

Joaquim Puig, Premio José Luis Rubio de Francia 2005

Joaquim Puig i Sadurní, del Departament de Matemàtica Aplicada I Universitat Politècnica de Catalunya, ha sido galardonado con el premio José Luis Rubio de Francia 2005, concedido por la Real Sociedad Matemática Española.

Desde la redacción de LA GACETA DE LA RSME nos sumamos a las felicitaciones a Joaquim Puig. Para tener una aproximación a su figura, incluimos una breve semblanza científica y una entrevista con él.

Joaquim Puig i Sadurní se doctoró en matemáticas por la Universidad de Barcelona con la tesis “Reducibility of Quasi-Periodic Skew-Products and the Spectrum of Schrödinger Operators” dirigida por Carles Simó i Torres el día 22 de Junio de 2004. Entre los resultados obtenidos en la tesis destaca la demostración de una conjetura conocida como “El problema de los 10 martinis”, planteada en 1981 y que surgió en los años sesenta a raíz de problemas de la matemática física.

El problema de los 10 martinis se pregunta por la estructura del operador llamado “Almost Mathieu” o de Harper que, en $l^2(\mathbb{Z})$ actúa de la forma

$$(H_{b,\omega,\phi}x)_n = x_{n+1} + x_{n-1} + b \cos(2\pi\omega n + \phi) x_n.$$

Este operador aparece en la modelización del hamiltoniano de un electrón en una red rectangular sometido a un campo magnético perpendicular de intensidad variable. Físicamente, ω (que llamaremos frecuencia) corresponde a la intensidad del campo magnético, mientras que $b/2$ representa la relación entre los lados del retículo. El modelo fue introducido por Peierls y Harper en 1955 y en 1962 Azbel conjeturó que el espectro del operador Almost Mathieu (que no depende de ϕ si ω es irracional) es un conjunto de Cantor para ω irracional y b no nulo. Esta conjetura se vio reforzada en 1978 gracias a los experimentos numéricos de Hofstadter. Así, dada la estructura cantoriana del espectro, el modelo de Peierls y Harper se sitúa entre los modelos con bandas espectrales



(propios de sistemas metálicos) y modelos con espectro discreto (propios de sistemas magnéticos).

El operador Almost Mathieu tomó un renovado interés a principios de los años ochenta por dos razones principalmente. En primer lugar, por su relación con la explicación teórica del llamado efecto de Hall cuántico, observado experimentalmente por von Klitzing en 1981 y que concluye que en condiciones extremas la resistencia de Hall está cuantizada. Por otra parte, en el encuentro de la sociedad matemática americana de 1981, Kac ofreció diez martinis a quien demostrara la estructura cantoriana del operador Almost Mathieu. Al incluir Barry Simon esta oferta en una famosa lista de problemas en la teoría de operadores de Schrödinger se produjo un trabajo muy intenso en esta dirección.

Entre los resultados parciales obtenidos se encuentran los de Bellissard y Simon (1982) que demostraron que pares (b, ω) genéricos satisfacen el problema de los 10 martinis (de ahora en adelante TMP). Sinai (1987) demostró el TMP para los valores de ω que satisfacen una condición diofántica y para $|b|$ suficientemente pequeño (dependiendo de la condición diofántica). Estas frecuencias se caracterizan por estar “alejadas” de los números racionales y constituyen un conjunto de medida total en los reales. Para frecuencias no diofánticas (llamadas Liouville), Choi, Elliot y Yui demostraron el TMP en 1991 para un subconjunto de estas frecuencias. Cabe destacar que el llamado “caso cuadrado” ($|b| = 2$) se distingue porque el espectro es un cantoriano de medida cero, como demuestran una serie de trabajos de Helffer y Sjöstrand (1989), Last (1994) y Avila y Krikorian (2004).

Joaquim Puig, en el artículo “Cantor spectrum for the Almost Mathieu operator”, demostró que si $|b| \neq 2$ y ω es diofántico entonces el espectro del operador Almost Mathieu es un cantoriano. La demostración combina métodos espectrales y de sistemas dinámicos. Entre los métodos espectrales destaca un resultado de localización no perturbativa debido a Jitomirskaya (1999) y entre los dinámicos el concepto de reducibilidad de cociclos cuasiperiódicos. Curiosamente, el nexo de unión entre los dos puntos de vista es el argumento que Ince usó en 1922 para demostrar que la ecuación clásica de Mathieu no admite dos soluciones periódicas simultáneamente. Recientemente, Avila y Jitomirskaya han anunciado una demostración del TMP para frecuencias irracionales que incluye las frecuencias no diofánticas no cubiertas por el resultado de Choi, Elliot y Yui, con lo cual el problema de los diez martinis queda completamente demostrado.

Entrevista a Joaquim Puig

LA GACETA.- Durante el proceso de selección de este premio, tu candidatura ha competido con la de otros jóvenes matemáticos de gran nivel. ¿Qué grado de relevancia y/o capacidad motivadora concedes a este tipo de premios?

Joaquim Puig.-: Como me dijo un amigo, creo que los premios son como caramelos. Uno no trabaja con más empeño porque le tengan que dar un premio por ello, pero si el premio llega, ¡bienvenido sea! Por otro lado creo que tienen una misión divulgadora de las matemáticas gracias a su repercusión social.

L.G.- ¿Podrías hacernos una descripción de la investigación que has desarrollado hasta ahora?

J.P. En mi tesis empecé estudiando la ecuación de Hill con forzamiento cuasiperiódico en vez de periódico, como es clásico. Queríamos dar criterios para poder extender la teoría de Floquet al caso cuasiperiódico y comprender la estructura de las zonas de estabilidad e inestabilidad en función de los parámetros de la ecuación, las llamadas “lenguas de resonancia”. Este problema se puede ver también desde el punto de vista espectral, puesto que es una ecuación de valores propios de un operador de Schrödinger unidimensional con potencial cuasiperiódico. Desde entonces, la combinación de los dos puntos de vista ha sido muy fructífera tanto desde el punto de vista espectral como el dinámico y ha dado lugar a diversos resultados. Es precisamente esta combinación que propició el trabajo en el problema de los diez martinis.



L.G.- Tu director de tesis fue Carles Simó ¿puedes comentarnos algo de tu experiencia en su grupo de investigación: líneas de trabajo, relaciones profesionales, personales...?

J.P. Mi grupo de investigación, el “grup de sistemes dinàmics UB-UPC”, es un grupo bastante numeroso y con varias líneas de trabajo, desde aplicaciones al “mundo real” a aspectos más teóricos de sistemas dinámicos. Para mí ha sido muy importante el ambiente de colaboración y comunicación en el grupo. Una de las características del grupo y, quizás de los sistemas dinámicos en general,

es la variedad de enfoques para abordar problemas surgidos de cuestiones físicas o de modelización y esto hace que sea difícil aburrirse...

L.G.- ¿Y te gustan los martinis? Porque para beberse diez te tienen que gustar...

J.P. La verdad es que con la excusa del problema me he tomado unos cuantos, sobretodo con otros investigadores que han contribuido a su solución. Como casi todo en matemáticas, el mérito se debe a mucha gente que te ha precedido y poder compartir martinis con ellos es una buena manera de celebrarlo.

L.G.- Ahora ya en serio, sería interesante para los lectores conocer tu trayectoria profesional.

J.P. Me licencié en matemáticas por la Universitat de Barcelona en Junio de 1999. Empecé el doctorado ese mismo año bajo la dirección de Carles Simó mediante una beca FPI de la Generalitat de Catalunya primero y una plaza de ayudante en el Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi después. Finalmente, en Junio de 2004 y después de realizar diversas estancias en el extranjero, defendí la tesis en la universidad de Barcelona. Se titulaba “Reducibility of Quasi-Periodic Skew-Products and the Spectrum of Schrödinger Operators”. Al cabo de un mes me concedieron un contrato del programa Juan de la Cierva en el Departament de Matemàtica Aplicada I de la Universitat Politècnica de Catalunya, aunque la lentitud administrativa hizo que no me incorporara hasta el mes de diciembre pasado...

L.G.- Tu trabajo se engloba en lo que se conoce por Matemática Aplicada. Es tu oportunidad para hacer una valoración de esta rama de las Matemáticas y contarnos qué te llevó a inclinarte por ella a la hora de investigar.

J.P. Creo que el término “Matemática Aplicada” en relación a mi línea de investigación tiene más que ver con la metodología que con la aplicabilidad inmediata de los resultados. Intenta ser una investigación alejada del academicismo, con la voluntad cambiar las hipótesis del problema lo menos posible. Esto hace que se tenga que ser muy flexible con las técnicas matemáticas empleadas, desde las más “puras” hasta la simulación numérica o los métodos aproximados. Por otra parte, para mí siempre ha tenido un interés especial trabajar en modelos surgidos de problemas no estrictamente matemáticos. Supongo que mi padre me ha contagiado su curiosidad por entender los fenómenos del mundo y la matemática aplicada surgió precisamente para explicar fenómenos físicos mediante modelizaciones matemáticas. El hecho de que en mi universidad de origen haya un grupo muy competitivo en sistemas dinámicos fue también decisivo en mi elección.

L.G.- ¿Cómo ves el nivel de las Matemáticas en general y de la Matemática Aplicada en particular? ¿Echas algo en falta?

J.P. Yo no soy ningún experto en la evaluación de la investigación, aunque creo que en el congreso MAT.ES'05 se constató el buen nivel al que han llegado las matemáticas en España. En cuanto a la matemática aplicada, echo en falta más contactos con el mundo industrial y más investigación en las empresas. Creo que otros países han conseguido crear canales de comunicación muy fluidos entre universidades y empresas. Es a partir de este primer paso que se puede empezar a trabajar en proyectos conjuntos que reviertan en el desarrollo del país.

L.G.- En tu intervención en el Congreso de Valencia señalaste que dedicabas tu premio a los “precarios”. Como joven investigador, ¿eres optimista sobre el futuro laboral de los jóvenes matemáticos en nuestro país?

J.P. Creo que un país como el nuestro necesita que el peso de la I+D+I aumente en su economía para evitar fenómenos negativos como la deslocalización, por ejemplo. Visto el punto de partida es lógico que en el futuro haya más posibilidades, pero esto es una decisión política, de apostar por la investigación. Mientras tanto persisten situaciones de precariedad muy acusada entre los investigadores jóvenes. Y estas situaciones te llevan a pensar que si no se valora nuestro trabajo es que quizás no sea tan importante. Esto no anima para nada.

L.G.- En concreto ahora ocupas una plaza del programa Juan de la Cierva ¿Cuál es tu valoración de este programa y del programa Ramón y Cajal?

J.P. En su momento fueron una buena noticia y yo me considero afortunado de disfrutar de una plaza Juan de la Cierva. Pero creo que son el primer paso y que debemos reivindicar contratos estables. Sin esta continuidad profesional es difícil realizar los proyectos personales. Por otra parte creo que también favorece un tipo de investigación centrado en los objetivos a corto plazo, cosa no siempre deseable en las matemáticas. Algunas administraciones han anunciado ya planes de estabilización, pero hace falta que se concreten.

L.G.- Para terminar, te agradecemos mucho el tiempo que nos has dedicado y esperamos seguir hablando de tí en LA GACETA.

J.P. Gracias a vosotros.