Entrevista a Carlos Beltrán Álvarez, Premio José Luis Rubio de Francia 2010

por

José Manuel Bayod Bayod

La Real Sociedad Matemática Española ha concedido el premio José Luis Rubio de Francia 2010 a Carlos Beltrán Álvarez, de la Universidad de Cantabria. La argumentación del jurado destaca en especial el resultado conseguido por el galardonado en un trabajo conjunto con su director de tesis, Luis Miguel Pardo, de la misma universidad[1], en el que resolvieron de modo afirmativo, con un algoritmo probabilista, el problema 17 de la famosa lista de 18 problemas propuesta por Steve Smale (medalla Fields 1966) para el siglo XXI[2]. El enunciado del problema 17 es «Para un sistema de n ecuaciones polinomiales con n variables en el campo complejo, ¿se puede encontrar un algoritmo uniforme que lo resuelva de manera aproximada y que funcione en tiempo polinomial en media?».

También resalta el jurado la variedad de las técnicas matemáticas que Carlos Beltrán maneja a muy alto nivel. Y concluye diciendo que las matemáticas que está haciendo en la actualidad determinarán el futuro de la disciplina.

Carlos Beltrán Álvarez es licenciado en Matemáticas por la Universidad de Cantabria desde 2002 y doctor en Matemáticas por la misma universidad desde 2006, con una tesis titulada *Sobre el problema 17 de Smale: teoría de la Intersección y Geometría Integral* y dirigida por Luis Miguel Pardo Vasallo, con quien no ha dejado de colaborar desde entonces. Tras doctorarse pasó dos años en la Universidad de Toronto (Canadá), como *Postdoctoral Fellow*, donde trabajó principalmente con Michael Shub. A continuación volvió a su *alma máter* y en la actualidad ocupa una plaza de Profesor Contratado Doctor en el área de Análisis Matemático.

Entrevistar a Carlos para La Gaceta por haber recibido este premio es, por una parte, un placer y, por otra, un motivo de nostalgia, porque explica con soltura y de forma inteligible problemas complicados y porque recuerda en muchos aspectos de su físico (aunque no en su mata de pelo) y de su personalidad al añorado José Luis Rubio de Francia, que da nombre al galardón.

[1] C. Beltrán y L.M. Pardo, On Smale's 17th problem: a probabilistic positive solution, *Found. Comput. Math.* **8** (2008), no. 1, 1–43. Ver también el teorema 1.1 en el artículo, de los mismos autores, Smale's 17th problem: average polynomial time to compute affine and projective solutions, *J. Amer. Math. Soc.* **22** (2009), 363–385.

[2] S. Smale, Problemas matemáticos para el próximo siglo, *La Gaceta de la RSME* **3** (2000), no. 3, 413–434. El original en inglés puede consultarse en Mathematical problems for the next century, *Math. Intelligencer* **20** (1998), no. 2, 7–15; o en `http://www6.cityu.edu.hk/ma/people/smale/pap104.pdf`.

José Manuel Bayod: Creo que lo primero que la mayoría de los lectores de La Gaceta **esperan de esta entrevista es que nos expliques, de forma asequible para un matemático no especializado en estos temas, en qué consiste el problema número 17 de Smale.**

Carlos Beltrán: Se trata de calcular aproximadamente ceros de sistemas de ecuaciones polinomiales. Un problema bastante clásico, en realidad, solo que Smale lo enfoca desde el punto de vista moderno de la computación. Más concretamente, dados n polinomios $f_1, \dots, f_n$ en n variables complejas, el problema pedía encontrar un algoritmo tal que:

- Nos lleve a un *cero aproximado* $z_0 \in \mathbb{C}^n$ del sistema $f = (f_1, \dots, f_n)$. Lo de «cero aproximado» hay que entenderlo en el sentido de que el método de Newton (el de «toda la vida») $z \mapsto z - Df(z)^{-1}f(z)$, comenzando la iteración en $z = z_0$, converja cuadráticamente (i.e., doblando en cada iteración el número de bits correctos) a un cero exacto del sistema, esto es, un elemento $\zeta \in \mathbb{C}^n$ tal que $f_1(\zeta) = \cdots = f_n(\zeta) = 0$.
- Su tiempo de ejecución sea *polinomial en el tamaño del input*, en media. Esto quiere decir que si consideramos sistemas de ecuaciones dados «al azar» (de acuerdo con una cierta distribución de probabilidad llamada de Bombieri-Weyl o de Kostlan), el número de operaciones aritméticas que realiza el algoritmo debe poder acotarse, en media, por un polinomio que depende del tamaño del input (esto es, el número de monomios de f). En Teoría de Complejidad, ésta es la definición usual de un algoritmo «eficaz».
- Sea un algoritmo *uniforme*. Un algoritmo uniforme es lo que cualquier matemático no especialista en Complejidad llamaría simplemente un algoritmo,

esto es, una secuencia de instrucciones precisas que acaban proporcionándonos una respuesta. En el contexto del problema 17, Smale pide que el algoritmo no necesite de ninguna información dada por el usuario, esto es, que recibido el sistema de ecuaciones se ponga a trabajar hasta que lo resuelva sin necesidad de preguntarnos nada. En los 90, Steve Smale y Mike Shub diseñaron juntos un algoritmo «no uniforme» para este problema. Les faltaba solo un cierto dato inicial, que demostraron que existía pero no pudieron encontrar. Como si en una ecuación diferencial ordinaria nos faltasen las condiciones iniciales, pero supiésemos que hay unas que nos llevarán a donde queremos. Al no hallar dicho dato inicial, Smale introdujo el problema en su lista, y con lo de «uniforme» enfatizó que se buscaba un algoritmo en el sentido más extendido de la palabra.

Este problema hay que entenderlo dentro de un cierto marco: todos los días, con fines prácticos, se resuelven (al menos aparentemente) sistemas de ecuaciones enormes utilizando paquetes de software eurísticos. Un objetivo de estudiar este problema es tratar de dotar de rigor matemático a estos métodos. Una analogía razonable es la búsqueda de valores y vectores propios, un problema con incontables aplicaciones prácticas: todo el mundo sabe que hay métodos (pongamos, QR iterado «con shift») que calculan los valores propios. Sorprendentemente, no existe ningún resultado matemático que garantice de una forma satisfactoria que alguno de estos métodos funciona siempre —o casi siempre— y que acote el número de iteraciones que se necesitan. ¡Pero eso no impide que los métodos funcionen en la práctica! Algo así era la situación con los sistemas de ecuaciones polinomiales cuando Smale enunció su problema.

JMB: Y ahora más difícil todavía, ¿en qué consistió la solución que obtuvisteis?

CB: Los métodos que en la práctica resultan más exitosos para resolver sistemas de ecuaciones (polinomiales o no) con muchas variables son los llamados métodos de homotopía. Consisten en lo siguiente:

1. Llamemos f al sistema que queremos resolver. Consideremos otro sistema g que sea sencillo, en el sentido de que tenga una solución conocida $\zeta_{(0)}$ (por ejemplo, puede ser $g = (g_1, \dots, g_n)$ con $g_i = x_i$ y solución $\zeta_{(0)} = (0, \dots, 0)$). Ahora debemos unir g con f con algún camino $f_{(t)}$ tal que $f_{(0)} = g$, $f_{(1)} = f$. Esto es posible porque los sistemas polinomiales de grado fijo forman un espacio vectorial (se pueden sumar monomio a monomio y multiplicar por un escalar); eso sí, debemos elegir un g tal que el grado de cada uno de sus polinomios sea menor o igual que el grado de los correspondientes polinomios de f. De este modo, no nos salimos del espacio vectorial y podemos tomar por ejemplo el segmento $f_{(t)} = (1-t)g + tf$.
2. Ahora consideremos el conjunto $V = \{(h, z) : z \text{ es un cero de } h\}$, que es una subvariedad diferencial y a la vez algebraica del espacio producto $\{\textit{sistemas}\} \times \{\textit{vectores}\}$, llamado comúnmente la *variedad solución*. Dado que la curva $f_{(t)}$

está contenida en el espacio de sistemas, podemos suponer que existe un «levantamiento», esto es, que el camino $f_{(t)}$ puede ser levantado a un camino $(f_{(t)}, \zeta_{(t)}) \subseteq V$. Por tanto, se deberá satisfacer que $f_{(t)}(\zeta_{(t)}) = 0$. Derivando esta expresión con respecto al tiempo se obtiene una ecuación diferencial ordinaria para $\zeta_{(t)}$. Como además tenemos las condiciones iniciales (dadas por $\zeta_{(0)}$), podemos seguir la curva utilizando métodos estándar de ecuaciones diferenciales para aproximar la solución $\zeta_{(1)}$ de $f_{(1)} = f$. En la práctica, se combinan un método tipo Runge-Kutta o Euler con el método de Newton para mantenernos cerca del camino.

Esto es una forma algo sofisticada de mejorar el simple algoritmo de «tomar vectores al azar e iterar unas pocas veces el operador de Newton para ver si converge a algún sitio». Claro, para que todo esto funcione hay que precisar muchas cosas, principalmente: el método que se usa para resolver la ecuación diferencial, la existencia de un levantamiento, el par inicial $(g, \zeta_{(0)})$ y el camino $f_{(t)}$ que se elige. En la práctica, después de muchos años de experiencia, los algoritmos que utilizan argumentos eurísticos parecen funcionar en bastantes ocasiones, pero no se entiende bien cuándo funcionan y cuándo no, y hay ocasiones en que producen respuestas equivocadas —debido a «saltos» de un camino a otro, posibles porque los sistemas de ecuaciones tienen varias soluciones en general— y no hay manera de detectarlo. Uno de los objetivos del estudio matemático de algoritmos es clarificar los puntos oscuros de los métodos eurísticos.

El propio Smale, en colaboración con Shub, respondió a la pregunta de qué método usar para seguir la ecuación diferencial. Fue este método el que utilizamos Luis Miguel Pardo y yo para resolver el problema 17; posteriormente este algoritmo fue mejorado por el mismo Shub, Anton Leykin, Jean Pierre Dedieu, Gregorio Malajovich, Felipe Cucker, Peter Burgisser y yo mismo en una serie de trabajos de unos y otros. Ahora mismo se puede decir que este punto se entiende bastante bien, lo que no es evidente pues para resolver el problema 17 debemos no solo asegurar que nuestro método funciona, sino poder contar el número total de operaciones aritméticas que requiere.

La parte difícil, porque no había muchas pistas que seguir, era cómo elegir el par inicial $(g, \zeta_{(0)})$. Esto es precisamente lo que hicimos Luis Miguel y yo. Resolvimos el problema en dos pasos:

1. Primero demostramos que si elegíamos un sistema g al azar (con respecto a la distribución de Bombieri-Weyl) y después escogíamos, también al azar, una solución $\zeta_{(0)}$ de g (dando a todas la misma posibilidad de ser elegidas), entonces el par $(g, \zeta_{(0)})$ era, con alta probabilidad, un buen candidato[3] para par inicial del método de homotopía (utilizando al homotopía lineal $f_{(t)} = (1-t)g + tf$). Esto lo hicimos utilizando ténicas de integración en variedades riemannianas que aprendimos de los artículos de Shub y Smale, y, muy particularmente, teoremas de Geometría Integral y una potente técnica de integración debida a Federer: la fórmula de la coárea.

[3] En el sentido de que cumplía lo requerido por el problema 17 de Smale, esto es tiempo de resolución polinomial en media.

2. Quedará claro que el primer punto no resuelve el problema: escoger un cero al azar de un sistema de ecuaciones elegido al azar parece una tarea difícil, sobre todo porque se supone que estamos intentando aprender a resolver sistemas de ecuaciones... Uno puede pensar al revés: escojamos primero una solución y luego un sistema (usando que los sistemas que se anulan en un determinado lugar son un subespacio lineal del conjunto total de sistemas). Lamentablemente estos dos procesos no son equivalentes, del mismo modo que no es equivalente escoger una pastelería al azar en España y entonces escoger al azar uno de sus pasteles, que escoger al azar un tipo concreto de pastel y entonces escoger una pastelería que lo venda: seguramente no terminamos con el mismo pastel (o con la misma distribución de pasteles, deberíamos decir). Luis Miguel y yo encontramos una forma de hacer esto que sí funciona. En pocas palabras es así: primero se escoge al azar una matriz de tamaño $n \times (n+1)$. Con probabilidad uno, su núcleo tiene dimensión 1. Tomamos un representante de ese núcleo como nuestra solución $\zeta_{(0)}$, y tomamos g tal que su «parte lineal» está representada por la matriz escogida, añadiendo un término no-lineal elegido al azar. Es difícil ser más preciso sin introducir un par de páginas de notación, pero el caso es que se puede demostrar que este proceso, sencillo de implementar en un ordenador, es equivalente a elegir un cero al azar de un sistema de ecuaciones elegido al azar.

Hay un detalle técnico que me he dejado para el final, y por el que he tenido que ser poco preciso en la explicación anterior: uno tiene que homogeneizar primero el problema, de forma que cada uno de los polinomios debe convertirse en homogéneo (esto es, que todos los monomios tengan el mismo grado) introduciendo una variable extra, y las soluciones no serán puntos de $\mathbb{C}^n$ sino puntos del espacio proyectivo complejo $\mathbb{P}(\mathbb{C}^{n+1})$. Luego, para pasar de soluciones proyectivas a soluciones afines, hay que acotar la norma de éstas, lo que también requiere de algunos cálculos. Con esto, todo lo dicho va como la seda[4].

JMB: Como queda claro de tu explicación y ya hizo notar el jurado del premio, se usan técnicas de campos aparentemente alejados entre sí. Tengo curiosidad por saber si con anterioridad a atacar este problema ya habíais trabajado (tú o tu director de tesis) con las técnicas que aparecen en la solución o, por el contrario, a medida que fuisteis intuyendo la conveniencia de utilizarlas te adentrabas en todo lo que te hacía falta.

CB: Luis Miguel ha trabajado en muchas cosas distintas y sin duda sabe (y sabía cuando empezamos) de muchos temas diferentes. En mi caso, aparte de estudiar, me paso la vida preguntando a los colegas. Tengo la suerte de que muchos colegas me han ayudado a introducirme en temas que de otro modo me habría costado horrores tocar, a veces respondiendo pacientemente a las preguntas más tontas, por lo que les estoy muy agradecido. Cuando estudio un problema no tengo prejuicios sobre

[4]La última versión de nuestro resultado, Fast linear homotopy to find approximate zeros of polynomial systems, está publicada en la revista *Foundations of Computational Mathematics* **11** (2010), 95–129.

qué técnicas utilizar, lo que me lleva a veces a pasar meses tratando de entender el capítulo 1 de un libro de cualquier cosa, y así me pasó también con las técnicas del problema 17: todo sobre la marcha. La verdad es que me gusta mucho aprender cosas nuevas, aunque debido a mi mala memoria no las recuerdo durante mucho tiempo.

JMB: ¿En qué temas estás trabajando en la actualidad?, ¿qué problemas te interesan y te gustaría dedicarles tiempo en el futuro, aunque no sea a corto plazo?

CB: Últimamente me atrae mucho la optimización global, en particular el problema de los puntos elípticos de Fekete: se trata de N puntos en la esfera (la de toda la vida, vamos, la esfera unidad en $\mathbb{R}^3$) que maximizan el producto de sus distancias mutuas. Es un problema con ramificaciones en muchos campos de las Matemáticas, y sorprendentemente difícil de resover numéricamente debido a que (aparentemente) existe una cantidad ingente de máximos locales para N mayor que 30 o 40. Me gusta este problema porque es muy fácil de enunciar y muy difícil de resolver, y porque las pocas cosas que se saben son fascinantes. Hice mis pinitos en este problema con Mike Shub y Diego Armentano al final de mi estancia en Toronto, y últimamente he conseguido algunos modestos resultados por mi cuenta.

También estoy pensando en otro tema que salió a raíz de dos artículos, uno de Mike y otro mío con él, y que luego hemos trabajado con Jean Pierre Dedieu, Gregorio Malajovich y Paola Boito: lo llamamos *self-convexity*. Pongamos que en una variedad riemanniana tenemos una función no-negativa, y multiplicamos la métrica de la variedad por dicha función, obteniendo una nueva métrica. ¿Será la función —o incluso su logaritmo— convexa a lo largo de geodésicas en esta nueva métrica? La respuesta es sí cuando la función es $(x, y) \mapsto y^{-2}$ definida en el semiplano superior (la métrica resultante proporciona el Plano de Poincaré), y también cuando la función manda cada punto del interior del círculo unidad en el plano al cuadrado del inverso de la distancia a la circunferencia unidad (la métrica resultante es otro modelo del espacio hiperbólico). Parece algo descabellado que una propiedad tan particular se satisfaga excepto tal vez en situaciones creadas ad hoc. Sin embargo, resulta que:

- La función que manda una matriz a la norma de operador de su inversa (un objeto clave de estudio en el Álgebra Lineal Numérica) satisface esta propiedad. Aparte de poder ser interesante por su aspecto geométrico, esta clase de resultados tienen relevancia desde el punto de vista de la complejidad de algoritmos numéricos (que es por lo que nos metimos en ello originalmente).
- La función que manda $x \in \mathbb{R}^n$ al cuadrado del inverso de la distancia a una subvariedad diferenciable de $\mathbb{R}^n$ también satisface esta propiedad... en los puntos en que es diferenciable. Este caso no engloba al anterior precisamente por el tema de la diferenciabilidad, pero generaliza el plano de Poincaré permitiendo que el «lugar prohibido» sea una subvariedad cualquiera, no necesariamente una recta.

De alguna manera este concepto de «auto-convexidad» generaliza a la vez resultados de convexidad clásicos en Optimización con otros de Geometría Hiperbólica. Me gustaría entender esto más profundamente.

JMB: Háblanos un poco del grupo de investigación de la Universidad de Cantabria en el que te has formado y al que ahora perteneces.

CB: El grupo de investigación al que pertenezco, liderado por Luis Miguel Pardo, es muy variado y en él se hacen cosas muy diversas. Antes de entrar en este grupo, durante el último año de carrera, estuve colaborando con Tomás Recio en demostración automática de teoremas —sin duda, recibiendo información más que aportando algo— y quiero agradecer a Tomás que me diese esa oportunidad de poner un primer pie en el mundo de la investigación en Matemáticas. En la Universidad de Cantabria he colaborado sobre todo con Luis Miguel y puedo decir que ha sido una gozada: los dos disfrutamos con el mismo tipo de problema; es difícil de describir en qué consiste pero nuestros gustos coinciden, y muchas veces pensamos de una forma complementaria que me ha enriquecido mucho. Además de ser un excelente investigador, es una persona totalmente íntegra, honesta y comprometida con sus ideas, admirable en todos los sentidos. A lo largo de los años nos hemos hecho muy amigos y hemos mantenido una estrechísima colaboración que ha producido algunos de los trabajos que más me gustan de los que soy coautor. Luis Miguel se atreve con todo, y le da igual que un tema sea supuestamente de Álgebra, de Análisis, de Geometría o de Computación: cualquier cosa que tenga teoremas le puede interesar, y me ha pegado ese gusanillo a mí.

Aparte de eso, en mi departamento hay otros muchos colegas con los que, si bien no he llegado a colaborar, he mantenido cientos de conversaciones y discusiones matemáticas que me han servido de acicate y me han enseñado mucho.

JMB: Y de alguna de las personas que más te haya influido o con las que más relación tuviste durante tu estancia en la Universidad de Toronto.

CB: Durante mi estancia en Toronto tuve la suerte de conocer a muchos y muy buenos matemáticos que trabajaban allí o que estaban de visita, y entre ellos nombraría a Charles Pugh, que trabaja en Sistemas Dinámicos pero sabe de todo, y que explica las cosas con espectacular claridad; o a Enrique Pujals, brillante premio Ramanujan 2008, que pasaba la mitad del año en el IMPA donde también le estuve visitando. Pero, sin duda, para mí Toronto fue un lugar especial debido a la suerte enorme que tuve de entablar una gran amistad y una estupenda relación profesional con Mike Shub. En cuanto a las Matemáticas, Mike es todoterreno, lo entiende todo y casi siempre ve más allá que yo, incluso cuando le hablo de un tema sobre el que he pensado mucho. Ha sido un honor y una suerte trabajar con él; Mike disfruta mucho con las Matemáticas y uno disfruta también cuando las comparte con él. Además es una bellísima persona, culta y generosa. Eso sí, me costó dos meses entenderle porque tiene un terrible acento de Brooklyn; creo que la semana que llegué allí tuvo que repetirme algunas cosas 7 u 8 veces, y aun así me quedé sin entenderlas. Ahora solo me las tiene que decir una vez en persona, dos veces por skype.

JMB: La vida en Toronto durante el invierno debe de tener un especial atractivo...

CB: Cuando uno va a Canadá va mentalizado para el frío extremo, pero lo que de verdad me pilló por sorpresa fueron los 40 grados en agosto y los mosquitos en verano. Claro que, para mí, que me crié en la calurosísima Melilla y en la templada Santander, la cantidad de nieve y el frío que hay allí son lo más llamativo. En invierno, lo primero que hay que hacer por la mañana (por un lado, para poder salir y, por otro, porque si no lo haces te pueden multar) es quitar la nieve de la parte de acera que está enfrente de tu casa, que era de unos 6 metros de longitud en el caso de mi mujer y mío. Después, para llegar al trabajo, caminaba unos 20 minutos a través del *Kensington Market* (el barrio judío) y de *Chinatown*, a veces con las lágrimas congeladas, casi siempre protestando por los vecinos que no limpiaban su trocito de acera. Con el paso del tiempo lo voy idealizando, y a veces lo echo de menos. Los lagos y la naturaleza salvaje a pocos kilómetros de la ciudad me parecieron espectaculares.

JMB: ¿Cómo ves la formación de investigadores tal como está organizada en España, en comparación con la de otros centros extranjeros que conozcas? ¿Piensas que necesitamos profundas reformas y cambios de mentalidad, o que nuestra situación es homologable a la de los países con mucha más tradición en la investigación matemática?

CB: En España hay investigadores de primer nivel en todos los momentos de su carrera, incluido el de formación. Por supuesto, la tradición es importante, y en ese sentido es difícil competir con países como los Estados Unidos, Francia o Alemania, pero yo creo que, en general, lo principal a la hora de formarse es la motivación, la voluntad y el trabajo personal del estudiante. Y ha habido mucho trabajo en las últimas décadas en nuestro país, empezando por pioneros como José Luis Rubio de Francia, y siguiendo por otros muchos investigadores de todas nuestras universidades y centros de investigación. Creo que hoy se puede decir que España se ha hecho un hueco importante en el panorama mundial de investigación en Matemáticas, y que en nuestro país se hacen estudios de calidad comparable a los de los mejores lugares del mundo.

Sin embargo, hay cosas que obstaculizan este camino: las constantes reformas educativas, la increíble carga burocrática que deben soportar los investigadores (sencillamente inconcebible para, pongamos, un norteamericano), la falta de mecanismos de incentivación (muchas veces, un profesor universitario investiga por el gusto personal y por buscar el respeto de los colegas, no por la escasa recompensa económica que pueda tener en comparación con otras actividades más lucrativas y menos inciertas), la frecuente falta de sentido común en la medición de la calidad investigadora de un individuo (la medición «al peso» o los índices de impacto son «indicadores» tan fáciles de obtener como poco significativos), la falta de ética en la autoría de publicaciones (de la que afortunadamente, según mi experiencia, las Matemáticas se salvan, pero que campa a sus anchas en otras áreas, produciendo que a la lista de autores se añadan sistemáticamente unos cuantos nombres más), y por supuesto la dificultad de conseguir un salario digno y unas buenas condiciones laborales en la carrera investigadora, en ocasiones al margen de la valía personal. Estos elementos desmotivadores son los peores enemigos de la formación: hay profesores que tienen mucho que ofrecer y alumnos que estarían dispuestos a aprender, pero enfrentados a estos problemas todos pierden un poco la ilusión y al final esto repercute en la calidad de la formación.

JMB: ¿Cómo valoras la situación actual de los investigadores jóvenes en España?

CB: Vivimos en un país donde hordas de becarios hacen trabajos de investigación sin tener siquiera seguridad social, donde contratados por proyectos pueden estar trabajando decenas de años en un departamento encadenando trabajos temporales de un año sin acumular antigüedad y el día que se les acaba el contrato no les queda ningún derecho, donde los recién licenciados deben esperar a veces un año sentados en el banquillo antes de conseguir financiación para realizar la tesis doctoral. Todo esto me hace preguntarme ¿por qué las leyes permiten una mayor desprotección en el sector investigador que en casi cualquier otro tipo de trabajo? Dicho esto, también hay que señalar que hay muy buenas oportunidades ligadas a la investigación, como los contratos postdoctorales o los del Programa Ramón y Cajal del Ministerio de Ciencia e Innovación; personalmente he tenido la suerte de que siempre he encontrado un puesto de trabajo digno, pero conozco casos en que no ha sido así, y no precisamente debido a la falta de capacidad de las personas.

JMB: Tu mujer también trabaja en el ámbito científico y tenéis un hijo pequeño. Dinos tu opinión sobre los obstáculos que hay en nuestra sociedad para desarrollar una vida profesional plena sin que la vida personal se resienta.

CB: Conciliar la vida familiar y laboral creo que siempre ha sido difícil, a lo largo de todas las épocas, al menos en los casos en que los dos miembros de la pareja trabajan fuera de casa (y no digamos en familias monoparentales). En ese sentido, esta época no es una excepción, e indudablemente la llegada de los hijos cambia las prioridades vitales y complica algunos aspectos de la vida profesional, sobre todo en lo que se refiere a la movilidad y a la disponibilidad de tiempo. Nosotros nos apañamos con el apoyo de la familia, que tenemos la suerte de tener cerca, y sobre todo con mucha voluntad y esfuerzo. Eso sí, es un esfuerzo que le recomendaría a todo el mundo porque creo que tener hijos compensa con creces cualquier renuncia.

JMB: Enhorabuena por el premio y gracias por las detalladas explicaciones matemáticas que nos das y por compartir tus opiniones sobre el estado de la profesión de profesor/investigador.

CB: Muchas gracias a ti, José Manuel, y gracias también a La Gaceta. Quiero expresar también mi agradecimiento a la RSME y al jurado, así como a la Universidad Autónoma de Madrid y a la Universidad de Zaragoza por el patrocinio del premio José Luis Rubio de Francia.

José Manuel Bayod, Dpto. de Matemáticas, Estadística y Computación, Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, Av. de los Castros, s/n, 39005 Santander
Correo electrónico: `josemanuel.bayod@unican.es`