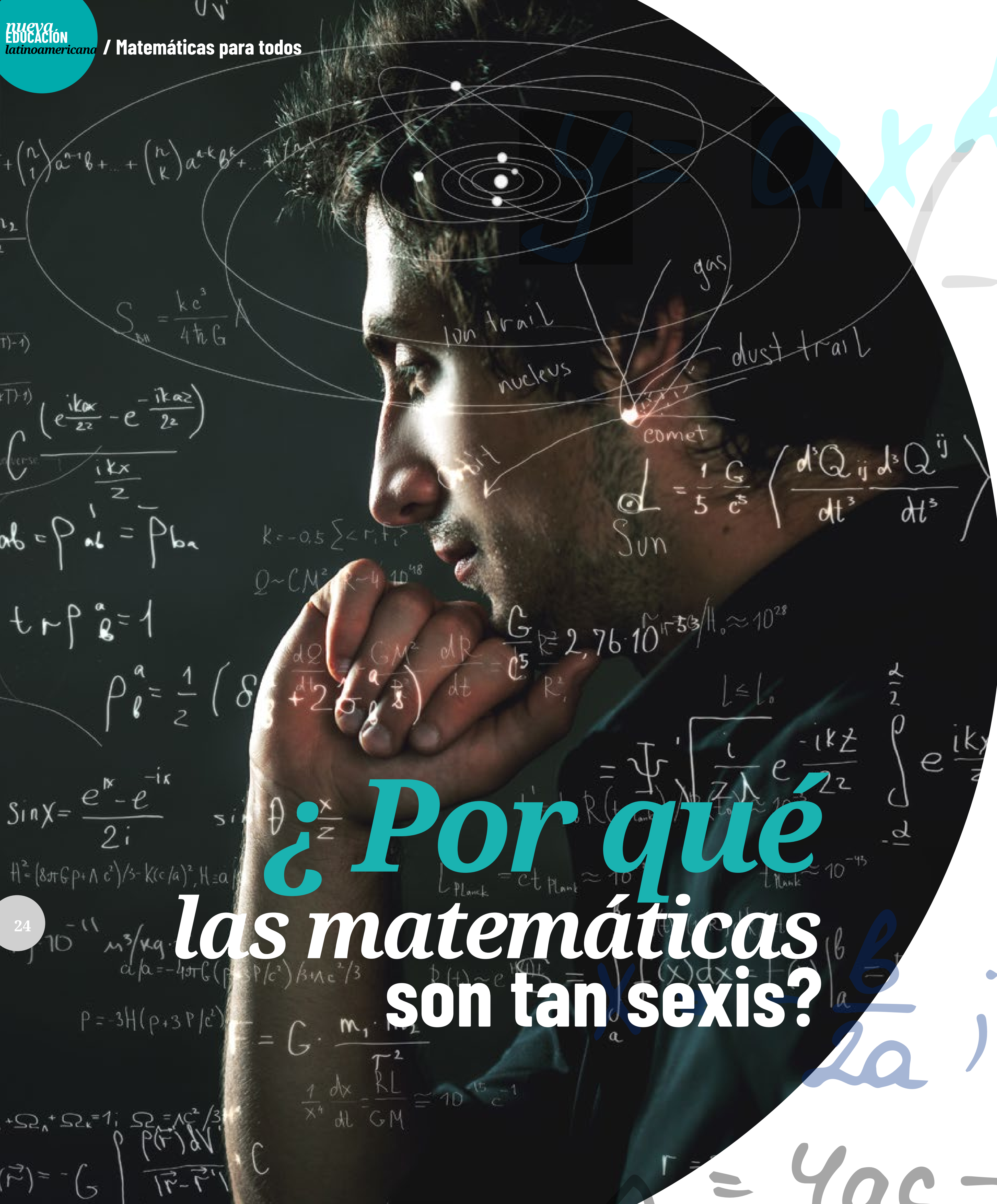


¿Por qué las matemáticas son tan sexis?

Cédric Villani. Princeton Institute for Advanced Studies.

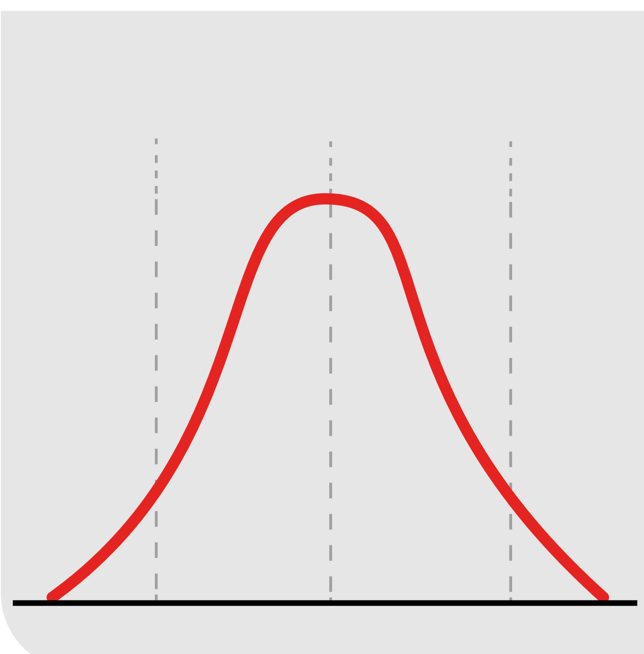
En esta brillante charla, que se transcribe a continuación, el afamado y reconocido Matemático francés Cédric Villani (medalla Fields) nos muestra por qué hacer matemáticas resulta tan atractivo y necesario en estos tiempos sumergidos en los datos y sistemas globales. La imaginación y la resolución de problemas sofisticados puede ser tan emocionante y placentera como muchos de los goces convencionales de la vida. Compartido bajo licencia Creative Commons. Todos los derechos Ted Talks. Consulte el video en ***https://www.ted.com/talks/cedric_villani_what_s_so_sexy_about_math/***

¿Qué hacen los franceses mejor que todos los demás? Si hacemos una encuesta, las tres respuestas podrían ser: el amor, el vino y el lloriqueo. Tal vez, pero permítanme sugerir una cuarta: las matemáticas. ¿Sabían que París tiene más matemáticos que cualquiera otra ciudad del mundo? Además de más calles con nombres de matemáticos. Y si uno mira las estadísticas de la Medalla Fields, a menudo llamada Premio Nobel de matemáticas, y siempre concedida a matemáticos con menos de cuarenta años, verá que Francia tiene más Medallas Fields por habitante que cualquier otro país.

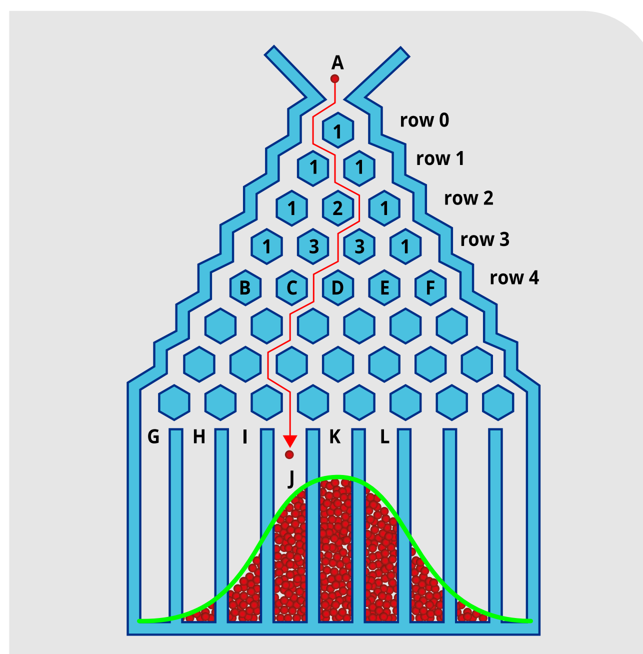
¿Qué nos parece tan atractivo de las matemáticas? Al fin y al cabo, parece que son tediosas y abstractas, con solo números y cálculos y reglas para aplicar. Las matemáticas pueden ser abstractas, pero no son tediosas y no son todo cálculos. Tienen que ver con el raciocinio y con demostrar nuestra principal actividad. Se trata de imaginación, el talento que más apreciamos. Se trata de encontrar la verdad. No hay nada como la sensación que invade a uno cuando tras meses de reflexión, entiende por fin el raciocinio correcto para resolver su problema. El gran matemático André Weil lo comparó, y no es broma, al placer sexual. Pero señaló que ese sentimiento puede durar horas o incluso días.

La recompensa puede ser grande. Verdades matemáticas ocultas están por todas partes en nuestro mundo físico. Son inaccesibles a nuestros sentidos, pero pueden ser vistas a través de lentes matemáticos. Cierren los ojos por un momento y piensen en lo que ocurre ahora a su alrededor. Partículas invisibles del aire chocan con ustedes, miles de millones cada segundo, todo es un completo caos. Y aun así, sus estadísticas pueden ser precisamente previstas por la física matemática. Abran ahora los ojos para las estadísticas de las velocidades de estas partículas.

La famosa curva gaussiana[1] en forma de campana o distribución normal de las desviaciones del comportamiento promedio. Esta curva habla de la estadística de velocidades de las partículas de la misma manera como una curva demográfica hablaría de la estadística de edades de los individuos. Es una de las curvas más importantes. Sigue apareciendo una y otra vez, en muchas teorías y muchos experimentos, como gran ejemplo de universalidad, lo que es tan querido por nosotros los matemáticos.



Curva gaussiana[1]



Tablero de Galton[2]

Sobre esta curva, el famoso científico Francis Galton dijo: "los griegos la habrían deificado de haberla conocido. Es la ley suprema de la sinrazón". La mejor forma de materializar esa diosa suprema es con el tablero de Galton[2]. Dentro de esta placa hay estrechos túneles a través de la cual diminutas bolas caerán al azar, yendo de derecha a izquierda, o hacia la izquierda, etc. Todo en aleatoriedad y caos completo. Veamos lo que sucede al mirar esas trayectorias aleatorias juntas.

Esto es como un deporte, porque tenemos que resolver algunos atascos de tráfico en ese país. Ajá. Pensamos que la aleatoriedad me jugaría un truco en el escenario. Aquí está. Nuestra diosa suprema de la sinrazón. La curva de Gauss atrapada aquí en esta caja transparente como el sueño en los cómics "The Sandman". Se lo he mostrado así a ustedes, pero a mis estudiantes les explico por qué no podría haber otra curva. Y esto está en contacto con el misterio de esa diosa, sustituyendo una hermosa coincidencia por una hermosa explicación.

Toda la ciencia es así. Y hermosas explicaciones matemáticas no son sólo para nuestro deleite. También cambian nuestra visión del mundo. Por ejemplo, Einstein, Perrin, Smoluchowski, usaron el análisis matemático de las trayectorias aleatorias y la curva de Gauss para explicar y demostrar que nuestro mundo está hecho de átomos. No era la primera vez que la matemática estaba revolucionando nuestra visión del mundo. Hace más de dos mil años, en la época de los antiguos griegos, ya se produjo. En aquellos días, solo una pequeña fracción del mundo había sido explorada, y la Tierra parecería infinita. Pero el inteligente Eratóstenes usando las matemáticas, pudo medir la Tierra con una increíble precisión de 2 %.

He aquí otro ejemplo. En 1673 Jean Richer notó que un péndulo se balancea ligeramente más lento en Cayenne que en París. A partir de esta sola observación y matemáticas inteligentes, Newton dedujo acertadamente que la Tierra es un poquito achatada en los polos, un 0,3 %. tan pequeña que ni siquiera se nota en la visión real de la Tierra. Estas historias muestran que las matemáticas pueden hacernos salir de nuestra intuición, medir la Tierra que parece infinita, ver átomos invisibles o detectar una variación imperceptible de forma. Y si solo hay una cosa que ustedes pueden aprovechar de esta charla, es la siguiente: las matemáticas nos permiten ir más allá de la intuición y explorar territorios que no están a nuestro alcance.

Esto es un ejemplo moderno para todos ustedes. Se refieren a buscar en nternet. La World Wide Web, más de mil millones de páginas web, ¿Quieren repasar todas ellas? La potencia informática ayuda, pero sin el modelado matemático ésta sería inútil para encontrar la información oculta en los datos. Vamos a resolver un problema hiper fácil. Imagine que usted es un detective trabajando en un caso penal, y hay muchas personas con su versión de los hechos. ¿A quién entrevistaría primero? Respuesta sensata: a los testigos principales.

Vean, supongamos que la persona número siete, cuenta una historia, pero cuando se le pregunta de dónde sacó la historia, apunta a la persona número tres como fuente. Y la persona número tres, a su vez, apunta a la persona número uno como fuente primaria. Ahora el número uno es el principal testigo, así que definitivamente quiero entrevistarlo con prioridad. Y a partir de la gráfica también vemos que la persona número cuatro es un testigo principal. Y puede que incluso quiera entrevistarlo en primer lugar, porque hay varias personas que se refieren a él.

Bien, eso fue fácil. Pero ahora ¿qué pasa si un gran grupo de personas va a declarar? Y este grafo, puedo pensarlo como todas las personas que atestiguan en un caso de delito complicado. Pero pueden muy bien ser páginas web apuntando uno al otro, refiriéndose a la otra para los contenidos. ¿Cuáles son las más autorizadas? No es tan claro.

La charla

Introduzcan PageRank, uno de los primeros pilares de Google. Este algoritmo usa leyes de la aleatoriedad matemática para determinar automáticamente las páginas web más relevantes. De la misma forma que usamos aleatoriedad en el experimento del tablero de Galton. Entonces vamos a enviar en este grafo un montón de pequeñas canicas, digitales y que vayan al azar a través del grafo. Cuando llegan a algún sitio, irán a algún tipo de relación elegido al azar hasta la siguiente. Y otra vez, y otra vez, y otra vez. Y con pilas pequeñas crecientes haremos un registro continuado de cuántas veces ha sido visitado el sitio por estas canicas digitales. Allá vamos. El azar, la aleatoriedad. Y de vez en cuando, también haremos saltos por completo al azar para aumentar la diversión.

Y miren esto: del caos surgirá la solución. Las pilas más altas corresponden a esos sitios mejor conectados que otros, más referenciados. Y aquí vemos claramente cuáles páginas web queremos en el primer intento. Una vez más, la solución surge de la aleatoriedad. Por supuesto, desde aquel momento, Google ha desarrollado algoritmos mucho más sofisticados. Pero ya era hermosa. Y aun así, es solo un problema entre un millón. Con el advenimiento de la era digital, más y más problemas se prestan a un análisis matemático, haciendo que el trabajo del matemático sea cada vez más útil, en comparación a hace unos años, clasificado como número uno entre los cien puestos de trabajo de un estudio sobre los mejores y peores trabajos, publicado en el Wall Street Journal en 2009.

Matemático: el mejor trabajo del mundo. Esto es debido a sus aplicaciones: teoría de la comunicación, teoría de la información, teoría de juegos, muestreo comprimido, aprendizaje automático, análisis de grafos, análisis armónico. ¿Y por qué no los procesos estocásticos, la programación lineal, o la simulación de fluidos? Cada uno de estos campos tiene inmensas aplicaciones industriales. Y a través de ellas, hay mucho dinero en matemáticas. Y permítanme confirmar que cuando se trata de hacer dinero con matemáticas, los estadounidenses son, con diferencia, los campeones del mundo. Multimillonarios emblemáticos inteligentes y sorprendentes empresas gigantes, todo descansa, en última instancia, en buenos algoritmos.

Con toda esta belleza, utilidad y riqueza, las matemáticas tienen un aspecto más atractivo. Pero no crean que la vida de un investigador matemático es una tarea fácil. Está llena de perplejidad, frustración, una lucha desesperada por la comprensión. Permítanme recordarles uno de los días más llamativos de mi vida como matemático. O debería decir, una de las noches más llamativas. En ese momento, estaba en el Instituto de Estudios Avanzados en Princeton; muchos años, la casa de Albert Einstein y posiblemente lugar santo de la mayoría de la investigación matemática del mundo. Y esa noche yo estaba trabajando en una prueba difícil de demostrar, y que estaba incompleta.

Se trataba de comprender la estabilidad paradójica característica de plasmas, que son una multitud de electrones. En el mundo perfecto del plasma, no hay colisiones y tampoco fricción para dar estabilidad como estamos acostumbrados. Pero aun así, si perturban ligeramente un equilibrio de plasma, encontrarán que el blindaje eléctrico resultante desaparece espontáneamente, o lo amortigua, como por una fuerza de fricción misteriosa. Este efecto paradójico, llamado amortiguación de Landau, es uno de los más importantes en la física del plasma, y se descubrió a través de ideas matemáticas. Pero aun así, no existía una comprensión matemática completa de este fenómeno.

Y junto con mi ex estudiante y colaborador principal Clément Mouhot, en París en ese momento, habíamos trabajado durante meses y meses en una prueba de este tipo. En realidad, yo ya había anunciado por error que podríamos resolverlo. Pero la verdad es que la prueba simplemente no funcionaba. A pesar de más de cien páginas de complicados argumentos, matemáticos, y un montón de descubrimientos y mucho cálculo, no funcionaba. Y esa noche en Princeton, un cierto vacío en la cadena de argumentos me estaba volviendo loco. Yo estaba poniendo allí toda mi energía y experiencia y trucos, y seguía sin funcionar. 1 a.m., 2 a.m., 3 a.m., no funcionaba. Alrededor de las 4 a.m. me fui a la cama con la moral baja. Entonces, un par de horas más tarde, me desperté y «Ah, es hora de que los niños vayan a la escuela». ¿Qué es esto? Había una voz en mi cabeza, lo juro. «Lleva el segundo término al otro lado, transformada de Fourier e invertir en L2». *(Risas)*

Maldita sea, ¡era el comienzo de la solución!

Ven, pensé que había descansado, pero realmente mi cerebro había seguido trabajando en esto. En esos momentos, uno no piensa en su carrera o sus colegas, es solo una batalla campal entre el problema y uno mismo. Una vez dicho esto, no perjudica cuando uno logra un ascenso en recompensa por su arduo trabajo. Y tras completar nuestro enorme análisis de la amortiguación de Landau, tuve la suerte de obtener la codiciada medalla Fields de manos del Presidente de la India, en Hyderabad el 19 de agosto de 2010. Un honor que los matemáticos nunca se atreven a soñar, un día que recordaré toda mi vida.

¿Qué piensa uno en una ocasión así? Orgullo, ¿sí? Y agradecimiento a los colaboradores que hicieron esto posible. Ya que fue una aventura colectiva, uno necesita compartirlo, no sólo con sus colaboradores. Creo que todo el mundo puede apreciar la emoción de la investigación matemática, y compartir historias apasionadas de humanos e ideas detrás de esta. Y he estado trabajando con mi equipo en el Instituto Henri Poincaré, junto con los socios y artistas de comunicación matemática de todo el mundo, para encontrar allí nuestro propio museo de matemáticas muy especial. Así que en unos pocos años, cuando vengan a París, tras probar la gran baguette crujiente y los macarrones, visítenos en el Instituto Henri Poincaré y compartan el sueño matemático con nosotros.

Gracias. *(Aplausos)*