo hay que entenderlo como un resultado de estabilidad de muchos modelos matemáticos que describen situaciones físicas donde dichas ondas están presentes.

2. Toda mi labor científica está ligada de una manera u otra a la ecuación de Schrodinger y sus afines. Existen dos versiones, una lineal y otra no lineal, y las dos me interesan. En la vertiente lineal, ya en mi tesis probé que aunque el modelo es reversible en el tiempo las soluciones de la ecuación muestran un fenómeno regularizante, esto es, en promedio las soluciones mejoran con el tiempo. La tesis se llamaba “Ecuación de Schrodinger; la función maximal y los operadores de restricción”. La función maximal a la que se refiere el título fue introducida por L. Carleson, reciente premio Abel. La propiedad de regularidad de la que hablo tiene como una consecuencia simple mejorar el resultado de Carleson en dimensiones mayores que dos. Este resultado de

mi tesis, obtenido también e independientemente por P. Sjolín, no ha sido mejorado hasta la fecha. En dimension dos ha habido avances gracias a los trabajos de C. Kenig, A. Ruiz, J. Bourgain, A. Moyua, T. Tao, A. Vargas y yo mismo entre otros. También gracias a los resultados de mi tesis empecé a trabajar con Kenig y Ponce en Chicago en 1988, en una colaboración que se mantiene aún en la actualidad y que ha sido y es sin lugar a duda una de mis mejores experiencias. Uno de los primeros resultados relevantes que obtuve con ellos fue completar el estudio de la estabilidad del solitón u onda/ola viajera, llamada así porque es una ola que se propaga sin pérdida de forma ni velocidad durante periodos muy largos de tiempo. Este fenómeno fue descrito por primera vez por el ingeniero escocés John Scott-Russell en 1834, y aparece en numerosos contextos. Se aprovecha, por ejemplo, para enviar ondas a través de fibra óptica sin que se distorsionen ni interfieran. La ecuación que gobierna este fenómeno concreto fue deducida por Korteweg y de Vries en 1895. En este caso la velocidad depende cuadráticamente de la frecuencia y no linealmente como en Schrodinger.

3. Por un lado me interesa mucho la conexión de las ecuaciones no lineales de Schrodinger con la mecánica de fluidos y más en concreto con la dinámica e interacción de los hilos de torbellino. Otro problema interesante en el que estoy trabajando con Escauriaza, Kenig y Ponce es en cuestiones de unicidad para ecuaciones dispersivas y de difusión y su conexión con el principio de incertidumbre.

4. Bien. Se ha conseguido un buen nivel. Lo difícil ahora es mantenerlo y por supuesto mejorarlo si es posible. Para ambas cosas me sigue pareciendo muy importante salir fuera. En mi caso los más de dos años que estuve en Chicago fueron cruciales. Como lo han sido las estancias más o menos largas que he hecho después.

*Para mantener y mejorar si es posible el buen nivel conseguido me sigue pareciendo muy importante salir fuera.*

5. El ICM es un acontecimiento muy importante para la matemática española y se ha conseguido gracias al esfuerzo de mucha gente. Algunos siguen estando involucrados y otros no. Quiero expresar a todos ellos mi agradecimiento.

---

## Juan J.L. Velázquez

Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Conferenciante invitado en la sección de Ecuaciones en Derivadas parciales

### Mathematical properties of chemotaxis models

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Madrid en 1964. Obtuve la licenciatura en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense en 1987 y me doctoré en Ciencias Matemáticas por la Universidad Complutense en 1990. He realizado estancias postdoctorales durante 1991 y 1992 en la Universidad de Bonn, el Institute for Mathematics and Applications (Minneapolis) y la Universidad de Wisconsin en Madison. Soy Catedrático de Matemáticas en la Universidad Complutense desde 1997. He pronunciado una Conferencia invitada



en la sesión de “Singularidades en EDP” en el Congreso Equadiff 1998. Recibí el Premio Humboldt de investigación del año 2005 y fui Conferenciante invitado en la sesión de EDPs del International Congress of Mathematical Physics, Rio de Janeiro, 2006.

#### BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

J.J.L. VELÁZQUEZ, Classification of singularities for blowing-up solutions in higher dimensions, *Trans. Amer. Math. Soc.* **338** (1993) 1, 441–464.

M.A. HERRERO, J.J.L. VELÁZQUEZ, Singularity patterns in a chemotaxis model, *Math. Ann.* **306** (1996) 583–623.

S. B. ANGENENT, J.J.L. VELÁZQUEZ, Asymptotic shape of cusp singularities in curve shortening, *Duke Univ. Math. Journal* **77** (1995) 1, 71–110.

M.A. FONTELOS, J.J.L. VELÁZQUEZ, On some breakup and singularity formation for inviscid liquid jets, *SIAM Journal of Applied Mathematics* **59** (1999) 6, 2274–2300.

A. FRIEDMAN, J.J.L. VELÁZQUEZ, A free boundary problem associated with crystallization of polymers in a temperature field, *Ind. Univ. Math. J.* **50** (2001) 4, 1609–1649.

B. NIETHAMMER, J.J.L. VELÁZQUEZ, On the convergence to the smooth self-similar solution in the LSW model, *Indiana Univ. Math. J.* **55** (2006) 2, 761–794.

#### RESPUESTAS:

**1.** En mi conferencia describiré cuáles son los resultados matemáticos que se han obtenido en los últimos años para el sistema de ecuaciones de Keller-Segel. Dicho sistema de ecuaciones es un sistema de ecuaciones diferenciales parabólicas que se formuló en 1970 para tratar de obtener información sobre

los procesos de quimiotaxis en sistemas biológicos. Durante los procesos de agregación quimiotáctica las células que forman un sistema biológico se mueven en la dirección del gradiente de alguna sustancia química que puede estar siendo producida (o consumida) por los propios organismos. El sistema de Keller-Segel es posiblemente el modelo más simple de agregación quimiotáctica que incluye estos fenómenos. Una de las características más interesantes de este sistema de ecuaciones es que sus soluciones pueden generar singularidades en tiempo finito. En el caso de dos dimensiones espaciales la forma en la que aparecen las singularidades es bastante llamativa y presenta numerosas analogías con fenómenos que aparecen al estudiar la ecuación de evolución asociada a las aplicaciones armónicas.

Durante mi presentación describiré algunos resultados sobre la forma de dichas singularidades, así como la forma de describir la evolución de las soluciones del sistema de Keller-Segel tras la formación de la singularidad. También describiré la relación que existe entre esta ecuación y algunos sistemas de ecuaciones cinéticas que suelen tener una interpretación biológica más clara pero que se reducen al sistema de Keller-Segel cuando se estudian ciertos límites asintóticos. Posiblemente describiré también algunos resultados sobre formación de singularidades y comportamientos asintóticos para un caso particular del sistema de Keller-Segel que ha sido estudiado menos en detalle hasta ahora pero que tiene interesantes conexiones con la teoría de los caminos aleatorios reforzados.

**2.** Desde que comencé a estudiar problemas matemáticos he trabajado con numerosos matemáticos, entre los que querría destacar los nombres de Miguel Angel Herrero, Avner Friedman, Sigurd Angenent, Miguel Escobedo, y en los últimos años Barbara Niethammer, Angela Stevens y Stephan Luckhaus. He tenido también la ocasión de aprender muchas cosas mediante la interacción que he tenido con los estudiantes de doctorado que leyeron su tesis conmigo: Marco Antonio Fontelos y Gerardo Oleaga.

Mi investigación ha estado centrada en el estudio del comportamiento de las soluciones de diversos problemas de ecuaciones diferenciales. En particular me he interesado por el estudio de problemas en los que aparecen singularidades e interfases. Dichos problemas tienen relación con una gran cantidad de situaciones, tales como en el estudio de las transiciones de fase, la mecánica de fluidos o la teoría de las fracturas.

**3.** En los últimos años me he interesado en ciertos problemas de frontera libre para sistemas que contienen un gran número de partículas cuyo radio medio crece debido a la difusión del material que las componen de las partículas menores hacia las mayores. Este tipo de problemas aparece con gran frecuencia en Ciencia de Materiales. Desde el punto de vista matemático estos problemas llevan al estudio de problemas de homogenización, ecuaciones cinéticas y obtención de límites macroscópicos para sistemas formados por muchas partículas que interaccionan entre sí. Últimamente me he interesado también en el estudio de algunos problemas relacionados con la teoría de pro-

cesos estocásticos que dan lugar a problemas de ecuaciones diferenciales en ciertos límites asintóticos.

Un tipo de problemas en el que he trabajado ocasionalmente pero al que en ocasiones me habría gustado dedicar más tiempo es en el estudio de problemas de ecuaciones diferenciales con aplicaciones a la geometría.

4. Aunque las matemáticas en España han experimentado un considerable desarrollo en los últimos 25 años, me parece percibir algunos síntomas de crisis que se deben a varias causas. Aunque no tengo datos precisos que lo confirmen, tengo la impresión de que el aumento de la producción matemática española está fuertemente vinculado a la expansión del sistema universitario que ha tenido lugar en las últimas décadas. Dicho proceso de expansión posiblemente ha concluido, por lo que en la actualidad la mejora de la calidad de la producción matemática española se tendría que basar en la aplicación por parte de las universidades y centros de investigación de políticas de contratación que apoyen nuevas líneas de investigación prometedoras. Mi experiencia con el sistema universitario español es que se encuentra sometido a numerosas

*Tengo la impresión de que el aumento de la producción matemática española está fuertemente vinculado a la expansión del sistema universitario que [...] posiblemente ha concluido por lo que en la actualidad la mejora de la calidad se tendría que basar en [...] políticas de contratación que apoyen nuevas líneas de investigación prometedoras.*

demandas contradictorias, entre las cuales no siempre la más importante es la de la formación de grupos de investigación de alto nivel, por lo que frecuentemente no se dedican los recursos que harían falta para este fin. Con un sistema de investigación más internacional que nunca, no es descartable en absoluto que algunos de los mejores estudiantes e investigadores más jóvenes prefieran desarrollar su carrera fuera de España si las universidades y centros de investigación no presentan políticas y perspectivas claras en un futuro próximo. Por otra parte, mi impresión personal es que en la expansión de las matemáticas que ha tenido lugar en los últimos años ha habido un énfasis excesivo en la cantidad de publicaciones más que en su relevancia, sobre todo en algunas áreas.

---

## Marcos Mariño

CERN, Genève, Suiza

Conferenciante invitado a la sección de Física Matemática  
**Topological strings and Gromov-Witten invariants:  
 a progress report**

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Santiago de Compostela en 1970, donde me doctoré en física teórica en 1996. *Postdoctoral fellow* en las Universidades de Yale (1997–2000), Rutgers (2000–2001) y Harvard (2001–2003). Cargos actuales: *Junior Staff* en el Departamento de Física del CERN, Ginebra, y Profesor Asociado del departamento de matemáticas del IST, Lisboa.

Temas de investigación: teoría de cuerdas, teorías de campos topológicas, aspectos no perturbativos de las teorías de campos y de cuerdas, física matemática.

### BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

M. MARIÑO, G. MOORE, G. PERADZE, Superconformal invariance and the geography of four-manifolds, *Commun. Math. Physics* **205** (1999) 691–735.

M. MARIÑO, C. VAFA, Framed knots at large  $N$ , *Contemporary Mathematics* **310** (2002) 185–204.

M. AGANAGIC, A. KLEMM, M. MARIÑO, C. VAFA, The topological vertex, *Commun. Math. Phys.* **254** (2005) 425–478.

### RESPUESTAS:

1. La teoría de cuerdas ha tenido un impacto enorme en ciertos campos de la matemática. Uno de esos campos ha sido la geometría enumerativa, es decir, el conteo de curvas holomorfas en variedades algebraicas. La formalización moderna de la geometría enumerativa, la teoría de Gromov–Witten, se ha desarrollado en profunda simbiosis con la teoría de cuerdas. Por otra parte, la aplicación de ideas físicas en teoría de cuerdas ha dado lugar a relaciones inesperadas entre la geometría enumerativa y otras ramas de las matemáticas a priori muy distintas, como la teoría de nudos. En mi charla presento un recorrido por algunos desarrollos recientes de la teoría de Gromov–Witten que han surgido a partir de la teoría de cuerdas. La primera parte de mi charla se ocupa de la teoría del vértice topológico, que da una formulación completa de la geometría enumerativa de una clase especial de variedades algebraicas a partir de invariantes de nudos. En la segunda parte hablaré de otro desarrollo de la teoría de Gromov–Witten íntimamente relacionado con las formas modulares.



2. Mi investigación se centra fundamentalmente en los aspectos matemáticos de la teoría de cuerdas y de campos. Esta línea es relativamente minoritaria dentro de la comunidad de teoría de cuerdas, y por lo tanto trabajo fundamentalmente con un grupo de investigadores muy dispersos geográficamente que comparten el interés por estos temas. Estoy en contacto permanentemente con matemáticos interesados a su vez en los desarrollos procedentes de la teoría de cuerdas, en particular con géometras algebraicos y topólogos.

3. Desde hace varios años trabajo en la teoría de Gromov-Witten, o más bien en su formulación física a través de las llamadas “cuerdas topológicas”, y en la teoría de Chern-Simons. Me gustaría trabajar en problemas más relacionados directamente con gravedad cuántica, y estoy intentando moverme en esa dirección.

4. La matemática española ha realizado un esfuerzo extraordinario en los últimos veinte o treinta años para alcanzar los estándares internacionales de la disciplina, y creo que ese esfuerzo se seguirá profundizando en los próximos años. El mayor desafío, como en otras ramas de la ciencia, es la modernización definitiva del sistema universitario español, que sigue siendo mayoritariamente una estructura feudal en la que se penaliza al talento.

*El mayor desafío, como en otras ramas de la ciencia, es la modernización definitiva del sistema universitario español, que sigue siendo mayoritariamente una estructura feudal en la que se penaliza al talento.*



## Francisco Santos

Universidad de Cantabria, Santander

Conferenciante invitado en la sección de Combinatoria

### Triangulations of polytopes

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Valladolid en 1968 en una familia numerosa de padres científicos. Cursé las licenciaturas de Ciencias Matemáticas y Ciencias Físicas en la Universidad de Cantabria, donde también me doctoré en 1995 y donde soy Profesor Titular de Geometría y Topología desde 1997. Durante mi formación disfruté de un año Erasmus en la Universidad de Grenoble, de un semestre como



“visiting graduate student” en la Universidad de Cornell (USA) y de un año de estancia post-doctoral en la Universidad de Oxford. Posteriormente, he sido profesor visitante durante sendos semestres en la Universidad de California Davis y en el Mathematical Sciences Research Institute de Berkeley (2003). En 2003 recibí el “Premio Joven de Ciencia y Tecnología” de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid y fui padre por segunda vez.

Mis trabajos predoctorales, dirigidos por el profesor Tomás Recio, versaron sobre temas a caballo entre la geometría algebraica real y la geometría y topología computacionales. A raíz de mi estancia predoctoral en Cornell, supervisada por Bernd Sturmfels, me dirigí a temas más puramente de “combinatoria geométrica”: triangulaciones de politopos, matroides orientadas, etc. En este área se encuentran mis artículos más relevantes.

#### BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

F. SANTOS, A point set whose space of triangulations is disconnected, *J. Amer. Math. Soc.* **13** (2000), 611–637.

F. SANTOS, Non-connected toric Hilbert schemes, *Math. Annalen* **332** (2005) 3, 645–665.

F. SANTOS, Triangulations of oriented matroids, *Mem. Amer. Math. Soc.* **156** (2002) 741, 81 páginas.

Los dos últimos, a pesar de sus diferentes títulos, tratan en esencia del mismo tema: la construcción de conjuntos finitos de puntos en el espacio Euclídeo cuyos “espacios de triangulaciones” no son conexos. La diferencia es que en el segundo artículo la construcción se hace con ciertas propiedades adicionales que, vía las conexiones entre politopos racionales y variedades tóricas, garantizan la existencia de “esquemas de Hilbert tóricos” también desconexos. El tercero de los artículos es una fundamentación bastante exhaustiva de la

teoría de triangulaciones de matroides orientadas, teoría que extiende a la de triangulaciones de politopos en muchos aspectos, pero difiere de ella en algunos.

RESPUESTAS:

**1.** Hablaré sobre el espacio de triangulaciones de un politopo, es decir, sobre los flips biestelares entre triangulaciones de un politopo. Si consideramos el conjunto de todas las triangulaciones de un polígono en dimensión dos (admitiendo el uso de puntos interiores, pero sólo un conjunto finito y prefijado de ellos) obtenemos un conjunto finito de triangulaciones relacionadas entre sí por “flips” que consisten, básicamente, en intercambiar una diagonal por otra en un cuadrilátero convexo. Los mismos flips se pueden definir sin mucha dificultad en dimensión arbitraria. En dimensión dos es cierto (y fácil de demostrar) que de cualquier triangulación se puede llegar a cualquier otra mediante flips, pero en dimensión cinco o superior es falso. En dimensiones tres y cuatro se desconoce la respuesta. Aunque quizá parezca un problema muy específico, tiene diversas conexiones con geometría algebraica, topología combinatoria y, por supuesto, geometría computacional. Mi charla estará dedicada a introducir el problema, explicar un poco estas conexiones, y presentar una nueva construcción de un “espacio desconexo”, por primera vez para “puntos en posición general”. La versión escrita de mi contribución al ICM puede obtenerse en [www.arxiv.org/math.CO/0601746](http://www.arxiv.org/math.CO/0601746)

**2.** Como digo en mi reseña biográfica realicé la tesis doctoral bajo la dirección de Tomás Recio, que trabaja en Geometría Algebraica Real y Álgebra Computacional, y tiene un buen grupo de discípulos en este tema en mi departamento. Hacia el final de mi doctorado mi investigación se fue especializando e independizando, aunque mantengo vínculos logísticos y colaboraciones puntuales con este grupo. En España he colaborado con los grupos de Geometría Computacional de la Complutense, de Sevilla y de la Politécnica de Cataluña, y con el grupo de Combinatoria Algebraica y Analítica de esta última universidad. Pero mis colaboraciones más estrechas han sido con investigadores extranjeros, en especial con Bernd Sturmfels (Berkeley), Jesús de Loera (Davis), y Günter Rote (Freie U. Berlin).

Los temas ya se han señalado: combinatoria geométrica y topológica en general y triangulaciones de politopos en particular. Son temas con motivaciones teóricas pero no muy alejados de las aplicaciones. Como ejemplo obvio, el estudio teórico de la conectividad por flips biestelares es fundamental para analizar la eficacia de algoritmos de optimización geométrica basados en ellos.

**3.** En los dos o tres últimos años he trabajado bastante en rigidez de grafos, un tema clásico que se remonta a Cauchy o Maxwell pero en el que aún quedan cosas interesantes por decir. Por ejemplo, hay ciertos intentos de usar la rigidez para demostrar el llamado “teorema  $g$ ” de la teoría de politopos, que caracteriza (y de una manera muy sorprendente, relacionándolos con funciones de

Hilbert de álgebras cero-dimensionales) los posibles  $f$ -vectores (secuencias de números de caras) que puede tener un politopo simplicial en dimensión arbitraria. Se conocen dos demostraciones del teorema, una muy algebraica de Stanley y otra más geométrica de McMullen, pero nos falta una demostración más combinatoria. En el apartado de “me hubiese gustado” hay muchas cosas. Siempre he tenido interés, aunque más como espectador, por la topología de baja dimensión. En particular, y por supuesto, por la conjetura de Poincaré. Por tanto, como muchos, estoy expectante por la cada vez más probable posibilidad de que en este ICM se la declare “oficialmente” resuelta.

4. No creo que mi opinión sea más fundamentada ni más relevante que la de cualquier otro, pero allá va. La matemática española ha aumentado espectacularmente su presencia internacional en los últimos diez o quince años (algo que en mi opinión no es tanto mérito de mi generación sino de las anteriores, que prepararon el camino) y la

celebración del ICM en España y el hecho de que nueve españoles seamos invitados a hablar en él es prueba y resultado de ello. Pero no nos engañemos; al menos en lo que a mí respecta, soy perfectamente consciente de que mis posibilidades de hablar en un ICM celebrado en otro país serían mucho menores. Es obvio que el hecho de celebrarse en España hace, cuando menos, que las diferentes comisiones internacionales piensen de manera más natural en candidatos españoles. En ese sentido a lo mejor la verdadera prueba de fuego es el ICM 2010. En todo caso, creo que hay razones para ser optimistas.

*A lo mejor la verdadera prueba de fuego es el ICM 2010. En todo caso, creo que hay razones para ser optimistas.*

5. No, salvo agradecer a LA GACETA y a sus lectores el interés.

---

## Vicent Caselles

Universitat Pompeu Fabra, Barcelona  
 Conferenciante invitado en la sección de  
 Aplicaciones de las Matemáticas a las Ciencias  
**Total variation based image denoising and restoration**

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Gata, Alicante, en 1960. Estudié Matemáticas en la Universidad de Valencia, donde me doctoré en septiembre de 1985. Realicé varias estancias postdoctorales en las Universidades de Tübingen (1985-86 y 1986-87), Besançon (1987-88 y 1989-90), y Ceremade-Université Paris-Dauphine (1991-92), durante las cuales me inicié en el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales y el procesamiento de imágenes.

En 1990 me traslade a la Universidad de las Islas Baleares, donde permanecí hasta 1999, desde entonces soy profesor en el Departamento de Tecnología de la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) en el área de Matemática Aplicada.

Mi área de trabajo es el procesamiento de imágenes y el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales.



### BIBLIOGRAFÍA SELECTA:

- V. CASELLES, F. CATTÉ, B. COLL, F. DIBOS, A geometric model for edge detection, *Num. Mathematik* **66** (1993) 1–31.
- V. CASELLES, R. KIMMEL, G. SAPIRO, Geodesic Active Contours, *Inter. Journal Computer Vision* **22** (1997) 1, 61–79.
- V. CASELLES, J.M. MOREL, C. SBERT, An Axiomatic Approach to Image Interpolation, *IEEE Trans. Image Processing*, **7** (1998) 3, 376–386.
- C. BALLESTER, M. BERTALMIO, V. CASELLES, G. SAPIRO, J. VERDERA, Filling-In by Joint Interpolation of Vector Fields and Grey Levels, *IEEE Transactions on Image Processing* **10** (2001) 8, 1200–1211.
- F. ANDREU, V. CASELLES, J.M. MAZÓN, The Cauchy Problem for a Strongly Degenerate Quasilinear Equation, *Journal European Math. Society (JEMS)* **7** (2005) 3, 361–393.
- F. ALTER, V. CASELLES, A. CHAMBOLLE, A characterization of Convex Calibrable Sets in  $\mathbb{R}^N$ , *Mathematische Annalen* **332** (2005) 329–366.
- G. BELLETTINI, V. CASELLES, A. CHAMBOLLE, M. NOVAGA, Crystalline mean curvature evolution of convex sets, *Archive for Rational Mathematics and Mechanics* **179** (2006) 1, 109–152.

RESPUESTAS:

1. Mi conferencia en el ICM 2006 estará dedicada al problema de la restauración de imágenes, es decir, a recuperar una imagen nítida y sin ruido a partir de una de una imagen digital que en el caso concreto que considero ha sido adquirida por un satélite.

El sistema de adquisición provoca diversas distorsiones a la imagen ideal  $u$  (obtenida con una óptica perfecta, sin ningún tipo de ruido y con resolución ilimitada) que, para simplificar, pueden modelarse por la ecuación

$$z(i, j) = h * u(i, j) + n(i, j), \quad (i, j) \in \{1, \dots, N\}^2$$

donde  $h$  es un núcleo de convolución que incorpora las distorsiones del sistema óptico, del movimiento del satélite y de los sensores y  $n(i, j)$  es un ruido aditivo gaussiano del que sólo conocemos su media y su varianza.

El problema de la restauración consiste en recuperar  $u$  a partir de los datos observados  $z$ , el conocimiento de  $h$  y de las propiedades estadísticas del ruido. Se trata de un problema mal puesto que puede resolverse incorporando información a priori sobre la imagen en forma de una regularización.

Como observaron Rudin-Osher-Fatemi, las funciones de variación acotada (BV) en el plano son un modelo razonable para describir las imágenes ya que contienen a las funciones regulares a trozos, con discontinuidades de salto a lo largo de curvas rectificables. Imponiendo que la imagen restaurada sea una función BV, estos autores propusieron obtener entre todas las funciones compatibles con el modelo de adquisición aquella que tuviera una variación total menor (lo que implica menos oscilaciones).

En mi conferencia abordaré el estudio de las propiedades de la variación total como regularizador calculando soluciones explícitas del problema de eliminación de ruido (que corresponde a  $h = \delta$ ) tratando de explicar las propiedades cualitativas del modelo observadas en los experimentos numéricos. También abordaré el problema general de restauración incluyendo perturbaciones en el muestreo y el problema de la inclusión del modelo de adquisición como una familia de restricciones locales en la formulación variacional del problema.

2. Al trasladarme a la UPF en 1999, conjuntamente con Coloma Ballester, creamos el grupo de investigación en procesamiento de imágenes del Departamento de Tecnología. Actualmente se han incorporado otros investigadores: Marcelo Bertalmío, Luis Garrido, Salvador Moll, Aureli Soria y Joan Verdera Ribas, más los estudiantes de doctorado que en este momento son tres.

El área de trabajo del equipo es el procesamiento de imágenes y entre los temas que abordamos están la segmentación de imágenes médicas y de tejidos biológicos (en cooperación con el grupo de Alejandro Frangi y con el grupo de Gregory Randall de la Universidad de La República, Uruguay), la restauración de imágenes satélite y la fusión de imágenes multi-espectrales (ambos en cooperación con el CNES, Centre National d'Études Spatiales, Toulouse, Francia), la restauración (de defectos) y manipulación de fotografías y vídeo,

la restauración de agujeros en superficies escaneadas (en cooperación con G. Sapiro, Minnesota), procesamiento de vídeo y el desarrollo de herramientas para la post-producción de cine digital.

En estos momentos dedicamos muchos de nuestros esfuerzos a los dos últimos temas debido a sus potenciales aplicaciones. En concreto hemos desarrollado algoritmos para desentrelazado de vídeo, para crear digitalmente la llamada noche americana (simular una escena nocturna a partir de una película rodada con iluminación diurna), y estamos trabajando en temas relacionados con el color.

En cooperación con un equipo liderado por Bernard Rougé (CNES) y con Andrés Almansa, estamos trabajando en un proyecto de reconstrucción tridimensional a partir de pares de imágenes estéreo tomadas por satélite.

Todos estos proyectos tienen una vertiente aplicada y, en particular, los dos últimos tienen objetivos que podrían dar lugar a desarrollos industriales. Las palabras clave que sintetizan el trabajo en esta área (como en otras muchas) serían modelización-análisis-experimentación.

También dedicamos parte de nuestros esfuerzos al análisis de los modelos matemáticos que aparecen en procesamiento de imágenes. Estos esfuerzos son útiles desde varias perspectivas, primero porque contribuyen a entender y simplificar los modelos, y en su caso, descartarlos, y por otra parte contribuyen a organizar y dar bases sólidas a los conocimientos de un área donde constantemente se hacen nuevas propuestas. Al final, esto redundará en la elaboración de mejores modelos.

También dedico algunos esfuerzos al estudio de problemas variacionales y modelos de movimiento de interfases y ecuaciones de difusión, temas en los que colaboro, entre otros, con F. Andreu (Valencia), G. Bellettini (Roma II), M. Bernot (ENS Lyon), A. Chambolle (École Polytechnique, Paris), J.M. Mazón (Valencia), J. M. Morel (ENS Cachan) y M. Novaga (Pisa).

**3.** Actualmente, estoy trabajando sobre todo en el desarrollo de algoritmos para el procesamiento de vídeo y cine digital. Más concretamente algoritmos para desentrelazado de vídeo y cambios de formato, algoritmos para la manipulación del color y restauración de películas.

Además de ello, estoy trabajando en modelos de segmentación de imágenes médicas y en un proyecto de reconstrucción tridimensional a partir de pares de imágenes estéreo tomadas por satélite.

Dedico además algunos esfuerzos a los temas más puramente matemáticos que he comentado antes.

Hay muchos temas que me atraen la atención y a los que no podré dedicarme.

*Me preocupa la relación de las matemáticas con las aplicaciones. Creo que hemos de recorrer aún un gran trecho en este camino y estar abiertos al diálogo con otras disciplinas.*

Por otra parte, creo que actualmente hay muchos grupos en España que están trabajando a un gran nivel. Tan sólo deseo que sigan contando con el apoyo necesario para desarrollar su actividad.

5. La organización del ICM 2006 en Madrid ha sido un gran acontecimiento para la matemática española y quisiera agradecer los esfuerzos de todas las personas y de las sociedades matemáticas españolas que han contribuido a su organización.

4. Es una pregunta difícil. Mencionaré sólo un tema que me preocupa, que es el de la relación de las matemáticas con las aplicaciones. Creo que hemos de recorrer aún un gran trecho en este camino y estar abiertos al diálogo con otras disciplinas.



## Jesús M. Sanz Serna

Universidad de Valladolid, Valladolid  
 Conferenciante invitado en el ICM 1994 Zürich

RESEÑA BIOGRÁFICA: Nací en Valladolid en 1953, estudié en Valladolid y Dundee (Escocia).

Fui Profesor Agregado de Análisis Numérico en la Universidad del País Vasco (1981-1982) y luego Catedrático de Matemática Aplicada en la de Valladolid, cuyo Rectorado he ocupado desde 1998 hasta 2006.

He recibido el premio Dahlquist, concedido por SIAM, el Premio Iberdrola de Ciencia y Tecnología, el premio de la Real Academia de Ciencias, y el premio de investigación Castilla y León. He sido elegido en 2005 Académico de Número de la Real Academia de Ciencias. Contribuí a fundar la Sociedad Española de Matemática Aplicada SEMA y a “refundar” la RSME y ha sido Vicepresidente de ambas.

Mi investigación se ha dedicado a varios aspectos de la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, habiendo impulsado la creación de la llamada “Integración Geométrica”. He dirigido quince tesis doctorales y soy miembro del comité editorial de numerosas revistas internacionales.

Casado, con dos hijos, mis aficiones incluyen el tenis, jogging, la lectura (historia, biografía, física) y el cine (sobre todo comedias).



ENTREVISTA:

**P:** ¿Podrías resumir, para los lectores de LA GACETA, el contenido de tu conferencia en el ICM 1994 en Zurich? ¿Podrías relatarnos cómo viviste dicha experiencia?

*La invitación a dar una conferencia en el ICM94 es la mayor satisfacción profesional que he tenido.*

**R:** Hablé sobre métodos simplécticos para la integración numérica de ecuaciones diferenciales. Son métodos que tienen en cuenta las propiedades geométricas y dinámicas del problema que se integra; esto era un enfoque muy novedoso hace diez años y que había interesado mucho a nuestro grupo. Hoy ha dado origen a la idea

más amplia de Integración Geométrica, sobre la que hay una profusa literatura. La invitación a dar una conferencia invitada en el ICM94 ha representado la mayor satisfacción profesional que he tenido.

**P:** Nos gustaría conocer algunos aspectos de tu investigación (grupo de investigación, problemas que quieres estudiar y en los que te hubiese gustado trabajar, relación con otros investigadores, posibles aplicaciones...).

**R:** Comencé a investigar en métodos numéricos para ecuaciones diferenciales hace más de veinticinco años, a mi vuelta de Escocia. Entonces la investigación matemática en España era muy escasa y estaba de moda una concepción muy abstracta y estructural de la matemática: se daba escasa relevancia a la resolución de problemas. A pesar de estas condiciones iniciales poco favorables, las cosas nos fueron pronto bien en el ambiente propicio de los años ochenta: introducción de sexenios, proyectos de investigación subvencionados según su calidad y no por amiguismo/clientelismo, etc. Desde el principio fuimos muy apoyados internacionalmente.

**P:** Tras ocho años de Rector de la Universidad de Valladolid nos gustaría conocer tus impresiones sobre el futuro de la Universidad española y, en especial, de las Facultades de Matemáticas.

**R:** La matemática española vive su mejor momento. Nada que ver con lo que teníamos hace 30 años. Doy mucha importancia al hecho de que disponemos de sociedades sólidas que permiten afrontar los grandes retos planteados, (mejorar la calidad, atraer talento a la profesión...) inabordables para los esfuerzos individuales.

*Doy mucha importancia a disponer de sociedades sólidas para afrontar los grandes retos planteados.*

En universidades e investigación en España lamento tener que ser pesimista: el modelo de desarrollo de los ochenta está agotado, hay ausencia de nuevas ideas y, como en otras cuestiones, la lucha partidaria impide políticas de Estado mantenidas en el tiempo.

**P:** En particular ¿cómo ves el futuro de la matemática española tras el ICM?

**R:** Por lo que voy viendo se está utilizando bien el ICM06 como plataforma de lanzamiento social de nuestra ciencia. Se trata de organizar las cosas bien para agosto, pero también de que el trabajo desarrollado para ello tenga efectos duraderos para la matemática española.

**P:** ¿Quieres realizar algún comentario adicional?

**R:** Estoy satisfecho de haber podido colaborar con Martínez Naveira y otros a la resurrección de la RSME. Los problemas colectivos no admiten soluciones basadas en el personalismo.