

MATEMÁTICOS

Cinco cabezas prodigiosas

En un mundo raro y complejo como el que vivimos, las matemáticas ayudan a descifrar algunos de los enigmas más intrigantes. Los algoritmos están detrás de la mayoría de los avances tecnológicos que nos sorprenden. Cinco brillantes jóvenes matemáticos españoles nos ayudan a quererlas y romper tópicos.

Por **LUIS M. ARIZA**

Fotografía de **FEDE SERRA**



“La avaricia es algo que las matemáticas no pueden controlar”

EULALIA NUALART. (Doble página anterior). Barcelonesa. 36 años. Desde 2002 es investigadora en la Universidad de París 13.

Su carácter abierto y la excelencia de su trabajo le han llevado a colaborar habitualmente con colegas de, por ejemplo, Estados Unidos y Suiza. Ha publicado en revistas norteamericanas como 'Annals of Probability'. Es especialista en probabilidad. Así que la pregunta es evidente: ¿qué probabilidad había de caer en esta tremenda crisis? “Es obvio que era predecible...”. Pero: “La avaricia es algo que las matemáticas no pueden controlar”.

Las matemáticas encierran uno de los misterios más impenetrables de la ciencia de este último milenio: ¿por qué funcionan tan bien? Unas cuantas ecuaciones sobre una pizarra describen un acontecimiento –los agujeros negros– que va más allá de la imaginación humana; una perturbación en el tejido del espacio y tiempo que forma un sumidero cósmico que devora todo lo que cae en él, estrellas y galaxias, incluyendo la luz. Albert Einstein, que no era matemático, sino físico teórico, se quedó maravillado ante su poder. “¿Cómo es posible que las matemáticas, el producto del pensamiento humano independiente de la experiencia, encajen tan maravillosamente los objetos físicos y reales?”, se preguntaba.

Mírelo con el siguiente enfoque: gracias a las matemáticas, somos capaces ahora de describir el universo desde que tenía 0,000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.001 segundos de edad. ¿No parece increíble? Un creyente no dudaría en definir las matemáticas como el instrumento mágico de Dios. Las matemáticas poseen además un poder de predicción asombroso. Nos permiten dilucidar cómo morirá nuestro sol y la Tierra. Cuando el físico escocés James Clerk Maxwell escribió sus famosas ecuaciones sobre electromagnetismo en 1865, se deducía de ellas la existencia de ondas de radio; sin embargo, no fueron descubiertas hasta dos décadas después.

Y a pesar de todo, el público suele huir de ellas. No enganchan. ¿Por qué? “He pensado mucho en eso. Las matemáticas siempre me gustaron, pero para la gente

resultan más difíciles. Creo que la razón es que hay que trabajar bastante para apreciarlas”, dice Carlos Beltrán, madrileño de 31 años, profesor de la Universidad de Cantabria, mejor expediente de su promoción. No hay arrogancia en sus palabras, sino simpatía. Beltrán es extrovertido; él, como los otros cuatro genios matemáticos españoles y precoces que aparecen en estas páginas, fueron retratados durante el Congreso de Jóvenes Investigadores, organizado en Soria para celebrar el centenario de la Real Sociedad Matemática Española. Trato de hurgar en el cliché maldito que convierte las matemáticas en una asignatura *palo*. “Son muy intuitivas, pero depende de cada uno”, dice Beltrán. “A mí no se me dieron bien otras asignaturas, aunque me gustaba la historia. Aunque se te dé mal, es muy fácil entrar e interesarte en una historia, aunque te olvides a la media hora. Lo que no es tan fácil es encontrar un maravilloso cuento matemático que te haga sentir interés. Pero el motivo por el que existen matemáticas es porque son tremendamente útiles”.

DENTRO DEL UNIVERSO MATEMÁTICO, su especialidad es la computación y el análisis numérico. Quizá eso no nos diga nada al principio. Pero cuando encendemos la televisión o nuestro ordenador, o volamos en un avión y comprobamos que no se cae, o cuando conducimos un coche nuevo y vemos que funciona, ocurre gracias a que las matemáticas funcionan. “Los ordenadores suman, restan, multiplican y dividen en un orden muy correcto”, explica Beltrán. Los algoritmos son el campo de su investigación. Algo tan antiguo como la humanidad. Basta pensar en los básicos, en las tablas de sumar o multiplicar. “Todo lo que es moderno y tiene informática funciona con al-

goritmos matemáticos”. Precisamente Beltrán obtuvo su mayor logro al resolver el problema 17 de la llamada lista de Stephen Smale, el científico que enunció los principales enigmas matemáticos a resolver en este siglo. Beltrán y su director de tesis, Luis Pardo, propusieron para solucionarlo un algoritmo para resolver un sistema de ecuaciones polinomiales.

ENTRE LOS MATEMÁTICOS hay más colaboración que competencia: un deseo impreso por el conocimiento. Y ahora precisamente se habla mucho de la sociedad del conocimiento. “Son palabras muy bonitas, pero no sé si alguien sabe lo que significan.

“NO ES FÁCIL ENCONTRAR UN MARAVILLOSO CUENTO MATEMÁTICO QUE INTERESE”

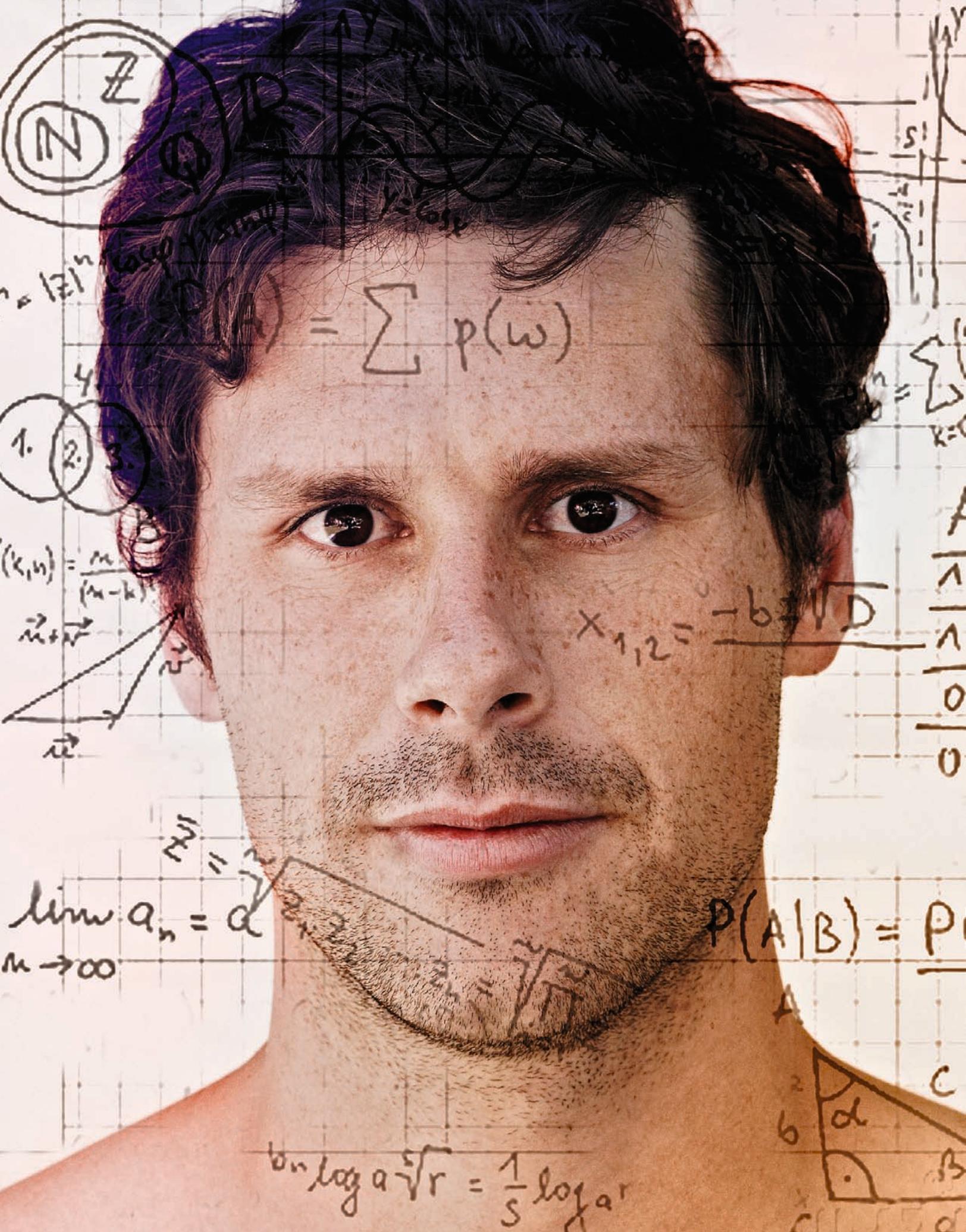
Yo no”, contesta, práctico, Beltrán. Le explico que se supone que el conocimiento genera riqueza, y que ahora está en boca de los políticos. ¿Quién le diría no a la investigación básica, a mejorar las condiciones económicas de los científicos, a potenciar el tejido investigador de este país, en medio de esta crisis global? “No hay una forma de garantizar que la gente haga investigación totalmente a gusto en España como ocurre en otros países. Hay una precariedad terrible en la ciencia, cuando se investiga con treinta y pico años y ni siquiera tienes Seguridad Social. Para que se avance bien, hay que tener a los investigadores con un sueldo digno, satisfechos y con los mismos derechos sociales que otros trabajadores”.

Álvaro Pelayo, de 33 años, saluda con fuerza, apretando la mano; su mirada, ojos claros tras sus gafas, es penetrante, intensa. Como profesor de la Universidad >

“En España hay una precariedad terrible en investigación”

CARLOS BELTRÁN. Madrileño. 31 años. Profesor en la Universidad de Cantabria.

En septiembre, la Real Sociedad Matemática le concedió el Premio José Luis Rubio de Francia para jóvenes matemáticos por resolver el problema 17 de la famosa lista de Smale –el científico estadounidense Stephen Smale enunció los 18 principales enigmas matemáticos a resolver en el siglo XXI–. Con España se muestra muy crítico: “Hay una precariedad terrible, cuando se investiga con treinta y pico años y ni siquiera tienes Seguridad Social”.

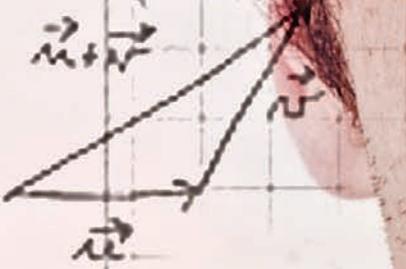


$$n = |Z| \cdot |N|$$

$$P(A) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$



$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

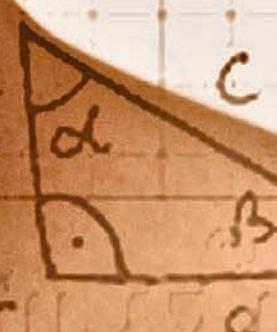


$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a$$

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$\log_a \sqrt[r]{a} = \frac{1}{r} \log_a a$$



“Hay problemas intuitivos, pero otras veces se vuelven muy abstractos, como en la matemática inversa”

ÁLVARO PELAYO. Madrileño. 33 años. Profesor de la Universidad de Washington en St. Louis.

La National Science Foundation de EE UU le ha concedido este año un premio a la mejor carrera precoz universitaria. Comparte su labor docente con la de investigador en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, el lugar donde trabajó Einstein. En 2009 recibió el Premio José Luis Rubio de Francia, de la Sociedad Matemática Española. Su especialidad: la geometría diferencial y simpléctica, asuntos complejos que él intenta acercar. “En matemáticas hay problemas que son intuitivos, pero otras veces se vuelven abstractos. Como en la matemática inversa, que trata de reconstruir algo a partir de una única propiedad. Como si a partir de mi voz pudieras reconstruir mi garganta”.

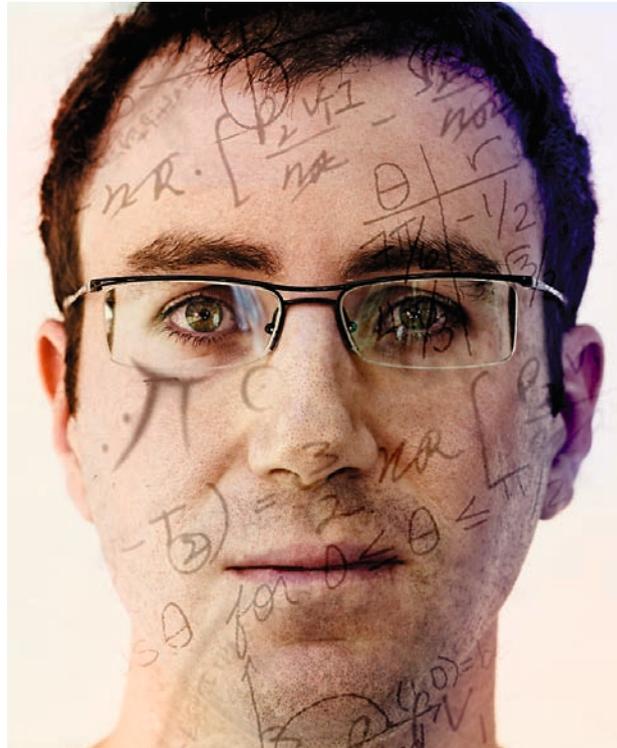
> de Washington en St. Louis (antes estuvo en Berkeley) ya acumula un currículum impresionante. La National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos acaba de concederle un premio a la mejor carrera precoz universitaria (en inglés, The Faculty Early Career Development, o CAREER), dotado con 457.000 dólares, para financiar sus investigaciones durante los próximos cinco años. Este madrileño, amable y reservado, también ha obtenido el Premio José Luis Rubio de Francia y comparte su labor de profesor con la de investigador en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, un bellissimo complejo independiente hermanado con el campus de la Universidad estadounidense; el lugar que eligió Einstein para continuar con su labor tras escapar de la Alemania nazi.

FÍSICOS QUE SE HAN CONVERTIDO en leyendas como Freeman Dyson acuden allí a tomar el té. “Es un gran honor e impresiona un poco trabajar en el lugar donde lo hizo Einstein. Mi despacho está dos despachos después del de Einstein, a unos pocos metros. Pero hay tanta gente brillante en el instituto que apenas se hace énfasis en ello...”. Pelayo habla de gigantes como el húngaro John Von Neuman, uno de los padres de la computación, y otro austrohúngaro, Kurt Godel, quizá el máximo matemático de la lógica, quien llegó a decir: “O

“ES UN HONOR E IMPRESIONA TRABAJAR EN EL MISMO LUGAR DONDE LO HIZO EINSTEIN”

las matemáticas son demasiado grandes para la mente humana, o la mente humana es más que una máquina”.

Pelayo está viviendo su particular sueño. Le gusta dar paseos por un bosque muy cercano al instituto. Investiga en geometría diferencial y simpléctica, y en dinámica, asuntos muy complejos que intenta desgranar de la manera más sencilla: “Tene-



mos un flotador de piscina y señalamos dos puntos en el flotador. ¿Cuál es el camino más corto entre esos dos puntos? Descubres que no es tan sencillo al tratarse de un espacio curvado”. Hay que echar mano de cálculo diferencial. “En matemáticas hay problemas que son intuitivos, como decir que el área de un triángulo es la mitad del área del cuadrilátero que forma si añades otro triángulo igual. Pero hay otros que no. Las matemáticas se vuelven entonces más abstractas”.

Como ejemplo pone la “matemática inversa”, que no es otra cosa que reconstruir algo a partir de una única propiedad. Imagine un conjunto de moléculas bailando en una habitación. El científico solo conoce su espectro (la radiación que emiten). Y tiene que reconstruir el sistema completo. “Es como si a partir de mi voz pudieras reconstruir mi garganta”, dice Pelayo. Su área

de estudio tiene diversas aplicaciones, como robótica, la física de plasmas y la espectroscopia molecular.

Pelayo lleva 10 años fuera de España. Se educó en la Universidad Complutense, donde se sintió siempre valorado como estudiante. Y también en EE UU, donde su investigación fue tenida en cuenta “desde el principio”. La Real Sociedad Matemática Española lo reconoció, “y eso para mí ha sido un gran incentivo”. Pelayo no duda en afirmar que se

siente un privilegiado, con unas condiciones de trabajo “fabulosas”, y cuenta con humildad no estar familiarizado con la situación de la investigación en España. Pero no duda en afirmar rotundamente que el nivel de los matemáticos aquí “es muy alto”, y que España es ya una singular potencia, alimentada por muchos jóvenes de talento. Añade que en el oficio de matemático, y sobre todo al principio, hay que ser constante. “Hay un periodo largo de tiempo en el que no tienes resultados, pero hay que disfrutar cada minuto y cada momento”.

EL BRILLANTE matemático John Nash, nobel de Economía 1994, que sufría esquizofrenia y que

fue popularizado por Russell Crowe en el filme *Una mente maravillosa*, de Ron Howard, lanzó varios desafíos que no resolvió. Entre ellos figuraba un problema de geometría que trataba de comprender cómo un objeto se colapsaba hasta formar lo que los matemáticos llaman una singularidad, de donde surge de forma abrupta una nueva entidad geométrica. “Nash era muy brillante, y propuso este problema, el de los arcos de Nash, en la década de los sesenta”, afirma María Pe Pereira. A sus 30 años, esta burgalesa y su colega Javier Fernández de Bobadilla resolvieron el enigma, que estuvo más de medio siglo estancado. Ella habla con voz tranquila, sin ninguna presunción, casi como de puntillas. Pe Pereira obtuvo su doctorado en la Universidad Complutense de Madrid. Ahora disfruta de una beca de Caja Madrid en el Instituto de Matemáticas de Jussieu, en París. Sin embargo, logro tan brillante tampoco da seguridad en España. “No nos podemos quejar. Asumimos que es una carrera >

> de fondo y que durante unos años tendremos que estar con becas y contratos temporales. Ahora con la crisis el panorama es bastante más desolador. Parece que las plazas se amortizan y que no habrá nuevas plazas en los próximos años”.

LOS OBJETOS QUE PE PEREIRA estudia surgen en la naturaleza, y su compleja geometría es una abstracción llena de belleza. Las herramientas de las matemáticas que ella utiliza están ahí para descifrar aspectos complejos de esa geometría. Ella proporciona las vías que otros matemáticos pueden emplear para aplicar modelos y estudiar fenómenos, para predecir su comportamiento... Como los huracanes, que se forman de manera abrupta, pero llevan dentro, en su ojo, matemáticas y geometría, ecuaciones... Como los agujeros negros, objetos supermasivos que hunden el espacio/tiempo hasta romperlo, produciendo una singularidad geométrica.

Y surge la tentación: intentar acotar la crisis económica como singularidad, como un caos surgido de forma abrupta, que nos envuelve y que muy pocos comprendemos. Es una tentación inevitable. ¿Cuál es la respuesta de una matemática? “Somos muy dependientes de los mercados. Hay una crisis, sí, pero es difícil entender lo que pasa, y por qué la tenemos que sufrir todos. No parece deseable un sistema tan macroscópico en el que no tengamos ningún control en nuestro entorno de lo que va a ocurrir”, dice Pe Pereira.

Y otra tentación de actualidad: ¿qué opina del estereotipo que considera que las matemáticas no van con las mujeres?

“En la carrera”, dice, “hay un 50% de mujeres, aunque después no hay tantas que continúen en la investigación”. Y explica: “Quizá persisten matices en la educación y en la cultura que hace que a las mujeres no se nos vea en carreras más técnicas o de dedicación más intelectual. Tenemos más presión para llevar una vida más social”. No es en absoluto su caso. Pe Pereira participó en las olimpiadas de matemáticas en dos ocasiones, cuando cursaba 8º de EGB (la antigua Educación General

Básica) y en la olimpiada del antiguo COU, donde obtuvo la medalla de oro. Está convencida de que la percepción de las matemáticas como un desafío fascinante que engancha depende fundamentalmente de lo buenos que sean los profesores. Pe Pereira cree que el 90% de la gente podría disfrutar con la belleza de esta disciplina, igual que con la música clásica; que es cuestión de educación y tradición. “Otra cosa es que quieran dedicarse a probar teoremas o a componer...”.

Eulalia Nualart, barcelonesa de 36 años, trabaja desde 2002 como investigadora en la Universidad de París 13. Publica en revistas norteamericanas como *Annals of Probability* y ha colaborado con diversos colegas de EE UU y Suiza. Es abierta, extrovertida, independiente, nada que ver con otro prejuicio: el del ma-

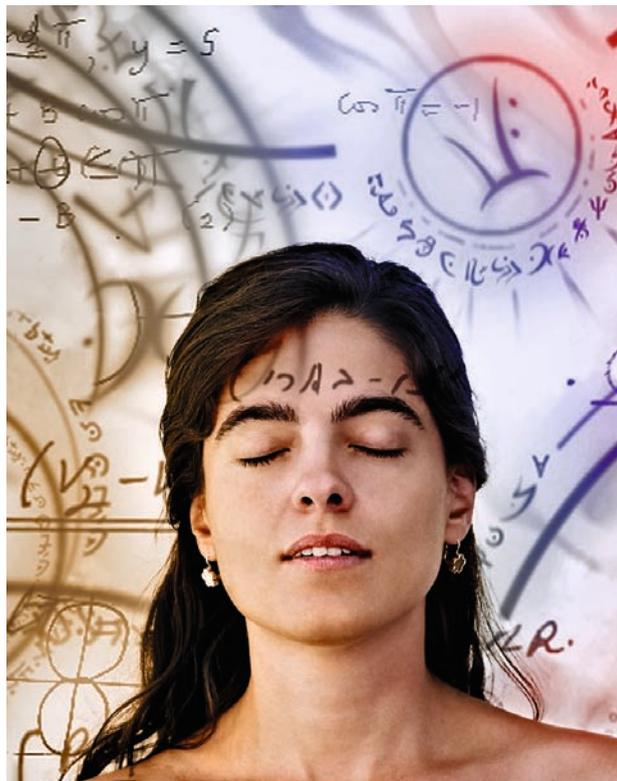
temático hermético y asocial. “Mi campo es la probabilidad. Trabajo con ecuaciones que vienen de la física, pero a las que hemos dado un sentido matemático, como las ecuaciones del calor o de las ondas”. También ha colaborado puntualmente con el Centro de Energías Renovables de Navarra (CENER) para predecir la velocidad máxima de un punto y colocar en el lugar

“EN LA CARRERA HAY UN 50% DE MUJERES. LUEGO NO HAY TANTAS QUE SIGAN INVESTIGANDO”

adecuado un molino de viento. A veces hay una gran distancia entre lo que desea una empresa y lo que el matemático puede aportar. Pero fue una experiencia provechosa. “Teníamos que definir un intervalo de velocidad mínima y máxima de viento para colocar la resistencia en ese molino. Hicimos un programa de simulación”.

EL CAMPO DE LAS PROBABILIDADES abarca, por supuesto, a las finanzas. Y visto el caos en el que estamos sumergidos, la pregunta es casi obligada: ¿se podía anticipar esta crisis? “Yo creo que era predecible. Era obvio”. Y explica. “La probabilidad de un colapso aumenta al trabajar con muchas variables. Los modelos financieros tienen un margen de error, el cual termina siendo muy grande. Parece que hay un abismo entre lo que dicta el juicio matemático y la realidad financiera. Las necesidades de un mundo real a veces están lejos de lo que un matemático puede hacer. La avaricia es una cosa que las matemáticas no pueden controlar”.

Nualart admite que muchos colegas corren el riesgo de encerrarse en sus castillos de cristal hasta resolver un teorema. Los premios no le interesan demasiado. Ella tiene los pies en la tierra. No quiere aislarse. Han transcurrido 10 años desde los atentados de las Torres Gemelas. El mundo está cambiando. “Y no a mejor”, asegura. >



“No parece deseable un sistema tan macroscópico en el que no tengamos ningún control en nuestro entorno de lo que va a ocurrir”

MARÍA PE PEREIRA. Burgalesa. 30 años. Investigadora en el Instituto de Matemáticas de Jussieu, en París.

Se doctoró en la Complutense de Madrid. Ahora disfruta de una beca de Caja Madrid en el Instituto de Matemáticas de Jussieu, en París. Junto a Javier Fernández de Bobadilla, ha resuelto una conjetura planteada en los años sesenta por John Nash, nobel de Economía en 1994 que alcanzó la fama a raíz de la película ‘Una mente maravillosa’, protagonizada por Russell Crowe y que contaba su vida. María Pe Pereira analiza la crisis en estos términos: “Es difícil entender lo que pasa y por qué la tenemos que sufrir todos. No parece deseable un sistema tan macroscópico en el que no tengamos ningún control en nuestro entorno de lo que va a ocurrir”.

“Ahora que esperamos que los políticos hagan algo para resolver la situación, la respuesta es muy decepcionante”

PABLO MIRA. Murciano, 34 años. Profesor en la Universidad Politécnica de Cartagena.

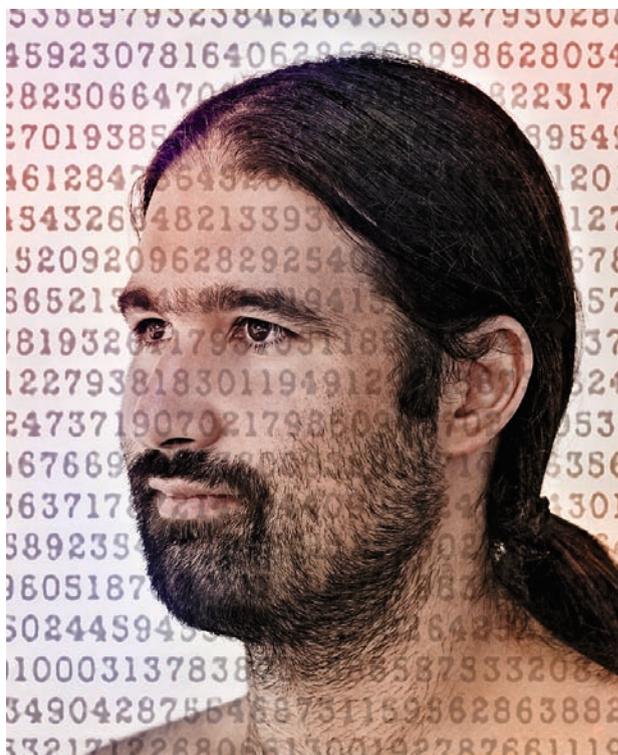
Es hijo de matemáticos. Entre sus principales logros últimamente figura la conferencia que le invitaron a dar, junto a su compañera de trabajo Isabel Fernández, en el International Congress of Mathematicians –algo así como el templo mundial de la materia– celebrado en India en verano de 2010. También cuenta con el Premio José Luis Rubio de Francia por sus aportaciones en análisis geométrico. En su carácter destaca su enérgico optimismo. “Ahora que esperamos que los políticos hagan algo para resolver la situación, la respuesta es muy decepcionante. Entiendo perfectamente todo el movimiento de los indignados. La gente se siente impotente”.

> “La desigualdad está creciendo. Y en España la crisis se nota en el ambiente, en las conversaciones”. “Cuando hablo con mi madre, me saca continuamente las *ratalladas* [recortes, en catalán]. Después de 15 años en el extranjero, uno nota bien esas cosas cuando vienes aquí”.

NUALART TRABAJA EN LOS SUBURBIOS de París, donde bandas de jóvenes han quemado coches. Muchos de ellos son inmigrantes, dice, “que no se han adaptado al sistema”; pero a renglón seguido matiza: “Tengo otros colegas de Túnez y Marruecos que están integradísimos”. Nualart comprende las reivindicaciones de los indignados españoles y su derecho a manifestarse. “En Francia subieron la jubilación de 60 a 62 años y estuvieron en huelga meses. Allí se queja todo el mundo. Tenemos huelgas una vez al mes. Y su sistema social es mucho mejor que el español”. En medio de esos contrastes subsiste la irritación por lo que sucede aquí cuando un joven acaba la carrera, hace una tesis y no hay plazas. “Te encuentras a los 30 años cobrando una miseria por haber querido hacer una tesis, una investigación. He intentado volver, pero no hay plazas. En España no se valora el mérito científico. No dan suficiente dinero para investigación. En Francia se abre un número enorme de plazas cada año para profesores de universidad. Aquí es con cuentagotas”.

“A PESAR DE TODO, TENEMOS UNA GRAN VENTAJA. NUESTRA INVESTIGACIÓN ES BARATA”

Mientras estaba en Japón, Pablo Mira, murciano, recibió uno de esos correos electrónicos que, si tienes 33 años, pueden cambiar tu vida. “Me invitaron a dar una conferencia en el último congreso mundial de matemáticos en India, el verano pasado. Creí que era un *spam* y estuve a punto de borrarlo. Lo pinché y me llevé la sorpresa. Me dije: esto es algo gordo”. El ICM (siglas



en inglés de International Congress of Mathematicians) es como el templo mundial de las matemáticas. Su comité concede la Medalla Fields, equivalente al Premio Nobel. Dar una conferencia allí significa que “uno ha hecho algo relevante”. Mira lo dice sin ápice de arrogancia; es un hombre risueño, abierto, simpático. Un apasionado del cómic gracias a que su tío le dejó 5.000 tebeos. Y le encantan los juegos de mesa. No se olvida de citar a su compañera de trabajo Isabel Fernández, a la que también llamaron del ICM. Las invitaciones a matemáticos españoles a uno de estos congresos en el extranjero son escasísimas. El título de su presentación fue *Superficies de curvatura media constante en geometrías de Thurston*. Y, claro, surge rápida la pregunta: ¿en qué consiste? Resumiendo mucho: “Una de las aplicaciones sirve para describir fenóme-

nos de relatividad general de Einstein. Otra de las más típicas es la arquitectura, como el estadio olímpico de Múnich”.

Ese estadio posee una carpa excepcionalmente bella con una impresionante caída, sustentada por una serie de vigas y cables de acero. Casi parece una gran telaraña cortada que se retuerce. “Es muy ligera. Minimiza el área de una superficie curva y sostiene mejor su peso. Da una sensación de levedad”. Continuando en el plano arquitectónico, Mira sugiere fijarse en el tránsito del románico al gótico, con los arcos apuntados, las innovaciones técnicas. De ser oscuras y pesadas, las catedrales se hicieron más altas y luminosas. Se transformaron. Todo por la comprensión de una forma geométrica distinta de la circunferencia. A medida que la estructura se complica, también lo hace su geometría. En biología, una membrana separa dos fluidos. Hay también una geometría implicada. Las formas de los cristales. Su campo de trabajo es teórico, pero las aplicaciones están a la vista.

MIRA ES PROFESOR de la Universidad Politécnica de Cartagena. ¿Qué opina

él del nivel de las matemáticas españolas? “Me lo preguntaron hace dos años. Estábamos en un momento muy positivo a nivel nacional. Se estaban creando institutos de investigación, había varias formas de acceder a un puesto de responsabilidad mediante programas como el Ramón y Cajal. Era un momento muy bueno y fructífero”. ¿Y ahora? “Empiezan los recortes de dinero. El miedo está en ver hasta dónde llegan”. En su opinión, la clase política deja mucho que desear. “Cuando las cosas han ido bien no nos hemos fijado tanto en los políticos, pero ahora lo que esperamos de ellos es que hagan algo para resolverlo, y la respuesta es muy decepcionante. Entiendo perfectamente todo el movimiento de los indignados. La gente se siente impotente”.

A pesar de todo, los matemáticos cuentan con una ventaja. “Somos muy baratos”, concluye Mira. Tiza y pizarra, unos recursos informáticos mínimos, disponibilidad para viajar a otros lugares y aprender. Y talento que cultivar... ●

