El País, 20 de Enero de 2019
EL PAÍS SEMANAL - REPORTAJE
Guillermo Abril

En la era de los algoritmos, la supercomputación y el *big data,* las matemáticas se han convertido en una de las disciplinas más prestigiosas y demandadas. En la Universidad, la carrera vive un auge sin precedentes y sus alumnos se han vuelto clave en todo tipo de sectores. Se les requiere en finanzas, en biomedicina, en la industria petrolífera. Este es un viaje desde las aulas hasta las salas de mercado de la banca de inversión para comprender cómo las conjeturas y teoremas están transformando el planeta.

1. La academia

María Pe Pereira entra en el aula y comienza a escribir una demostración en la pizarra. “Un corolario del teorema de Cauchy para grupos abelianos”, recuerda a los alumnos. Pe Pereira tiene 37 años. Viste camiseta y vaqueros. Es burgalesa. A los 17 ya había sido medalla de oro en la Olimpiada Matemática Española. A los 30 resolvió junto a Javier Fernández de Bobadilla una conjetura planteada por el célebre matemático John Nash. A los 32 recibió el Premio José Luis Rubio de Francia de la Real Sociedad Matemática Española, y hoy sigue siendo la única mujer que lo ha ganado. Dedica sus horas a pensar en preguntas que se le ocurren o que otros dejaron sin respuesta. También da clase en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid, como esta de Estructuras Algebraicas. En el aula el repiqueteo de la tiza se mezcla con sus palabras: “El grupo es la unión de las cajas…”, toc, toc, “… y la imagen es isomorfa a este grupo cociente”. Algo más de 20 jóvenes siguen la explicación. Muy pronto se convertirán en investigadores, en maestros de la computación, en magos del algoritmo.

Jorge Osés, logroñés de 22 años, en quinto del doble grado de Matemáticas e Ingeniería Informática, cuenta en el descanso que ya está trabajando en Graphext, compañía que desarrolla una herramienta para el análisis de datos. “Las empresas”, dice, “valoran tu capacidad para resolver problemas”. Se metió en Matemáticas porque quería superar un reto difícil. “Ahora sé que soy capaz de hacer cualquier cosa. Tengo confianza en mí mismo. Matemáticas es pensar, con presión, y sin una base. La carrera no consiste en memorizar. Te plantean problemas, te preguntan cosas nuevas”. *Big data* , inteligencia artificial , finanzas . El mundo digital es una locomotora. Y son pocos quienes tienen la llave para amasar la harina de este nuevo universo regido por el cálculo. Según Osés, “es más fácil contratar a un

matemático y enseñarle economía que contratar a un economista y enseñarle matemáticas".

El veterano catedrático Antonio Córdoba , director del Instituto de Ciencias Matemáticas , describe un nuevo tipo de criatura: "Ese centauro que forma el matemático con su ordenador es el espécimen más innovador que existe ahora mismo en la ciencia". Siempre ha habido interacción de las matemáticas con todo, añade. "Pero desde la Segunda Guerra Mundial, y con la aparición de los grandes ordenadores —por cierto, creados por matemáticos—, ha ido *in crescendo".*
Córdoba compara la disciplina con una pirámide en cuyo vértice superior se encuentran los investigadores. Los matemáticos más creativos, personas que piensan en problemas sin necesidad de una aplicación en el mundo real. Pero sin los cuales no existirían avances en otros campos. Por debajo se encuentra la matemática aplicada. "Es este segundo estadio, el de la aplicación de los modelos matemáticos a ingeniería o economía, el que ha crecido", dice. "El
big data
está muy bien. Pero se basa en teorías desarrolladas en la cumbre". Ese es el propósito de este reportaje: un recorrido por las secciones de esa pirámide para entender el papel de las matemáticas en la revolución tecnológica.

María Pe, tras la clase de Estructuras Algebraicas, pone ejemplos de cómo las matemáticas se anticipan a menudo décadas o siglos a las aplicaciones: de la geometría riemanniana para descubrir la relatividad a los espacios de Hilbert para formalizar la mecánica cuántica. El pequeño teorema de Fermat, añade, fue durante siglos objeto de pura contemplación intelectual sin que nadie vislumbrara aplicación alguna. Hasta que en 1979 se usó como base para la criptografía que hoy sustenta el cifrado en las telecomunicaciones. Otro ejemplo reciente: los polinomios de su compañero el profesor Luengo. El despacho de Ignacio Luengo, catedrático de Álgebra en la Complutense, se encuentra en la última planta de la Facultad y en él reina un caos de libros y folios con fórmulas escritas a mano. Es experto en singularidades. Durante siete años ha estado trabajando en un sistema de encriptación capaz de resistir la potencia de cálculo de un futuro ordenador cuántico
. Para evitar que, cuando aparezca, toda la información que circula en la Red, y que hoy permanece cifrada gracias al teorema de Fermat, quede al desnudo. Presentó su protocolo (tres páginas llenas de polinomios) a un concurso público del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de EE UU y aún se encuentra en fase de valoración. En su opinión, "ahora el mundo se está dando cuenta de que las matemáticas están por todas partes. Todos saben lo que son los algoritmos. Gobiernan la estrategia de grandes empresas y también nos ayudan a ligar. Yo terminé la carrera en el año 1975; en esa época, la mayoría venía pensando que iba a ser profesor de instituto. Eso ha cambiado. Hoy los alumnos quieren trabajar en la industria".

El primer síntoma del tirón de las matemáticas en España es el de la nota media para acceder a la carrera: el corte ha subido del 5,99 en 2014 al 9,26 en 2017, según un estudio a nivel nacional de la Real Sociedad Matemática Española. Hay listas de espera en la mayoría de Facultades. Y el número de alumnos matriculados en sus aulas (entre grados, dobles grados y máster) ha crecido a buen ritmo: eran 7.369 en el curso 2008-2009 y son 11.526 en el presente, según cifras del Sistema Integrado de Información Universitaria. (Hay una noticia mala: el porcentaje de mujeres se ha reducido del 46% al 38%). Los dobles grados de Matemáticas y Física son hoy la carrera más demandada, en parte por su atractivo y en parte debido al número limitado de plazas: en la Complutense se exigía para entrar en 2018 la nota de corte más alta de España, un 13,667 (sobre 14). Y, entre las siguientes de la lista, también los dobles grados copaban siete de los diez puestos más altos.

El decano de Matemáticas de la Complutense, Antonio Bru, recibe en su despacho para explicar qué está ocurriendo. Sobre la mesa se encuentra la revista *Scientific American*. Lleva en portada un artículo coescrito por un profesor de la Complutense, David Pérez-García, titulado "The unsolvable problem" (El problema irresoluble). Publicar en esta revista supone un hito importante. "Para Sheldon [el personaje de *The Big Bang Theory*] sería un logro", bromea Bru. El éxito de esta serie, reconocen varios de los entrevistados, es también parte de la fiebre. El decano explica que últimamente las empresas se acercan a la universidad para llevarse a los mejores. "Ayer justo el BBVA fichó a un alumno para temas de *big data*. Quieren personas preparadas para responder a problemas difíciles. Que sepan plantearlos y resolverlos. Con un grado de conocimiento matemático que permita describir y simular muchos procesos. Un todo en uno capaz de enfrentarse a casi cualquier problemática de manera eficiente". Los salarios en el sector privado son tan competitivos que, según el decano, "el propio éxito de las matemáticas puede ir en su contra". Hoy, la posibilidad de encontrar un empleo estable en la universidad es reducida. Lo cual desalienta a muchos doctores. Y desciende también el número de quienes quieren ser profesores en secundaria (en las últimas oposiciones se quedaron sin cubrir unas 300 plazas de profesores de Matemáticas, denunció el sindicato CSIF). "Puede ser el principio de nuestra muerte", dice Bru. "Porque hay que explicar bien las matemáticas en el colegio y en la universidad. Y potenciar la investigación básica. El riesgo es que nos perdamos la revolución tecnológica".

2. *Big data*

La omnipresencia de Google, el Internet de las cosas, las tarifas dinámicas de Uber y Cabify, las recomendaciones de Facebook e Instagram. Los datos son el nuevo petróleo. Y solo unos pocos parecen capaces de dominarlos. El primer empleo de la canadiense Holden Karau, antes incluso de acabar la carrera de Matemáticas en Ciencia de Computación, fue desarrollar para Amazon un modelo capaz de discernir entre las dos acepciones de la palabra *rabbit* en inglés. Una es "conejo"; la otra, "vibrador". Llegó a ser ingeniera principal de *soft-ware* de *big data* en IBM. Hoy trabaja para Google, donde se dedica a enseñar lo que sabe y a supervisar lo que otros hacen dentro del gran buscador. Tiene 32 años, vive en San Francisco, pero recorre el globo dando conferencias en las que el contenido resulta un laberinto futurista. En noviembre participó en Madrid en el evento Big Data Spain. Salió al escenario vistiendo un largo abrigo de pelo blanco decorado con luces de colores y una capucha coronada con un cuerno. "Un científico de datos veterano es un unicornio", se presentó. "Somos muy difíciles de encontrar". Risas entre los asistentes, como preludio de una charla sobre Apache Spark —un "motor de análisis unificado para procesamiento de datos a gran escala", define una web especializada—, "conductos de información" y "modelos de regresión lineal". Karau bromea: "En ocasiones he roto cosas que valen millones". De nuevo risas, porque los presentes parecen expertos en el arte de cosechar miles de datos, tratarlos y explotarlos.

Entre los ponentes y el público hay representantes del sector financiero, del de seguridad y defensa, expertos en redes neuronales y fabricantes de *software* que sirven para la conducción del coche autónomo, para predecir la demanda energética o el *trading* algorítmico (un modo sofisticado de operar en los mercados financieros, mediante procesos automatizados e hiperveloces). Tras la charla, la canadiense Karau acepta una entrevista. ¿Los matemáticos han conquistado el mundo? Como empleada de Google, sopesa la respuesta. "Los matemáticos tenemos un rol mucho más prominente que antes", asegura. "Pero no diría que hemos conquistado el mundo. Rebajaría el tono, probablemente porque, si digo que lo hemos conquistado, aquellos con quienes tengo que cumplir mis promesas querrían controlar el planeta". El discurso de Karau es, por un lado, esperanzador porque los avances tecnológicos, expone, pueden guiarnos hacia un mundo de tareas automatizadas donde los humanos viven en paz. Es capaz de imaginar un escenario peor, apocalíptico: "Uno en el que morimos todos". Se explica: "El auge de ciertos ideales está relacionado con los algoritmos de recomendación. Si alguien ve un vídeo sobre una teoría de la conspiración, y entonces se le recomiendan más y más teorías de la conspiración, puedes tener a una persona normal que rápidamente comienza a creer cosas muy estúpidas (…). Las personas reaccionan de forma intensa a las noticias falsas. Pero eso no significa que sea la recomendación correcta". El aspecto de ese futuro dependerá de nosotros mismos, dice, y del

tipo de Gobiernos que elijamos. Por si acaso, Karau está escribiendo un libro para enseñar a los niños nociones de computación distribuida (un modelo para resolver problemas de computación masiva utilizando un gran número de ordenadores separados físicamente aunque conectados entre sí). “Creo que necesitamos gente que entienda sobre esto en los próximos años porque aún no sabemos lo que estamos haciendo”.

“La carrera no consiste en memorizar. Te plantean problemas, te preguntan cosas nuevas”, explica un estudiante de Matemáticas e Ingeniería Informática

Varias voces alertan hoy sobre la algoritmia que nos rodea. Cathy O’Neil, doctora en Matemáticas por la Universidad de Harvard, trabajó en Wall Street hasta la crisis financiera de 2008. En 2017 publicó Armas de destrucción matemática (Capitán Swing), y en una entrevista reciente en este diario dijo: “Las matemáticas no solo están involucradas en muchos de los problemas del mundo, sino que los agravan”. El pensador israelí Yuval Noah Harari alerta en 21 lecciones para el siglo XXI (Debate) sobre la “dictadura del algoritmo” que podría avecinarse: un mundo en el que las principales decisiones políticas, económicas y sociales son tomadas por complejos cálculos de computación que ya muy pocos comprenden, socavando la libertad individual y generando una nueva masa de desheredados. “Toda la riqueza y todo el poder podrían estar concentrados en manos de una élite minúscula, mientras la mayoría de la gente sufriría no la explotación, sino algo mucho peor: la irrelevancia”.

3. *Start-up*

Mohamed Umair, paquistaní de 23 años, pedalea en las calles de Barcelona guiado por un algoritmo. Trabaja desde hace un año a lomos de una bicicleta para la compañía Glovo . Glovo es una *start-up* que recibe órdenes de clientes que piden algo, sobre todo comida, aunque puede ser cualquier cosa —condones, una guitarra, flores—, y envía ciclistas o motoristas a recoger el pedido y llevarlo hasta el destinatario. Ese proceso de asignación, que determina cuál es el mejor repartidor para cada pedido optimizando tiempo y distancia, es un proceso matemático complejo. La solución la calcu-la un algoritmo y la ejecutan personas como Umair. “Trabajo todos los días. Unas 8 o 10 horas. Hago una media de 70 u 80 kilómetros. Si la jornada es buena, quizá 110”, dice el paquistaní. “El trabajo está bien, por los ingresos. El empleo en el restaurante no era mejor. Aquí gano más, entre 1.200 y 1.500 euros al mes”.

El algoritmo también tiene nombre. Sus creadores lo han bautizado Jarvis , como la inteligencia artificial de la película *Iron Man* . Y es una versión afinada del algoritmo húngaro, un método de optimización desarrollado en los años cincuenta por el matemático Harold W. Kuhn.

La sede de Glovo en Barcelona ocupa dos plantas. La empresa nació en esta ciudad en 2015. Su jefe de tecnología, el canadiense Bartek Kunowski, también dio sus primeros pasos en Amazon (desarrollando un algoritmo de recomendación). Sobre Glovo, Kunowski dice: “Somos una compañía *tech*. Todo está basado en ciencias de la computación, es decir, en matemáticas”. Habla del algoritmo húngaro, pero también de los miles de datos que recolectan y almacenan, con los que pronostican la futura demanda. Y de sus modelos de *machine learning* (sistemas que aprenden automáticamente). Los cálculos se hacen para más de 60 ciudades de 20 países. Kunowski lidera un equipo internacional de 70 personas; son físicos, ingenieros, matemáticos y análogos, diestros en computación y código, que han de encajar con la cultura de la empresa: “Gente a la que le guste la tecnología, resolver problemas y que adoren las matemáticas”.

Amir Bakhtiari, iraní de 33 años, es uno de ellos. Estudió Robótica e Inteligencia Artificial en la Universidad de Teherán. Se fogueó en Google. Hace poco, para un proyecto interno de Glovo, creó un robot casero que recibía órdenes y las ejecutaba, una especie de repartidor-autómata de primera generación. Un esbozo de lo que será, probablemente, el próximo gran salto. Entre él y otros compañeros explican un poco más sobre Jarvis, el “algoritmo madre”. Dicen que uno ha de imaginar una matriz de unas 1.000 líneas por 1.000 columnas. “Ver todas las combinaciones posibles exigiría demasiado cálculo de computación. Este algoritmo lo simplifica. Jarvis corre cada minuto”. Su aspecto, en realidad, son líneas y líneas de código. Pero hay una forma de visualizarlo: abren el portátil y muestran un mapa interactivo de Madrid con múltiples líneas cruzándose. Son los repartidores y sus destinos en tiempo real. Casi se puede intuir la matemática moviéndose a toda velocidad bajo la superficie.

4. Supercomputación

El silencio de la vieja capilla es sepulcral. Hay una enorme urna de cristal transparente en el centro, y en su interior, como un tótem de nuestra era, se yerguen hileras de bastidores con miles de chips, nodos y procesadores. Para acceder a la urna hay que superar una puerta de

seguridad. Dentro, el zumbido de los ventiladores vibra como la sala de máquinas de un barco. El ambiente es frío, pero si uno abre la espalda de una de las torres se libera un calor digital. Se ven cables, placas, lucecitas. “Esto es pura matemática”, dice el ingeniero que lo vigila.

Este supercomputador, el más potente de España y el quinto de Europa, llamado Mare Nostrum IV, alcanza una potencia pico de 13,7 petaflops, lo cual significa que puede ejecutar 13.700 billones de operaciones por segundo. Es difícil imaginarlo. Tampoco sus aplicaciones resultan demasiado comprensibles: gracias a esta máquina se han podido observar las ondas gravitacionales que Einstein predijo (el equipo LiGO, ganador del Nobel en 2017 por este trabajo, realizó parte de los cálculos en el Mare Nostrum). El supercomputador se encuentra en el campus de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Barcelona, en este espacio que fue una capilla en el siglo XIX. Un emplazamiento tan exótico que Dan Brown lo usó como escenario de su novela *Origen*, en la que mezcla guerras de religión y ordenadores cuánticos.

En un edificio cercano se encuentran los investigadores del Centro Nacional de Supercomputación de Barcelona (BSC, por sus siglas en inglés), centenares de personas entregadas a las tareas más variopintas. Entre ellos abundan los matemáticos. Personas como Eva Casoni, de 36 años, doctora en Matemáticas, que se dedica a la simulación numérica de materiales. Es decir, provoca desastres aterradores: disecciona aortas y deforma el fuselaje de los aviones hasta romperlos, pero en un mundo ficticio, el de los cálculos matemáticos, empleando para ello “ecuaciones con un montón de parámetros” que solo son posibles de resolver a través de la supercomputación. La italiana Enza di Tomaso, doctora en Ingeniería Matemática, trabaja en el departamento de clima y se dedica a simular el movimiento de millones de partículas en la atmósfera, lo cual resulta útil para predecir las tormentas de arena —trabaja en coordinación con la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet)—. Marc Casas y Miquel Moretó, ambos matemáticos y doctores en Arquitectura de Computadores, investigan cómo mejorar el rendimiento del supercomputador, planteándose preguntas tipo: “¿De qué forma el *hardware* puede ayudar al *routine software?”.* Construyen modelos, identifican ineficiencias y tratan de arreglarlas. Manejan un lenguaje propio de *Juegos de guerra*. “Ahora estamos dentro de Mare Nostrum”, dicen tras teclear unos comandos. En su opinión, “los supercomputadores son los microscopios del siglo XXI”.

José María Celá, ingeniero de telecomunicaciones y director del departamento de computación aplicada a la ciencia y la ingeniería en el BSC, explica por qué los matemáticos son clave hoy: “Porque entienden el lenguaje en el que se expresa la ciencia. ¿Por qué ahora hacen falta más? Porque existen computadoras”. En su equipo fueron fundamentales para desarrollar un sistema de exploración geofísica del subsuelo marino a través de ecografías, gracias al algoritmo RTM. La industria del petróleo estaba muy interesada en ello. Según Celá, “el algoritmo había sido descrito en los setenta. Pero ninguna máquina era capaz de ejecutarlo. Conseguimos hacerlo 14 veces más rápido, usando truquitos matemáticos. Y de tres meses pasó a poder ser calculado en algo menos de una semana”. En el ordenador muestra la imagen recreada de un domo salino en el golfo de México. “Usando RTM obtienes imágenes de las trampas geológicas, que es donde está el petróleo, bajo la sal. Te dice con precisión dónde pinchar para extraerlo”. El primer cliente del proyecto fue Repsol. Y tras la entrevista, Celá se marcha a una cita con los directivos de una gran compañía del automóvil.

5. La Olimpiada

María Gaspar tiene mucho que ver con el creciente prestigio de las matemáticas. Catedrática de instituto y profesora universitaria, es una de las personas más conocidas en su gremio porque lleva más de tres décadas organizando la Olimpiada Matemática. Incluso para decir su edad propone un juego: “Tengo un millón de años en base dos”. En su opinión, este tipo de competiciones destinadas a la infancia, pero con gran repercusión mediática, han contribuido al auge de la disciplina: “Antes, los buenos tenían que disimular”. Gaspar también es profesora de Estalmat , un proyecto de detección y estímulo del talento precoz. Son clases de matemáticas puras que se imparten en fin de semana en toda España a menores sobresalientes. Y también tratan de ir un paso más allá: un empleado de IBM, por ejemplo, les dio hace poco lecciones de programación en R, lenguaje habitual en biomedicina y matemática financiera.

Según Gaspar, las matemáticas “flexibilizan el coco”. Un viernes de noviembre, tratando de ir al origen y de entender qué poseen los matemáticos que hoy interesa tanto, la acompañamos durante la fase cero de la Olimpiada. Centenares de chavales de entre 13 y 18 años ocupan las aulas de la Complutense, en Madrid. Han de resolver 30 problemas que exigen pensar, descubrir, enunciar, demostrar y, casi seguro, equivocarse y volver a empezar. Según uno de los voluntarios que vigila el examen, y que pasó por la Olimpiada hace unos años, “esto te da otra visión de las mates”. Con respecto a la escuela quiere decir, donde a menudo las matemáticas consisten en resolver problemas de forma mecánica. Eso es probablemente lo que se va transmitiendo a esta cantera, lo que define a los alumnos en la universidad y lo que se busca en el mercado laboral.

6. Economía

Es difícil determinar con precisión cuánto aportan las matemáticas al PIB de un país. La consultora AFI está enfrascada en ello, por encargo de la Red Estratégica de Matemáticas (REM). Los resultados del informe aún no son públicos, pero Pablo Hernández, analista encargado del estudio, afirma: “Las matemáticas son un driver del crecimiento a largo plazo”. (En otros países europeos, donde se han hecho estudios similares, aseguran que las matemáticas contribuyen al PIB entre un 10% y un 15%, publicó Europa Press).

Aparte de consultora, AFI es una escuela de finanzas. Un jueves de noviembre, Carlos López Hernández, de 35 años, *trader* en BBVA y exalumno del doble grado de Matemáticas e Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad Politécnica de Cataluña, se encuentra en una de sus aulas. Traza una curva en la pizarra y repasa conceptos derivados de la ecuación de Black-Scholes con los estudiantes del máster de Finanzas Cuantitativas: *call, put, straddle* y “griegas”. Tratan de calcular cómo realizar la cobertura de los productos derivados cuando las acciones subyacentes suben o bajan. El profesor colorea una sección: “Esta es la ganancia. Parece dinero gratis”. Para obtenerlo, prosigue, han de poner en la balanza el posible beneficio y el coste de oportunidad. Los alumnos le inquieren:

—¿En función de qué tomo la decisión?

—Es puro *feeling*.

—¿Ahí no hay matemáticas?

—Hay una parte decisional, que es la parte humana que se incorpora al marco matemático. El

Brexit, el Twitter de Trump… Todos los eventos impredecibles.

—¿Es psicología?

—Es mercado.

Muchos de los alumnos ya combinan estudios y trabajo. La mayoría (el 52% de los que cursan el máster) son matemáticos. Se los rifan en consultoras y en banca. Expertos en modelización, en riesgos, en *trading*. En genérico, se les conoce como analistas cuantitativos. *Quants,* en la jerga. Y son claves en el sector desde que las matemáticas colonizaron las finanzas. El periodista de *The Wall Street Journal* Scott Patterson escribió sobre ellos en su libro The Quants (2010). El subtítulo era revelador: “Cómo una nueva raza de genios matemáticos conquistaron Wall Street y casi la destruyen”.

A este lado del charco, en Europa, Londres es la meca de los *quants*. Y para entender la cantidad de matemática que hay en su mundo, el analista de riesgos franco-español Juan Félix Aniel Quiroga, de 50 años, muestra su doble pantalla en la sala de mercado del *hedge fund* para el que trabaja (SPX; mueve más de 10.000 millones de dólares y su sede se encuentra en Mayfair, en el mismo edificio que el fondo del inversor y filántropo húngaro George Soros). En las pantallas oscilan decenas de curvas. Son precios históricos de instrumentos de mercado; las recesiones, bien marcadas en rojo. Es todo lo que permite ver. Sus fórmulas son secretas. Aniel Quiroga, formado como matemático e ingeniero industrial en Francia, desayuna cada mañana con el resultado de escenarios simulados que él mismo ha programado para valorar cómo afectaría a las inversiones. Son millones de cálcu-los matemáticos. Test de estrés, se denominan. Escenarios catastróficos. O cotidianos: “Calculo, por ejemplo, qué ha pasado en cada uno de los días de los últimos 10 años; y otros muchos test”. Aun así, cree que no se puede predecir el mercado. “Es imposible”. Pero duerme tranquilo. Pase lo que pase, dice, “no debería ser peor que lo que yo he calculado”.

La matemática Belén Lerena Guil, canaria de 44 años, desembarcó en Londres en 2005. “Era el *boom* del análisis cuantitativo”, dice. Tras doctorarse en la Universidad Complutense con una tesis sobre magnetohidrodinámica y realizar estancias en París y Zúrich, regresó a Madrid, a dar clases en la Facultad. “El sueldo era cada vez más bajo, tenía muy poca estabilidad y me empecé a aburrir”. En Londres la fichó Royal Bank of Scotland. Pasó en él ocho años, incluidos los de la crisis, desarrollando modelos en la sala de mercado. Se dedicaba, en sus palabras, a “poner en matemáticas productos financieros”. Hoy trabaja en JP Morgan, el mayor banco estadounidense y uno de los principales del mundo, en el departamento de validación de modelos. Explica su tarea: “Es como una función de control, un doble chequeo para ver si los modelos que se están usando tienen sentido y funcionan bien”. Recibe en la planta 30ª de una torre de vidrio en Canary Wharf, uno de los fortines mundiales de la banca de inversión. Preguntada por la relación entre matemáticas y crisis financiera, Lerena reconoce que antes de 2008 los modelos no tenían en cuenta la acumulación de riesgo (la regulación, añade, lo permitía). Hoy, buena parte del cometido de los matemáticos es el de supervisar esos modelos. “Cuando empecé, existían los grupos de validación, como en el que trabajo ahora. Pero no tenían la relevancia de hoy. Lo importante era desarrollar y desarrollar [productos financieros]. Después de la crisis, esto cambió. Necesitas tener una buena función de control. Si ves que en un momento de un estrés del mercado, de una crisis, la volatilidad se va a disparar, tienes que entender los límites de tus modelos para tener esa parte cubierta”. Lerena asegura que el auge de los *quants* ha dado paso ahora a otro nuevo: el del *big data*. Más abajo, en la planta 7ª del rascacielos, se encuentra una de las salas de *trading* del banco. Permiten observarla desde fuera, no acceder a la estancia. Ni fotografiarla. Al otro lado del cristal se extienden hileras de ejecutivos, decenas de ellos, sentados en una sala diáfana, con tres o cuatro pantallas cada uno. Modelizando, comprando, vendiendo. Estresando variables. Haciendo girar el mundo con ayuda de las matemáticas. Y apoyado contra el vidrio, ajeno al fabuloso circo de las finanzas, un limpiabotas saca lustre a unos zapatos.