

Fan Rong K. Chung Graham, Teoría de grafos, gráficos combinatorios, teoría de Ramsey

El padre de Fan Chung era ingeniero. Asistió a la escuela secundaria en Kaohsiung, Taiwan, donde nació en 1949, y su padre la animó a estudiar matemáticas, quien le dijo [Referencia 2]:

... en matemáticas todo lo que necesitas es lápiz y papel.

Ingresó a la Universidad Nacional de Taiwán para leer para un B.S. en matemáticas. En [Referencia 1] describió cómo se le animó a pensar en términos de una carrera en matemáticas mediante la interacción con sus compañeros de estudios:

Como estudiante en Taiwán, estaba rodeada de buenos amigos y muchas mujeres matemáticas. Disfrutamos hablando de matemáticas y ayudándonos unos a otros. Una gran parte de la educación consiste en aprender de sus compañeros, no solo de los profesores. Ver a otras mujeres desempeñarse bien también es un gran generador de confianza.

Fue durante sus años como estudiante en Taiwán cuando se sintió atraída por primera vez por la combinatoria, el área en la que pronto comenzaría a investigar [Referencia 2]:

... muchos problemas de la combinatoria se explicaban fácilmente, se podía abordar rápidamente, pero salir a menudo era muy difícil ... Más tarde descubrí que había todo tipo de conexiones con otras ramas de las matemáticas, así como con muchas aplicaciones.



Chung se graduó con un B.S. en matemáticas en 1970 y luego se fue a los Estados Unidos para sus estudios de posgrado. Entró en la Universidad de Pensilvania, pero

al principio Herbert Wilf, profesor de Matemáticas en la Universidad de Pensilvania, apenas se fijó en ella. Wilf escribe (ver [Referencia 1]):

Nunca presté atención a los estudiantes graduados hasta que pasaron sus exámenes de calificación. Mi política entonces era ir tras el mejor estudiante e intentar que se metiera en combinatoria. El año en que realizó el examen, 1971, obtuvo la puntuación más alta con diferencia: había una gran brecha entre ella y el siguiente mejor estudiante. Así que la busqué de inmediato (nunca antes había hablado con ella) y le pregunté si sabía algo sobre combinatoria. Dijo que sabía un poco de sus días en la Universidad Nacional de Taiwán, pero no demasiado. Saqué una de mis materias magnéticas, la teoría de Ramsey, que garantiza que los estudiantes de posgrado se enganchen a la combinatoria porque es algo muy atractivo. Le di un libro y le dije que leyera el capítulo sobre la teoría de Ramsey. Programamos una cita en una semana para hablar de ello. Cuando llegó a la cita, le pregunté si le había gustado el capítulo. Ella sonrió y dijo que estaba bien. Luego abrió el libro con un teorema clave y dijo, con suavidad: "Creo que puedo hacerlo un poco mejor con la demostración". Mis ojos estaban desorbitados. Estaba muy emocionado. Le pedí que fuera al pizarrón y me lo mostrara. ¡Lo que escribió fue increíble! En solo una semana, desde un comienzo en frío, obtuvo un resultado importante en la teoría de Ramsey. Le dije que acababa de hacer dos tercios de una tesis doctoral. "¿De verdad?" dijo ella suavemente. De hecho, el resultado se convirtió en una parte importante de su disertación.

Chung recibió su licenciatura en 1972, luego continuó sus estudios para obtener un doctorado, con Wilf como su supervisor. Había encontrado sus primeros resultados originales en la teoría de Ramsey y eso la llevó a la publicación de su primer artículo Sobre los números de Ramsey $N(3, 3, \dots, 3; 2)$ que apareció en *Discrete Mathematics* en 1973. En este artículo ella demostró que si $f(k)$ es el número de Ramsey $N(3, 3, \dots, 3; 2)$ donde hay k 3s, entonces

$$N(3, 3, 3, 3; 2) > 50 N(3, 3, 3, 3; 2) > 50$$

y

$$f(k+1) \geq 3f(k) + f(k-2). \quad f(k+1) \geq 3f(k) + f(k-2).$$

También en 1973, Chung asistió a la Conferencia Capital en la Universidad George Washington en Washington, D.C. Allí presentó un artículo sobre números de Ramsey triangulares y cíclicos con colores k que se publicó en las Actas de la Conferencia del año siguiente.

Para entonces, Chung estaba casada y tuvo su primer hijo en 1974 antes de presentar su tesis doctoral [Referencia 2]:

Es un momento maravilloso para tener un hijo. No tienes que asistir a clases; solo tienes que escribir tu tesis.

En 1974, Chung obtuvo su doctorado por la Universidad de Pennsylvania y solicitó un trabajo como miembro del personal técnico que trabaja para el Departamento de Fundamentos Matemáticos de la Computación en Bell Laboratories en Murray Hill, Nueva Jersey. Fue nombrada para el puesto y comenzó a trabajar con Henry Pollak, quien sería su superior en Bell Laboratories durante muchos años. Había muchos otros matemáticos destacados que trabajaban para Bell Laboratories en este momento, como Ron Graham y Sloane. Rápidamente comenzó a colaborar con otros en Bell Labs y produjo un flujo constante de artículos matemáticos [Referencia 2]:

Encontrar el problema correcto es a menudo la parte principal del trabajo para establecer la conexión. Con frecuencia, un buen problema de otra persona le dará un empujón en la dirección correcta y lo siguiente que sepa es que tiene otro buen problema. ¡Haces amigos matemáticos y compartes la diversión!.

En 1975 publicó *Gráficos reorganizables óptimos* en los que proporcionó un método para encontrar el número mínimo de aristas que puede tener un gráfico reorganizable para cualquier elección de subconjuntos no vacíos de su conjunto de vértices. A. Kandel, revisando este artículo, escribió:

Esta contribución es bastante relevante para los problemas aplicados, ya que muchos problemas en redes de conmutación pueden verse en términos de teoría de gráficos. Por ejemplo, en lugar de minimizar el número de puntos de cruce para reducir el costo de la red, se puede considerar el problema de encontrar un gráfico con el número mínimo de bordes.

También en 1975, Chung publicó su primer artículo conjunto con Ron Graham sobre los números multicolores de Ramsey para gráficos bipartitos completos que apareció en el *Journal of Combinatorial Theory*.

Mientras trabajaba en Bell Laboratories, Chung volvió a quedar embarazada [Referencia 2]:

Le dije a Henry Pollak, mi gerente, que trabajaría hasta el día en que fuera al hospital. Como ya tenía uno en casa, pensé: ¿cuál es el problema con uno más? Ni siquiera tomé la licencia por maternidad; había demasiado papeleo asociado con eso. Así que me tomé cuatro semanas de vacaciones y escribí un artículo mientras tanto.

Su segundo hijo nació en 1977, pero el matrimonio de Chung no fue exitoso y terminó en divorcio en 1982. Se casaría con Ron Graham en 1983, pero continuó publicando bajo su nombre original de Fan Chung. Graham ha dicho [Referencia 1]:

Muchos matemáticos odiarían casarse con alguien de la profesión. Temen que su relación sea demasiado competitiva. En nuestro caso, no solo ambos somos matemáticos, ambos trabajamos en las mismas áreas. Entonces podemos entender y apreciar en qué está trabajando el otro, y podemos trabajar juntos en cosas y, a veces, hacer un buen progreso.



En 1983, la Bell Telephone Company se dividió. Se creó Bellcore (Bell Communications Research) y otras empresas y Henry Pollak se convirtió en jefe de una unidad de investigación dentro de la empresa recién formada en Morristown, Nueva Jersey. Le pidió a Chung que se convirtiera en Gerente de Investigación y lo ayudara a desarrollar la unidad:

Durante los siguientes siete años, además de mi investigación, tuve que escribir informes, asistir a reuniones y leer los trabajos de investigación de los matemáticos que supervisaba.

Fue ascendida a Gerente de División de Matemáticas, Ciencias de la Información e Investigación de Operaciones en Bellcore en 1986, cargo que ocupó durante cuatro años. En el otoño de 1989, Chung se convirtió en profesor invitado en Princeton.

Marcó el comienzo de una nueva asociación con el mundo académico. En 1990 Bellcore creó la idea de un Fellow que pasaría un año sabático en una universidad. Chung fue una de las primeras en recibir una beca de este tipo y fue a Harvard:

No es fácil para algunas personas dejar la administración, pero no fue tan difícil para mí. Por lo general, con los puestos de dirección obtienes más influencia y ciertamente tienes más poder para tomar decisiones. Pero no quiero que la gente me respete por ese poder. Prefiero ganarme su admiración por las matemáticas que estoy haciendo.

Este año tuvo una gran influencia en Chung, quien decidió regresar al mundo académico pero no dejó formalmente Bellcore hasta 1994. En 1991, sin embargo, se convirtió en profesora visitante en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Harvard. En agosto de ese año presentó una conferencia conjunta AMS-MAA Laplacians de gráficos e hipergráficos en Orono, ME. La conferencia fue producida en un videocasete por la American Mathematical Society y viene con la siguiente descripción:

"¿Puedes oír la forma de un gráfico?" Puede sonar como un giro sin sentido en el famoso problema de la batería, pero de hecho captura una intrigante analogía entre múltiples y gráficos. En esta conferencia clara y con buen ritmo, el destacado teórico de los gráficos, profesora Fan Chung, explota esta analogía para producir algunos resultados interesantes y útiles. Ella comienza con una perspectiva histórica de los gráficos, sus usos en la informática y su interés matemático inherente. Ella analiza los laplacianos de gráficos e hipergráficos desde el punto de vista homológico y teórico de gráficos. Los valores propios de los laplacianos pueden relacionarse con varias propiedades de los hipergráficos y utilizarse para fortalecer e implicar resultados previos de la teoría de los gráficos. Se discuten una variedad de aplicaciones a la combinatoria extrema y la complejidad computacional, además de una serie de problemas abiertos.

Dio un discurso como invitada al Congreso Internacional de Matemáticos en Zürich en 1994. El mismo año renunció a Bellcore y pasó un año en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton antes de aceptar una cátedra en la Universidad de Pensilvania, que asumió en 1995. Después de tres años como profesora de matemáticas y profesora de informática en Pensilvania, fue nombrada profesora de matemáticas y profesora de informática e ingeniería en la Universidad de California, San Diego. También tiene la Cátedra Akamai en Matemáticas de Internet.

Ya hemos dado algunos detalles de las primeras publicaciones de Chung. Sus intereses son amplios y entre sus casi 200 publicaciones hay contribuciones a la teoría de gráficos espectrales, gráficos extremos, etiquetado de gráficos,

descomposición de gráficos, gráficos aleatorios, algoritmos de gráficos, estructuras paralelas y diversas aplicaciones de la teoría de gráficos en la computación de Internet, redes de comunicación, confiabilidad de software y geometría discreta. En 1997, la American Mathematical Society publicó un importante libro: *Teoría de gráficos espectrales*, de Chung. En este libro ella escribe:

... las matemáticas subyacentes de la teoría de grafos espectrales a través de todas sus conexiones con lo puro y aplicado, lo continuo y discreto, pueden verse como una sola materia unificada.

La teoría de grafos espectrales estudia cómo el espectro del laplaciano de un grafo se relaciona con sus propiedades combinatorias. Chung estudia este tema desde el punto de vista de la geometría espectral en este libro trazando la analogía con el espectro en las variedades de Riemann.



Solo un año después, en 1998, apareció otro libro importante, esta vez escrito conjuntamente por Chung y su esposo Graham. Este es *Erdős en gráficos* y en él se enumeran muchos de los problemas y conjeturas de la teoría de grafos hechos por Paul Erdős. Se basó en un artículo que Chung publicó sobre el mismo tema el año anterior en el *Journal of Graph Theory*. Sin duda, R. H. Schelp tiene razón cuando escribió en su reseña del libro:

Seguramente muchos de los problemas de Erdos presentados aquí permanecerán abiertos durante los próximos años, lo que representará un desafío para los futuros teóricos de gráficos. Por tanto, este texto será un importante volumen de referencia para el investigador de la teoría de grafos.

Chung y Graham no solo estaban asociados con Erdős a través de sus matemáticas, sino que también eran amigos personales cercanos y su hogar le proporcionaba el único lugar que tenía como base.

Vale la pena señalar la tremenda contribución que Chung ha hecho, y continúa haciendo, como miembro del consejo editorial de varias revistas. Desde mediados de la década de 1990, ha formado parte, y en la mayoría de los casos sigue formando parte, de los consejos de administración de 17 revistas. También se ha

desempeñado en el Consejo de la Sociedad Matemática Estadounidense (1989-91) y en varios de sus comités. Del mismo modo, también ha sido miembro del Consejo de la Sociedad de Matemáticas Industriales y Aplicadas (1990-92) y de varios de sus comités.

Finalmente, debemos señalar que Chung fue honrada con el Premio Allendoerfer por la Asociación Matemática de América en 1990, y con la designación como miembro de la Academia Estadounidense de Artes y Ciencias en 1998.

Ha hecho otras contribuciones sustanciales a la comunidad matemática con su trabajo editorial, sirviendo en los consejos editoriales de *Mathematics Research Letters*, *Random Structures and Algorithms*, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, *Journal of Combinatorial Designs*, *SIAM Review*, *Journal of Graph Theory*, *Annals of Applied Mathematics*, la *Revista de Optimización Combinatoria*, *Annals of Combinatorics*, la *Revista de Matemáticas de Taiwán*, la *Revista de Ciencias de Sistemas y Computación*, y *Teoría de Sistemas Matemáticos*. Además, se ha desempeñado como coeditora en jefe de *Advances in Applied Mathematics* y *Electronic Journal of Combinatorics*, y como editora en jefe de *Internet Mathematics* y *Journal of Graph Theory*.

Para dar una idea de su trabajo reciente, citemos del resumen de la charla *Random Graphs and Internet Graphs* que dio en la Universidad de Manchester en junio de 2005:

Discutiremos algunos desarrollos recientes en gráficos aleatorios con distribuciones de grados esperados dados. Estos gráficos aleatorios se pueden utilizar para modelar varios gráficos muy grandes que surgen en Internet y las telecomunicaciones. A su vez, estos "gráficos masivos" arrojan conocimientos y conducen a nuevas direcciones para la teoría de gráficos aleatorios. Por ejemplo, se puede demostrar que los tamaños de los componentes conectados dependen principalmente del grado promedio y del grado promedio de segundo orden bajo ciertas condiciones suaves. Además, los espectros de las matrices de adyacencia de algunos gráficos aleatorios de leyes de potencias obedecen a la ley de potencias, mientras que los espectros del laplaciano siguen la ley del semicírculo. Mencionaremos una serie de resultados y problemas relacionados que son sugeridos por diversas aplicaciones de gráficos masivos.

Basado en el artículo de JJ O'Connor y EF Robertson
<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Chung.html>
casanchi.org

Referencias

1. P Hoffman, *The man who loved only numbers* (London, 1998).
2. D Albers, Making Connections: A profile of Fan Chung, *Math. Horizon* (Sept. 1995), 14-18.
3. [Fan Chung's home page](#)
4. [Agnes Scott College](#)