



Manuel del Pino:

Trabajando en el Límite

Enfrentar un problema complejo con una solución inesperada fue lo que permitió al académico del Departamento de Ingeniería Matemática de la FCFM, Manuel del Pino, resolver una célebre conjetura planteada en 1978 por el matemático italiano, Ennio De Giorgi. Hoy, mientras su trabajo es evaluado por jueces internacionales, el académico se prepara para dar su primera charla en el International Congress of Mathematicians, la reunión más importante del mundo para la disciplina.

Manuel del Pino dice que suele hablar "con cierto pudor" sobre su trabajo.

De hecho, jamás revela por iniciativa propia que es un matemático porque la mayoría de las personas le dice que "eran malos para esa cuestión en el colegio, que no les gustaba", explica. Una de las únicas ocasiones en que alguien no le ha hecho un comentario negativo acerca de su profesión ocurrió hace poco mientras asistía a una conferencia en San Antonio, Texas. "Un taxista me preguntó que hacía ahí y le dije que era un 'mathematician'. La cara se le ensombreció y empezó a hablarme de la muerte de su padre y de todos los arreglos que ayudó a hacerle al cadáver", recuerda. Después de un momento de perplejidad, Del Pino se dio cuenta de que el conductor había entendido que era un "mortician", por lo que se encargó de aclararle que el congreso al que asistía no era para arregladores de muertos sino para matemáticos. Fue en ese momento cuando el taxista "se sintió tan aliviado que hasta me dio la mano", dice Manuel del Pino.

Meses más tarde, y ya de vuelta en Santiago, el académico del Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) e investigador del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), demora en abrir la puerta de su oficina. Es un viernes en la tarde a fines de noviembre y un cómodo

sillón negro, un pizarrón con algunos símbolos matemáticos y un escritorio con vista hacia el sector Sur de Santiago parecieran develar parte de la cotidianeidad de este académico. Pero no es así. En tres días más, Del Pino viajará a Japón para asistir a una conferencia y luego dará clases en Madrid, por lo que una hora y media de entrevista es lo máximo que puede ofrecer para hablar sobre su trabajo y su invitación a la próxima versión del International Congress of Mathematicians (ICM), el evento más importante de la especialidad a nivel mundial.

Manuel del Pino (47), Ingeniero Civil Matemático de la FCFM de la Universidad de Chile y Ph.D. de la Universidad de Minnesota, se ha transformado en el primer matemático afiliado en Chile que tendrá la oportunidad de presentar sus hallazgos en el ICM, escenario de la entrega de la Medalla Fields, el equivalente al Premio Nobel de Matemática. Pero en lugar de decir frases comunes sobre el orgullo que le hace sentir una invitación de este tipo, Del Pino opta por contar anécdotas de matemáticos rusos, chinos y estadounidenses. Secretos de un mundo desconocido para el común de la gente y en el que las influencias y la habilidad política tienen un peso casi tan grande como los méritos propios. De estos últimos, por cierto, Del Pino tiene de sobra. Sus publicaciones en revistas científicas suman más de 100 y el ISI

Essential Science Indicators de marzo último lo ubicó en el lugar número 53 en el listado de los 1000 matemáticos más citados en revistas ISI por artículos publicados durante los últimos 10 años. Pero no son esas las únicas razones por las que dará una charla en el ICM en Hyderabad, India, en agosto próximo. Manuel del Pino, experto en Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP), hablará sobre el más grande hallazgo de su carrera, hasta ahora: la construcción de un contraejemplo a una célebre conjetura del matemático italiano Ennio De Giorgi (1928-1996).

Los detalles sobre cómo Del Pino logró demostrar que la conjetura de De Giorgi era falsa desde la dimensión 9 en adelante difícilmente podrían ser explicados en un artículo periodístico. La razón es simple: casi dos horas de entrevista y un intercambio de 20 mails con él y otros matemáticos para aclarar dudas posteriores a la entrevista, no podrían registrar años de trabajo y de rigor intelectual. Pero aunque pedirle a un matemático que explique lo que hace sea tan inoportuno como pedirle a un pintor vanguardista que revele el significado de su obra, Manuel del Pino accede a deslizar, sólo algunos centímetros, el velo que protege el misterio de su trabajo.



Profesor Manuel del Pino.

PASO A PASO

La historia sobre cómo Manuel del Pino descubrió la solución al problema de De Giorgi comienza hace más de seis años, cuando junto al investigador del DIM, Michal Kowalczyk, y al matemático de la Chinese University of Hong Kong, Juncheng Wei, trabajaba en la teoría matemática de formación de patrones biológicos de Alan Turing, que habitualmente se ejemplifica con la pregunta sobre por qué la piel de los leopardos tiene motas de determinada pigmentación y distribuidas en patrones ordenados. Durante una charla ofrecida en ese entonces por Juncheng Wei sobre este tema, uno de los asistentes sugirió que "quizá ese análisis podría servir para construir un contraejemplo a la conjetura de De Giorgi". A partir de ese momento, Del Pino, Kowalczyk y Wei optaron por este inesperado camino para

resolver el problema durante un año y medio "hasta que nos resultó", recuerda el investigador. El período fue corto si se considera que para resolver problemas matemáticos de gran complejidad se requieren años de análisis. Sin embargo, Del Pino, Kowalczyk y Wei venían trabajando desde hacía 10 años en las técnicas con que finalmente llegaron al contraejemplo de la conjetura de De Giorgi.

Aunque todavía no ha sido publicado oficialmente por encontrarse en fase de evaluación por parte de jueces internacionales, el análisis de los investigadores de la FCFM-U. de Chile y de la Chinese University of Hong Kong puede encontrarse en una versión completa y preliminar en la base de datos de trabajos matemáticos arxiv (www.arxiv.org). Además, una versión resumida ya fue publicada en el Boletín de la Academia de Ciencias de París ([\[ciences.fr/publications/comptes_rendus.htm\]\(http://ciences.fr/publications/comptes_rendus.htm\)\). En ambas, se aprecia paso a paso el conjunto de soluciones desarrolladas para establecer el contraejemplo a la famosa conjetura que el matemático italiano planteó en torno a la teoría de transiciones de fase.](http://www.academies-</p></div><div data-bbox=)

De Giorgi, uno de los matemáticos italianos más influyentes del siglo XX, conjeturó en 1978 que las soluciones de la ecuación de Allen Cahn –modelo que originalmente se utilizó para predecir cambios de estado de un elemento en el procesamiento de acero a altas temperaturas– son funciones, y que esas funciones tienen conjuntos de nivel que se pueden graficar como las cotas de nivel de los planos cartográficos. En este contexto, el matemático italiano dijo que, en una dimensión menor que 9, todas las soluciones a la ecuación tenían que tener cotas de nivel planas o hiperplanas, "un



Manuel del Pino junto a investigadores de la FCFM.

nombre genérico para un objeto plano con una dimensión menos que la del espacio donde está ambientado", explica Manuel del Pino.

El hallazgo del matemático de la FCFM y de sus colegas Kowalczyk y Wei demostró que cuando la dimensión era mayor que 9 había soluciones cuyos conjuntos de nivel o cotas, no eran rectos o planos sino curvos. Construir este contraejemplo no fue nada de sencillo, tal como lo expresa el matemático en sus propias palabras. "Introducimos, en un modo aparentemente artificial, un parámetro pequeño en la ecuación mediante escalamiento y lo hicimos a pesar de que no había mayor indicio que pudiera demostrar que este valor pequeño estaba escondido. Sin embargo, como ya habíamos desarrollado técnicas para el estudio de este tipo de problemas, logramos establecer este vínculo que no era obvio y ése fue quizás nuestro principal aporte", revela el investigador. Las técnicas a las que se refiere Del Pino son fundamentalmente dos: perturbación singular y reducción de Lyapunov-Schmidt infinito-dimensional. Mientras la primera involucra un valor que se iguala a cero o muy cerca de cero, la segunda apunta a dividir el problema en dos para disminuir, en parte, su nivel de dificultad.

La combinación de ambos métodos marcó un antes y un después en la historia del análisis de la conjetura de De Giorgi. Las técnicas utilizadas anteriormente por otros investigadores habían atacado el problema a través del método directo del cálculo de variaciones. Éste es el caso de Nassif Ghoussoub y Changfeng Gui, quienes en 1997 lograron demostrar la conjetura en dos dimensiones, Luigi Ambrosio y Xavier Cabré, quienes lograron formularla en tres dimensiones en 1999, y Ovidiu Savin, quien hace 6 años "casi logró responder a la pregunta de De Giorgi entre las dimensiones 4 y 8, pero debió agregar un leve supuesto adicional", indica el académico. Pero la técnica desarrollada por Del Pino, Kowalczyk y Wei no sólo les permitió abrir un camino diferente sino que además fue clave para probar que la conjetura era falsa desde la dimensión 9 en adelante.

DE LO SIMPLE A LO PROFUNDO

Mientras su trabajo continúa ganando prestigio internacional, Manuel del Pino adelanta que se preparará con especial dedicación para el International Congress of Mathematicians. Por esta razón, su charla sobre EDP no sólo analizará su trabajo con De Giorgi sino también

con una serie de ecuaciones que, al igual que la conjetura del matemático italiano, tampoco involucran características geométricas o parámetros pequeños explícitos, tal como ocurre con el problema de ondas estacionarias en la ecuación de Schrödinger no-lineal, que habitualmente se utiliza para describir la posición de una partícula, a través de una función de ondas. "Queremos mostrar que en las ecuaciones consideradas como más simples existen problemas matemáticos eventualmente más sofisticados que las aplicaciones para las que originalmente fueron formuladas", explica el investigador.

Con esta apreciación, el experto en EDP de la FCFM, deja en evidencia que, más que una aplicación o un modelo en especial, "lo que realmente interesa a los matemáticos es la ecuación en sí misma. La ecuación, típicamente, posee una infinidad de soluciones", explica Del Pino. "El problema está en identificar soluciones que sean interesantes por un lado, y por otro, intentar clasificarlas y entregar afirmaciones más generales o decir lo que más se pueda", agrega. En el caso de la conjetura de De Giorgi, por ejemplo, el investigador destaca que lo importante es la belleza de la pregunta que plantea porque conecta la teoría de las ecuaciones llamadas elípticas semilineales con la teoría matemática de superficies mínimas, que suele graficarse con burbujas de jabón. "Ya sea creando o descubriendo, la motivación última de la gran mayoría de los matemáticos es estética y quienes nos dedicamos a esta disciplina siempre lo haremos por el placer infinito que significa comprender conceptos, teorías o fenómenos", manifiesta.

Luego de esta última declaración, y al ver que la grabadora se ha apagado, Manuel del Pino dice que, aunque no suele fumar, últimamente sí lo ha estado haciendo. "Por eso me demoré en abrir la puerta de mi oficina. Estaba abriendo la ventana para que no se sintiera el olor a cigarrillo", explica con cierto relajamiento al ver que la entrevista terminó. Aunque la experiencia de hablar sobre lo que hace no le desagradó, según reconoce, ya han sido demasiadas revelaciones por una tarde y es tiempo de volver a correr el velo a su lugar para seguir protegiendo el secreto de su trabajo. Por ahora, lo mejor será que los números continúen hablando por él. 

Texto: Daniela Cid M.