Entrevista a Luis Caffarelli, Steele Prize de la American Mathematical Society 2009

por

Juan Luis Vázquez

Hablamos hoy con Luis Ángel Caffarelli, quien ha recibido recientemente el Steele Prize de la American Mathematical Society como reconocimiento al conjunto de su trayectoria profesional. Es uno de los mejores expertos mundiales en el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales, difícil campo de las matemáticas donde raramente existe una fórmula exacta para expresar las soluciones, especialmente en las ecuaciones no lineales, lo cual lleva a usar los más variados recursos provenientes del análisis, la geometría y el algebra, pero también conceptos del mundo de las probabilidades o intuiciones de la física.

Nacido en Buenos Aires en 1948, cursó sus estudios doctorales en la Universidad de Buenos Aires en 1972 bajo la dirección de Calixto Calderón. En 1973 llegó a los Estados Unidos para realizar estudios de posgrado en la Universidad de Minnesota, que era entonces uno de los centros más prestigiosos en el estudio de las ecuaciones parciales, y donde yo empecé a colaborar con él durante mi primera estancia en 1982. Profesor desde 1979, hizo una estancia en el Courant Institute de Nueva York (1980–1982) que cimentó su creciente reputación. En una carrera fulgurante fue luego profesor en Chicago (1983–1986), el Courant Institute (1994–1997) y el Institute for Advanced Study de Princeton (1986–1996). Desde 1997 Luis Caffarelli es profesor en el Departamento de Matemáticas de la University of Texas at Austin. Con los años le han llegado variados reconocimientos: es miembro de la National Academy of Sciences (EEUU) y ha recibido los premios Bôcher Prize de la American Mathematical Society, Rolf Schock Prize de la Royal Swedish Academy of Sciences, y el ya citado Steele Prize de la AMS. Fue conferenciante plenario en el International Congress of Mathematics de Beijing, 2002; y en el Internacional Congress of Industrial and Applied Mathematics de Zurich, 2007.

Tiene numerosos colaboradores entre la elite de la matemática mundial en diversos países que visita con frecuencia, como su Argentina natal, Francia, Italia, y

también otros como Grecia, Suecia o China. Entre tales países se cuenta España, que ha visitado repetidamente desde 1987 y donde es Doctor Honoris Causa por la Universidad Autónoma de Madrid.

Juan Luis Vázquez: Querido Luis, en nombre de la Real Sociedad Matemática Española quiero agradecerte que hayas accedido a contestar algunas preguntas para *La Gaceta de la RSME* que nos permitan hacernos una idea más próxima de cómo se hizo y como vive un matemático que ha hecho tantas contribuciones a la ciencia. Para empezar, ¿podrías describirme el ambiente de tu juventud y cómo te condujo a ser matemático?, ¿fue una vocación irresistible o tuvo un desarrollo?

Luis Caffarelli: Nací y pasé mi juventud en la ciudad de Buenos Aires. Fue una juventud despreocupada durante un periodo relativamente próspero en la Argentina, en un tiempo, la década de los 60, en que había grandes expectativas de cambios y desarrollos científicos a nivel mundial. Siempre me atrajeron la ciencia y la tecnología de manera que tuve que elegir entre ingeniería, matemática o física. Durante aproximadamente un año y medio estudié matemática y física pero finalmente opté por la matemática. Me doctoré en la Universidad de Buenos Aires con una tesis dirigida por Calixto Calderón, y poco tiempo después fui a Minnesota con una beca posdoctoral.

JLV: ¿Quiénes fueron las personas o los sucesos que te llevaron a irte a los Estados Unidos?

LC: Mis profesores en Argentina me impulsaron a perfeccionarme en el exterior. Habiendo conocido a Gene Fabes y Nestor Riviere en Argentina, fui a Minnesota por un año, pero luego distintas circunstancias fueron posponiendo mi regreso.

JLV: ¿Qué hace que la Argentina haya producido y produzca aún tantos matemáticos brillantes?

LC: Hans Lewy me contaba que en los EEUU la investigación científica fue un producto de la postguerra. En aquel periodo la Argentina tuvo la fortuna de recibir un flujo importante de científicos europeos de primera línea (Santaló, Balanzat, Beppo Levi, entre los matemáticos) que sentaron las bases de un sistema de educación científica excepcional.

Se creó el CONICET, la carrera de investigador, las becas externas, la figura del profesor con dedicación exclusiva, en fin, un sistema que aún seguimos usufructuando entre tantos altibajos económicos.

JLV: ¿Puedes describirnos tus recuerdos sobre tus primeros años de matemático en EEUU en los años 70 y principios de los 80? ¿Qué es lo que hace que el sistema en el que tú te desarrollaste sea tan efectivo en estimular el talento creativo?

LC: Al llegar a EEUU me encontré con una gran oportunidad, visto en perspectiva. Había entonces, en el llamado Midwest que tú bien conoces (universidades como Minnesota, Madison, Northwestern, Michigan), un grupo de gente joven que estaba

Luis Caffarelli impartiendo una conferencia en un Symposium celebrado en la Purdue University el 23 de mayo de 2003 (fotografía de Nicola Garofalo).

atacando problemas de ecuaciones diferenciales no lineales que eran completamente nuevos y tenían una aplicación concreta. Hablo de temas como flujos en medios porosos, elastoplasticidad, ondas no lineales, control óptimo, etc. Era un grupo de personas acogedoras, generosas y entusiastas. Venían jóvenes de toda Europa a colaborar y a formarse. Creo que para nuestra área de investigación ésa fue una era extraordinaria, y la recuerdo con especial cariño.

JLV: ¿Cuáles son los temas de tus primeros grandes éxitos como investigador? ¿Se pueden explicar en forma clara para el matemático común?

LC: Diversos problemas de ecuaciones elípticas y parabólicas no lineales y del cálculo de variaciones, los problemas de cambio de fase, problemas geométricos de fronteras libres. Buscando la dificultad en lo concreto: problema del obstáculo, problema de Stefan y ecuaciones de filtración en medios porosos.

JLV: Después de tres décadas de trabajo tuyo, y de tus colaboradores y vecinos, aún se habla continuamente del problema del obstáculo, del problema de Stefan y de los problemas de cambio de fase. ¿Puedes comentarnos en qué consiste la longevidad de tales problemas a pesar del continuo progreso?

LC: Pienso que hay dos razones. Una es que son problemas básicos del modelado científico, que reaparecen constantemente con distintas facetas y dificultades. Problemas como el del obstáculo, que surgió inicialmente en mecánica del continuo, vuelve a salir en mecánica de fluidos, control óptimo, membranas semipermeables,

matemáticas financieras, homogenización no lineal. En cada una de estas aplicaciones hay similitudes pero también dificultades nuevas: difusiones no lineales, efectos no locales, geometrías más complejas, medios más discontinuos.

La otra es que cada uno de estos problemas es un nuevo desafío, pues no existe una teoría subyacente sustancial, como en otras áreas de la ciencia que tienen un centenar de años. Ello se debe a que muchas de las aplicaciones de que hablamos son producto de desarrollos científicos recientes.

JLV: Empezaste a hacer matemáticas en temas muy teóricos pero tus principales temas de investigación se refieren a problemas de la física. Has sido conferenciante plenario en los congresos mundiales de ambas orientaciones de la matemática. ¿Cómo ves tú el eterno debate matemática pura versus matemática aplicada o aplicable?

LC: En mi opinión es un debate para puristas. Lo importante es que estamos presenciando uno de los grandes periodos de la matemática. El modelado matemático complejo está ocupando un lugar importante en muchísimas áreas como materiales compuestos, química, biología, finanzas, dinámica de poblaciones, procesamiento de imágenes, estructuras complejas de redes, seguridad de datos. Recordemos además que el modelado envuelve topología, geometría, teoría de números, en fin, todas las áreas. La comunidad matemática tiene dos opciones: aceptar el desafío de participar de esta explosión científica, o aislarse y limitarse.

JLV: Has colaborado con multitud de matemáticos, algunos muy célebres. ¿Cuáles te han impresionado más y en qué faceta de su personalidad humana o matemática?

LC: Los trabajos en colaboración son siempre una gran satisfacción, donde las ideas que se intercambian son al principio disconexas y tentativas, y poco a poco el resultado final se va poniendo en evidencia. En algunos casos (por ejemplo, en los trabajos con Nirenberg, Spruck, Alt, Friedman o contigo mismo) hemos entablado una colaboración consistente, a través de los años, y con ello se crea un lenguaje propio donde sólo hace falta comunicar el germen de las ideas. Creo que esas son las colaboraciones más lindas.

JLV: Has colaborado con matemáticos españoles, eres Doctor Honoris Causa de la UAM y has participado en numerosas actividades en España. ¿Cómo valoras la situación de la matemática española en general?

LC: Las matemáticas españolas han evolucionado enormemente en los últimos 30 años. En aquel entonces (fines del 70) el número de investigadores de primera línea era relativamente pequeño, y la mayoría habían sido formados o habían perfeccionado estudios en el exterior (EEUU, Francia). Actualmente, España es un país líder, comparable a Italia o Inglaterra, que produce doctorados de primera línea.

JLV: ¿Cómo describirías hoy tu campo de especialización matemática? ¿Has evolucionado mucho en estos treinta y pico años? ¿Crees que las matemáticas han cambiado mucho en estos años?

LC: En estos 30 años, nuestra área de investigación ha tenido un crecimiento notable. Hemos desarrollado una comprensión básica y unificadora del tratamiento de lo que aparentemente son fenómenos distintos pero que envuelven ideas matemáticas comunes. Por ejemplo: cuáles son las propiedades determinantes de un cambio de fase, venga de la ciencia de materiales, de un cambio de comportamiento de una especie, o una decisión en matemática financiera. Sin embargo, creo que el germen de la investigación permanece igual.

JLV: Uno de los problemas abiertos más importantes de las matemáticas es el problema de la regularidad de las soluciones de las ecuaciones de los fluidos viscosos, llamadas ecuaciones de Navier-Stokes, a las que tú has hecho una contribución fundamental. ¿Podrías hablarnos de tu contribución y de cómo ves el estado de la cuestión?

LC: Las ecuaciones de Navier-Stokes son un modelo matemático que intenta predecir o describir, dentro de rangos razonables, el flujo de un fluido viscoso como el aceite. Es un modelo sencillo, que toma en consideración pocas variables (la temperatura, por ejemplo, está ausente). No se ha podido decidir si, al resolver este sistema, la velocidad (teórica) pudiese llegar a ser infinita. En los 80 nosotros[1] probamos que si ello ocurriese, esos valores singulares no pueden llenar una curva en el espacio-tiempo, es decir, serían imperceptibles. Todo ello, claro, se formula matemáticamente en términos de la medida de Hausdorff.

Desde que fue propuesto como un Problema del Mileno, muchos matemáticos le han dedicado su atención, pero no sé de ningún desarrollo fundamental reciente. Es un problema muy difícil.

JLV: Leyendo tus publicaciones uno observa que en la última década te has interesado por temas que parecen completamente nuevos, como las soluciones viscosas, la teoría del transporte óptimo, la homogenización o las ecuaciones con operadores no locales. ¿Puedes hablarnos de ellos?

LC: Respecto a mis trabajos recientes, aunque en áreas nuevas, están relacionados entre sí. Por ejemplo, la idea de soluciones viscosas entra dentro de lo que podríamos llamar el «método de comparación», que se remonta a Poincaré (*balayage*) y Perron. Reaparece en la teoría de regularidad de soluciones débiles a problemas de cambio de fase, en la teoría clásica de ecuaciones totalmente no lineales, etc., donde las propiedades geométricas de la solución de un problema se deducen por comparación con cierta clase de perfiles regulares; en principio puede no quedar claro al lector que «eso es todo lo que se necesita para determinar una solución», pero así es.

JLV: ¿Podrías comentarnos en algún detalle el teorema que consideres más importante en toda tu carrera científica?

LC: Los teoremas son como los hijos: uno los quiere a todos. Entre los primeros trabajos, le tengo mucho cariño al de los 70 en *Acta* sobre la regularidad de fronteras libres elípticas y parabólicas, y al trabajo con Willy Alt en el *Crelle Journal*, quizás

[1] Se refiere a su trabajo conjunto con Robert Kohn y Louis Nirenberg.

porque en aquel entonces no había ninguna teoría en que asentarse, y tuvimos que descubrir todo. Más tarde, quizás la teoría de regularidad local de soluciones débiles de la ecuación de Monge Ampère, que naturalmente desembocó en mi trabajo sobre transporte óptimo.

JLV: ¿Y en estos últimos 5 años?

LC: Creo que, de lo reciente, lo más interesante concierne las ecuaciones no locales, y en eso tuve la fortuna de excelentes colaboradores y que el librito que escribí con Xavi Cabré parecía ya pensado para atacar estos problemas.

JLV: Todo ello va unido a una intensa labor de formación de doctores que se ha intensificado tras tu llegada a Austin. Existe en la comunidad matemática un establecido prejuicio que dice que la contribución importante de un investigador matemático sucede a edad muy tempana, del cual tu trayectoria parece un vivo contraejemplo. ¿Podrías comentarnos tu opinión sobre este tema?

LC: Creo que en todas las áreas del conocimiento existe en la vida científica una proporción semejante de la originalidad temprana y la perspectiva amplia del científico maduro. La diferencia es que en la matemática, siendo más, digamos, blanco y negro, cuando un matemático joven resuelve lo que tú no has podido hacer durante años, no tienes más remedio que aceptarlo, mientras que, en otras áreas, el valor de una contribución está más abierto a juicios relativos, y la investigación está supeditada a la disponibilidad de recursos y otros factores.

JLV: ¿Podrías formular algunos de tus proyectos matemáticos más queridos para los próximos años?

LC: Quisiera tratar de entender mejor la interfase entre análisis no lineal y probabilidad: homogenización en problemas discontinuos (con cambio de fase), problemas no locales, etc.

JLV: La comunidad matemática está impresionada con tus logros. Visto en la otra dirección, ¿podrías comentarnos sobre las personalidades matemáticas que más te han impresionado y por qué?

LC: Tengo por supuesto una gran admiración por Alberto Calderón, Ennio De Giorgi y Louis Nirenberg. Su trabajo científico ha generado una visión fundamental del análisis. Además, los tres han sido (muy en particular el caso de Nirenberg) personas de gran generosidad científica, que han compartido no sólo el producto final de sus ideas, sino también su comprensión intima de los problemas, y su visión extensa del análisis.

JLV: ¿Has considerado alguna vez dedicarte profesionalmente a otra cosa que no sean las matemáticas?

LC: Pienso que a través de los años dejé de pensar en la matemática como una profesión. Es más una forma de encarar las dificultades, es lo que ocupa nuestros

pensamientos. Si tratásemos de dedicarnos intelectualmente a algo disitnto, creo que, para bien o para mal, terminaríamos mirándolo desde ésta, nuestra perspectiva.

JLV: Me da la impresión de que vives la experiencia matemática de una forma muy personal pero sin embargo has colaborado con muchas decenas de matemáticos de diversos países y en Austin vives rodeado de colaboradores. ¿Podrías comentarnos esta dualidad entre la individualidad y la sociabilidad?

LC: Es una cuestión interesante. Creo que la mayoría de nosotros hemos comenzado nuestra vida científica con una visión individual y a través de los años la transformamos en una experiencia amplia.

JLV: Existe en todo el mundo una gran preocupación con la formación de las nuevas generaciones. ¿Qué le recomendarías a un joven estudiante de matemáticas, pongamos argentino o español, que quiera alcanzar las cimas de la carrera matemática o, en forma más modesta, contribuir positivamente a la ciencia y llevar una vida de buen matemático?

LC: Mi recomendación para todo joven es que la ciencia de hoy es fascinante y está llena de matemáticas. Que no se limite por una habilidad precoz en un rinconcito de las matemáticas, y que se tome el tiempo de descubrir qué es lo que realmente lo apasiona.

JLV: Los matemáticas tenían en épocas pasadas fama de seres unidimensionales. Sabemos que tienes algunos hobbies en tu vida privada. ¿Podrías comentárnoslos?

LC: Los matemáticos tenemos mala prensa, hoy día inmerecida. Como tú bien sabes, sobre todo a los latinos nos gusta cocinar, jugar un partido de fútbol, conversar, y, cuando llega el momento, cambiamos pañales.

JLV: Te agradezco sinceramente que hayas atendido a nuestra petición de realizar esta entrevista para *La Gaceta*. Tienes la última palabra si deseas añadir algo.

LC: Hace treinta años que estoy vinculado a la matemática española, varios de nosotros hemos pasado largas temporadas colaborando, viendo nacer y crecer a nuestros hijos, compartiendo dificultades y éxitos, y quizás esto es lo mejor del ser matemático. Deseo mucha suerte a los matemáticos españoles.

Juan Luis Vázquez, Premio Nacional de Investigación «Julio Rey Pastor» 2003, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid
Correo electrónico: `juanluis.vazquez@uam.es`