

A black and white portrait of Manuel de León, an older man with glasses, wearing a suit and tie, looking slightly to the right of the camera with a subtle smile. The background is dark and out of focus.

Manuel de León

Matemático

Manuel de León es matemático y profesor de investigación del Departamento de Matemáticas del Instituto de Matemáticas y Física Fundamental (IMAFF) del CSIC, siendo sus áreas de trabajo la mecánica geométrica y la geometría diferencial. Recientemente recayó en su persona la responsabilidad de la presidencia del comité organizador del Congreso Internacional de Matemáticas celebrado en Madrid durante el mes de agosto de 2006, un evento que en su opinión fue una gran oportunidad para que la matemática española se abriese como colectivo al panorama internacional. Es el primer español que ingresa en la ejecutiva de la Unión Matemática Internacional. Manuel de León considera que este nombramiento es un reconocimiento no sólo personal, sino a la madurez de las matemáticas españolas.

Para Manuel de León, las matemáticas son probablemente la ciencia más antigua que ha creado la humanidad. Apreciadas y respetadas, no siempre adquieren la visibilidad que se merecen en este mundo tecnológico. Pero ahí están para hablarnos del origen del universo, del funcionamiento del cerebro, de la computación cuántica, un lenguaje de nuestro pensamiento abstracto que nos permite en nuestra vida cotidiana encender el ordenador, el termostato de la calefacción o predecir y conocer los fenómenos de la naturaleza.

“EL MUNDO SIN MATEMÁTICAS SERÍA COMO UN MAPA CON DRAGONES, COMO ESOS MAPAS ANTIGUOS FICTICIOS”

Como presidente del último Congreso Internacional de Matemáticas celebrado en Madrid, ¿qué balance o resultados puede destacar de él?

Puedo decir que el resultado ha sido magnífico. Posiblemente lo podría calificar como el más espectacular de toda la serie que se han realizado, así nos lo ha reconocido la propia Unión Matemática Internacional que fue la que nos pidió la organización del congreso. El impacto mediático que tuvo fue insólito, pero sobre todo el nivel de las conferencias plenarias fue extraordinario. Evidentemente, los matemáticos somos muy espartanos en la organización de nuestros eventos, tal vez no tengan un gran lucimiento de cara al público, pero todas las actividades culturales que se han hecho alrededor del congreso han tenido un gran éxito.

Ha sido también la oportunidad para que la matemática española se abriese como colectivo al panorama internacional, ya que todos los que son algo en el mundo de las matemáticas han pasado por España, debido a que a su alrededor se desarrollaron unos sesenta y tantos congresos satélites. Esta apertura como colectivo nunca antes la habíamos hecho. Se ha pasado la prueba ampliamente.

¿Estos eventos sirven para acercar las matemáticas al público o son exclusivamente profesionales?

Su origen y la razón de estos congresos estuvo al comprobar –y eso fue ya desde finales del siglo XIX, pues el primero se realizó en 1897– que había mucha dispersión en las investigaciones que hacían los distintos matemáticos. Tal vez esto pasa más que en otras disciplinas, así que se decidió hacer un congreso para contarnos qué hacemos y poner en común las diferentes líneas de investigación. Más tarde éstos se han enriquecido con novedades como los premios que desde los años treinta se conceden a las contribuciones más destacadas. Luego, aparece también la preocupación de contar a la gente nuestro trabajo; por ello hay otras actividades en torno a las puramente científicas, surge lo que podríamos llamar una feria de las matemáticas.

En este último todas las disciplinas de las matemáticas estaban presentes. Es una puesta al día de todas las líneas de investigación, aunque por cuestiones de debate tal vez un área adquiere más protagonismo. Este año estaba relacionada con el Premio Fields que se concedía por la resolución de la conjetura de Poincaré a Grigori Perelman.

¿Está realmente resuelta esta conjetura y ha pasado a ser un teorema?

Sí, por supuesto. El premio fue el reconocimiento a que está resuelta. Por eso se entregó la medalla a Grigori Perelman. Aunque él no la haya aceptado y se negara a venir a recogerla la ha ganado y ha sido por sus contribuciones a la geometría y su revolucionaria profundización en la estructura geométrica y analítica del flujo de Ricci. Este problema viene de hace un siglo y su resolución permite abrir nuevas vías de investigación. Por eso, además, dentro del congreso, la conjetura de Poincaré tuvo dos conferencias, una plenaria y otra fuera de programa. Esta última impartida por uno de los mayores expertos en geometría diferencial y topología que fue John Morgan, que es una leyenda viva de las matemáticas.

¿Qué sacamos en claro los profanos de esta resolución?

Este problema es lo que llamamos un tema muy relevante. A lo largo de la historia se han concedido seis Medallas Fiels por las contribuciones aportadas para su resolución. Este problema es una cuestión de clasificación; nosotros queremos saber cuántos espacios hay de dimensión 3, o dimensión 1 o 2; durante muchos años quedó sin resolver estos de dimensión 3. Todo espacio de 3 dimensiones que tiene las propiedades de una esfera de dimensión 3 es una esfera de dimensión 3. Parece una perogrullada pero ha llevado años demostrar esto. Las otras dimensiones se comprobaron hace tiempo.

¿Qué aplicación tiene esta comprobación?

Por ejemplo, en la física. La física teórica busca en muchos casos modelos geométricos matemáticos de diferentes fenómenos para sus postulaciones. Unas veces se pueden experimentar y otras no. Por ejemplo, la teoría de cuerdas, que es pura matemática, es geometría diferencial, algebraica y topológica pero no tiene evidencia experimental, ya que no tenemos aceleradores de cierta potencia que la posibilite. Es una teoría matemática muy hermosa, y en su momento se verá si realmente se ajusta al mundo físico que quiere describir. También contribuye al análisis de los sistemas dinámicos, la parte de las matemáticas que estudia el movimiento de las cosas, como por ejemplo el sistema solar, la atmósfera, los mares, los fluidos, o si las órbitas pueden ser esferas.

Después de la resolución de estas conjeturas, ¿hay un antes y un después?

Bueno, cuando se resuelven se abren nuevas vías de trabajo. Este problema se trató de atajar por técnicas geométricas y topológicas muy fundamentales, pero luego un señor que se llama Richard Hamilton dice: “Yo lo que voy a hacer es utilizar la ecuación de calor, que describe cómo fluye el calor de la parte más caliente de un objeto a la más fría hasta homogeneizar la temperatura de manera uniforme en todo el objeto, pero en lugar de poner calor pongo en ella la curvatura del espacio”, y consigue ver de otra manera la forma de abordar el problema de cómo fluye la curvatura, por ejemplo, de una esfera. Pero el problema fue cuando aparecieron singularidades. Durante más de 20 años, Hamilton y otros especialistas en geometría analítica hicieron grandes progresos en la comprensión del flujo de Ricci, pero no consiguieron resolver el problema de las singularidades, que son regiones donde la geometría, en lugar de evolucionar hacia la homogeneidad, muestra repentinos e incontrolados cambios. Y entonces vino Perelman y lo resolvió utilizando muchas matemáticas. Ha proporcionado nuevas formas de analizar la estructura de las singularidades y mostró cómo se relacionan con la topología de las variedades.

¿Por qué no aceptó la medalla? Alegó estar descontento con la ética de la comunidad matemática.

Yo personalmente no le conozco. Habló con él, en San Petersburgo, el presidente de la ICM, John Ball, para que viniera. Perelman tiene una personalidad muy especial. Él considera que ya ha hecho todo lo que tenía que hacer. Tal vez fruto de su peculiar personalidad se cree marginado o atacado por alguna persona.

Las matemáticas, por lo que cuenta, son un conocimiento acumulativo.

Sí, se puede decir así, pero sobre todo yo las calificaría de una ciencia muy viva. Por ejemplo, de Henri Poincaré la gente no sabe que además de esta conjetura, sus aportaciones lo convierten en el padre del caos, es el padre de los sistemas dinámicos modernos. El caos aparece al cambiar un poquito la condición inicial, este cambio se va a propagar o aumentar. En matemáticas no pasa lo que pasa en la física, que una teoría que queda obsoleta se reemplaza por otra. En matemáticas esto no ocurre: todo vale siempre.

¿Qué queda por resolver?

Se han resuelto tres problemas importantes en los últimos 10 años. Primero fue el teorema de Fermat, luego la conjetura de Kepler, que ha requerido una gran cantidad de computación, y ahora la conjetura de Poincaré. Queda pendiente uno de los clásicos, que es la hipótesis de Riemann. No se vislumbra que se pueda resolver y es importante porque tiene que ver con la distribución de los números primos, para saber si hay pautas, y tiene muchas implicaciones prácticas y de tipo tecnológico, como la encriptación de datos.

Muchos otros problemas están todavía abiertos. Aunque el congreso se ha centrado en Poincaré, hubo otros premiados que han trabajado en problemas de enorme importancia para la vida actual, como por ejemplo Jon Kleinberg, al que se le otorgó el Premio Nevanlinna. Su trabajo ha proporcionado una visión teórica para abordar importantes cuestiones

prácticas que se han convertido en esenciales para la comprensión y la gestión de nuestro cada vez más interconectado mundo. Uno de sus logros más importante se centra en la estructura de red de la world wide web. Sus aportaciones han tenido una enorme influencia en la forma de operar de los más importantes sistemas de búsqueda en Internet, ya que su trabajo ha permitido hacer las búsquedas con mayor rapidez, al crear métodos para poder categorizar y medir las distancias de una página a otras dentro de una web y de Internet. Otro premiado fue Terence Tao, al que se le concedió otra Medalla Fields por sus contribuciones a las ecuaciones en derivadas parciales, combinatoria, análisis armónico y teoría de números aditiva, y cuyas investigaciones con números primos ha conseguido avances tremendos, demostrando que, a pesar de su escasez, los primos sí contienen progresiones aritméticas de cualquier longitud.

“LAS MATEMÁTICAS SON UNA BUENA HERRAMIENTAS PARA DEFENDERTE O TENER UNA MIRADA CRÍTICA SOBRE LO QUE TE CUENTAN LOS DEMÁS; TE PERMITEN TOMAR DECISIONES DE UNA MANERA MÁS RACIONAL”

Todo esto puede resultar complicado de entender. ¿Cómo se puede comunicar a los que no son especialistas que las matemáticas abarcan todos los campos de la vida?

Cuando la gente mira alrededor se puede preguntar: ¿dónde están las matemáticas? Si se fijan en el envoltorio de lo que compran ven un código de barras, eso es matemáticas. Cualquier información que uno mande codificada para que no la pueda conocer otra persona, eso es matemáticas, ahí está la geometría algebraica. Los bancos, las empresas de seguridad compran estas aplicaciones. Cuando se predice el tiempo, ahí están las ecuaciones diferenciales. Ahora se habla de que estamos llegando a un punto crítico con el cambio climático. Los matemáticos llevan años trabajando con los físicos, meteorólogos, informáticos, ingenieros, para hacer modelos o ecuaciones diferenciales. Esos modelos cada vez son más sofisticados. Ya no es necesario que acontezca algo para saber que va a pasar, ya que puedes simularlo en estos momentos en tu propio ordenador.

Sabiendo que las matemáticas están en todo el desarrollo tecnológico del pasado siglo y por supuesto en el comienzo de éste, ¿por qué se ven tan lejanas e incomprensibles?

En el colegio te hacen estudiar ecuaciones, decimales, logaritmos, y te preguntas que esto para qué me servirá, y no se argumenta que detrás de muchas facetas de la vida están las matemáticas. No es necesario que todo el mundo sea un gran matemático, pero sí tener la sensibilidad para apreciarlas, ya que abren ventanas para ver el mundo que nos rodea y son útiles. Ir

a la compra, sacar una hipoteca o comprar un coche, son niveles básicos de las matemáticas, pero ahí están. Y han estado desde el comienzo de la civilización. Hace 1.000 años, el cero no se utilizaba y hubo una gran pugna entre la gente que sólo usaba el ábaco; los signos que utilizamos en las operaciones, el más, el menos, son de hace 500 años. Tal vez lo que falte es rodear a las matemáticas de un *bábeas* de conocimiento para que sean conocidas mejor y no sólo como fórmulas o ecuaciones, sino por el conocimiento que sacamos de ellas y esto puede ser transmitido incluso a los que no saben hacer una ecuación.

¿Los físicos han transmitido la belleza de algunas teorías a la gente que no tiene conocimientos de física?

Sí, podría ser otra manera de convencer a la gente de su importancia. El mundo está modelado en clave matemática y ahí despliega belleza. Richard Feynman se compadecía de los que no conocían suficientes matemáticas para poder apreciar toda la profundidad y belleza que tenían.

¿Los matemáticos pueden aconsejar a los gobiernos como lo hacía Pierre de Fermat?

Platón aconsejaba a los que se iban a dedicar a gobernar que estudiaran matemáticas. Él decía que hasta los más torpes estudiando matemáticas se hacían más listos. John Allen Paulos, en su libro *El hombre anumérico*, da toda una serie de ejemplos de cómo en estos momentos se están utilizando los números para engañar a la gente, sobre todo, como es el caso de las estadísticas, donde todo es una cuestión de interpretación con la consiguiente posibilidad de la manipulación. Las matemáticas son una buena herramienta para defenderte o tener una mirada crítica sobre lo que te cuentan los demás: te permiten tomar decisiones de una manera más racional.

Los matemáticos españoles están bien cuidados por las respectivas administraciones.

Me remito a lo que decía hoy en el periódico Shing-Tung Yau, y que yo no me canso de repetir. Le preguntan qué tal está la matemática en España y si hay buenos matemáticos, y responde que si se invirtiera lo suficiente podría ser una potencia en matemáticas. Eso lo he defendido yo siempre en los últimos años. La matemática es una ciencia barata, en el sentido de que no requiere grandes instalaciones. Nosotros no necesitamos grandes laboratorios, necesitamos inversiones baratas. A pesar de esto la producción matemática española es grande: en cinco años con una inversión adecuada y algunos instrumentos que no tenemos, como institutos de investigación, se daría un gran salto.

¿Ahora de qué se dispone?

No tenemos ningún instituto de investigación; lo único que hay son institutos universitarios. Para hacerse una idea, en la Comunidad de Madrid hay unos 100 institutos universitarios de distintas disciplinas, derecho, historia, etcétera. ¿Cuáles de ellos tienen un nivel internacional reconocido? Cuando uno habla de Princeton o del Instituto de Estudios Avanzados, sabemos a qué nos referimos. En España no tenemos nada de eso. El Consejo [CSIC] está creando un instituto mixto con la Universidad Autónoma, la Carlos III y la Complutense, que tal vez sea un referente internaciónl. Este año el programa nacional de mate-

MUY PERSONAL



¿Zamorano o gallego?

Nací en Requejo, un pueblo de Zamora con la frontera de Orense, así que soy zamorano; pero de niño me fui a vivir a Galicia, así que soy gallego de adopción. Fui profesor en Santiago de Compostela durante 10 años, y esto también me convierte en gallego.

Aparte de las matemáticas, ¿qué otros intereses tiene?

Soy devorador de libros y, sobre todo, disfruto viajando.

¿Si le ofrecieran trabajar en un instituto extranjero se iría?

Ahora no, porque tengo muchos compromisos aquí: estoy en distintos proyectos y comisiones. Además, quiero ayudar a desarrollar y crear esos institutos tan necesarios para la investigación en matemáticas. La obligación con todo ello es también moral.

¿Cuáles son sus matemáticos preferidos?

A veces no se habla suficientemente de la vida de los matemáticos. Estudias el teorema de Gauss, y nadie te habla de él, y en su día se le llamó el príncipe de los matemáticos. Euler es otro de los monstruos. También Riemann. Otro que te impresiona es Evariste Galois; murió en un duelo, pero la noche anterior escribió toda su teoría y se la mandó a un amigo; lo que hizo revolucionó las matemáticas. Henrik Abel es un matemático noruego que murió en la máxima pobreza, tuberculoso; ahora hay un premio que lleva su nombre. Éste sí es el Nobel de las matemáticas.

¿Y estrictamente contemporáneos?

Hemos tenido algunos en el congreso, pero voy a recordar a uno que se murió el año pasado, Shiing-Shen Chern, que era un geómetra chino-norteamericano muy brillante de Berkeley. También Lennart Carleson, que es un matemático sueco que coge siempre problemas difícilísimos y los resuelve. Ha recibido el premio Abel de este año por sus profundas y básicas contribuciones al análisis armónico y a la teoría de los sistemas dinámicos continuos.

¿Qué libros de divulgación de las matemáticas recomendaría?

Para mí hay dos personas que son dos grandes divulgadores y que, a la vez, son muy amenos: Ian Stewart, que siempre tiene toques divertidos, y Allen Paulos. Los dos son muy serios, pero muy amenos.

máticas tenía unos siete millones de euros; en EE UU disponen de un presupuesto de 200 millones de dólares. En Europa, el presupuesto que tiene un investigador es el doble que lo que tiene uno en España. En EE UU se dedica tanto dinero a matemáticas como a física.

Hay que plantearse algunas cosas. Si quisiéramos ahora estudiar el cambio climático, nos faltarían muchos matemáticos, y que fueran más interdisciplinarios. En biología casi no hay matemáticos, y se necesitarían especialistas en combinatoria de grados, pero también en ecología, en medicina, en sistemas dinámicos. Alfio Quarteroni, de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne, en Suiza, dio una conferencia de cómo se pueden aplicar los sistemas dinámicos de fluidos, o lo que es lo mismo, las matemáticas para resolver problemas cardiovasculares. Sabiendo cuál es el modelo matemático de un fluido cardiovascular, tú puedes modelizarlo y obtener mucho datos. Él estuvo también implicado en el diseño de un velero que ganó la copa del mundo.

“EN MATEMÁTICAS NO PASA LO QUE PASA EN LA FÍSICA, QUE UNA TEORÍA QUE QUEDA OBSOLETA SE REEMPLAZA POR OTRA. EN MATEMÁTICAS ESTO NO OCURRE: TODO VALE SIEMPRE”

Por tanto, ¿los estudiantes tienen ahora muchas más salidas profesionales que hace algunos años?

Creo que ahora se han ampliado mucho las posibilidades. Tradicionalmente la salida era ir a la enseñanza, a la empresa privada, o si despuntabas, quedarte en la universidad. El matemático tiene la ventaja de que es muy versátil. Pero en España, por ejemplo, no hay un hospital que cuente con matemáticos dentro de su equipo de investigación; puede haber estadísticos, pero matemáticos haciendo lo que hace Quarteroni no hay.

Hay un cuento de matemáticos, la leyenda china del cazador de dragones, en la que se narra que un joven salía a cazar dragones. Pero como ya no había dragones, a lo que se dedicó fue a enseñar a cazar dragones a otros jóvenes. René Thom, otra Medalla Fields, alegaba que los matemáticos somos como este joven que no cazamos dragones pero enseñamos a otros a cazarlos, o sea, que somos inútiles. Pero esto no es verdad, sí tenemos dragones: el cambio climático, el genoma, el desarrollo sostenible, el cerebro, el tema posiblemente más importante del siglo XXI, temas sociales, la conducta humana, la cosmología.

¿Se puede considerar a las matemáticas como la ciencia más antigua?

Es la ciencia más antigua. Lo primero que hacemos es aprender a contar; tal vez sea la primera abstracción intelectual que hacemos. Contando nace la escritura, para dejar constancia de lo que se tiene o no se tiene. Todas las civilizaciones antiguas desarrollaron de una forma más o menos primitiva sus matemáticas, con sistemas de numeración diferente. De todo

hay que llevar cuenta en la vida; si eres agricultor, de cuántos días ha llovido o con qué frecuencia cambia el tiempo.

¿Qué son los números? Son unos entes abstractos, y formular esta abstracción fue un ejercicio intelectual tremendo. Cuando un niño ahora aprende matemáticas recorre un camino en meses o años que ha sido el camino que ha recorrido la humanidad en siglos. Es una abstracción muy grande, esto nos permite manejar la gran cantidad de datos que recibimos todos los días. Las matemáticas nos ayudan a filtrarlos y sistematizarlos.

¿Qué opina de los atributos que le dan al número, eso que podíamos llamar pseudociencias?

Desde la antigüedad se ha dado al número propiedades cabalísticas, y hay gente muy interesada en ello, pero yo no creo nada de todo eso. Ya no sabemos cómo decirlo, ni la astrología, ni la numerología, todo son falsedades totales. No hay ni una gota de verdad en ello. La gracia de los números no es que unos tengan mejores propiedades que otros, sino que matemáticamente tienen su interés. Los números primos tienen su importancia, entre otras cosas porque se utilizan para hacer códigos, para enviar mensajes seguros. El mundo sin matemáticas sería como un mapa con dragones, como esos mapas antiguos ficticios. El mundo con matemáticas se hace desde un satélite, con fotos y colocando las montañas donde están. La manera de ver el mundo cambia. Es la base de todas las ciencias; ahora se están introduciendo en las sociales. Leonardo da Vinci decía que una ciencia no es ciencia hasta que no están introducidas las matemáticas. Éstas facilitan modelos y herramientas para avanzar.

Hay escritores que han tratado a través de la novela divulgar las matemáticas como *El teorema del loro* de Denis Guedj, o *El tío Petros o la conjetura de Goldbach*, de Apostolos Doxiadis. ¿Cree que son de utilidad para adentrarse en esta disciplina?

Sí, creo que son de gran importancia. Te diré un tercero *El curioso incidente del perro a media noche*, de Mark Haddon. Es un libro en el que los números primos numeran los capítulos y en él se cuenta cómo un niño autista supera este problema con las matemáticas. Este libro ha vendido millones, su título se basa en una novela de Sherlock Holmes y utiliza como referencia su novela *El perro de los Baskerville*. Todos estos libros para un estudiante de bachillerato son muy beneficiosos. *El teorema del loro* es un libro riguroso escrito por un matemático, y donde se cuenta toda la historia de la matemática. Estos libros ayudan a cambiar la imagen de las matemáticas porque explican su esencia.

Es el primer español que ingresa en el Comité Ejecutivo de la Unión Matemática Internacional. ¿Cuáles son sus cometidos?

Son labores de reflexión sobre distintas cuestiones relacionadas con las matemáticas, del diseño de los distintos congresos, de la organización de la entrega de premios, de poner en marcha actividades de digitalización de literatura matemática. Proyectos de cooperación con países en vías de desarrollo para fomentar conferencias, dar becas, atender a los derechos humanos. El denunciar cualquier impedimento que se haga a los matemáticos que quieren moverse de un país a otro. Defender las matemáticas como arma para el desarrollo.