
2011
Reuben Hersh
y Vera John-Steiner
Matemáticas:
una historia de
amor y odio
1x1 =
2x2 =

Reseña

Las matemáticas tienen para muchos mala fama: frías, complicadas, ajenas a todo aquello que no sea «racional». Sin embargo, semejante historia no es real: las matemáticas tienen que ver, y mucho, con emociones y fuerzas sociales; esto es, con todo aquello que es primaria y genuinamente humano. Que es así, es algo que se muestra en este libro, en el que un matemático, Reuben Hersh, y una experta en lingüística y educación, Vera John-Steiner, narran, con un estilo vivo y accesible, las vidas de distinguidos matemáticos, vidas en las que no faltaron amistades, amores, rivalidades, frustraciones, pasiones o momentos de éxtasis. A través de las páginas de este esclarecedor libro, comprobamos como las matemáticas representaron una inmensa ayuda para individuos durante tiempos de crisis, guerras e incluso prisión. Y aunque se combate la idea de que los matemáticos son, en general, personas excéntricas, que viven en un universo propio practicando de manera individual la disciplina que aman, no se deja de presentar por ello los, poco frecuentes, casos de matemáticos que enloquecieron debido a sus obsesiones científicas. Es esta una obra, en resumen, que ayuda a comprender cómo la más racional de las habilidades humanas es al mismo tiempo una de las más emocionales.

Índice

Introducción

Este libro, a diferencia de la mayoría de los libros de matemáticas, trata de los matemáticos, de su extraordinaria pasión por las matemáticas y de toda la complejidad de su existencia, y hace hincapié en los aspectos social y emocional de la vida matemática.

En las grandes y famosas obras de Euclides y Newton encontramos axiomas y teoremas. Las matemáticas parecen hablar por sí mismas. No hablan en primera persona, no se dirigen a una segunda persona: «ésta es la verdad, aquí está la demostración, no hace falta decir nada más». Si nos remontamos a los escritos de Platón y Descartes, vemos que el pensamiento matemático siempre ha sido visto como razón pura, una facultad perfecta y eterna y que los pensamientos, los sentimientos y las preocupaciones del matemático no se tratan.

Sin embargo, no es necesaria una reflexión muy profunda para darnos cuenta de que esta perfección es una creación humana. Las matemáticas son un artefacto creado por criaturas pensantes de carne y hueso, algo que, por supuesto, siempre han sabido los poetas, novelistas y dramaturgos. Los matemáticos, igual que todo el mundo, piensan social y emocionalmente según las categorías de su tiempo, lugar y cultura. A cualquier gran tarea que emprendamos, como por ejemplo la estructuración del conocimiento matemático, le aplicamos toda nuestra humanidad. Nuestro trabajo comprende, no sólo el razonamiento, sino además el gozo del descubrimiento, la lucha contra la incertidumbre, y muchas otras emociones. También las realidades sociales, la guerra, la opresión política, el sexismo y el racismo le han dado forma a este trabajo, puesto que han afectado a la sociedad y a las matemáticas en épocas diferentes.

Hoy en día, la relación entre pensamiento y emoción es un campo activo e importante de la investigación científica. Recientemente, el neurocientífico Antonio Damasio y un colaborador suyo escribieron que

> *la biología moderna descubre que los humanos son fundamentalmente criaturas emocionales y sociales. Aun así, los que trabajamos en el campo de la educación solemos equivocarnos al considerar que las habilidades cognitivas superiores que se enseñan en las escuelas, entre ellas el razonamiento, la toma de decisiones y los procesos relacionados con el lenguaje, la lectura y las matemáticas, no funcionan como sistemas racionales e incorpóreos, de algún modo influenciados por las emociones y el cuerpo, aunque separados de ellos... existen procesos emocionales ocultos que subyacen a la toma de decisiones y al aprendizaje en un mundo real aparentemente* racional[1].

Aunque la toma de decisiones puramente racional sea posible en situaciones muy estructuradas, Damasio y su colaborador indican que es necesario potenciar el pensamiento emocional para adquirir

[1] Immordino-Yang M.H., y Damasio A. (2007). «We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education», *Mind, Brain, and Education* 1 (1), pp. 2, 4.

y aprovechar «estas habilidades y conocimientos fuera del contexto estructurado de las escuelas y del laboratorio»[2].

Qué duda cabe, la experiencia matemática avanza entre los polos gemelos de la exaltación y de la desesperación. Si bien es cierto que los principiantes son quienes mejor conocen la desesperación, y que la exaltación está más asociada a los grandes descubridores, es cierto también que estas emociones opuestas permanecen a la espera y ocultas durante cualquier dificultad matemática y a cualquier nivel. Los vínculos emocionales profundos entre la experiencia matemática en la primera infancia, en la madurez y en la edad avanzada constituyen uno de los principales temas de este libro.

Para desvelar estos diferentes aspectos de la vida matemática hemos leído muchas biografías y autobiografías. Citamos una gran cantidad de anécdotas entrañables de la vida de matemáticos que disfrutaron de los caprichos y peculiaridades de vivir con los números y la abstracción y que se rieron de todo ello. Muy a menudo dejamos que hablen los matemáticos famosos.

Uno de nuestros principales objetivos consiste en superar algunas imágenes estereotipadas y distorsionadas de esta disciplina y de sus practicantes[3].

---

[2] Ibíd., p. 10.

[3] El concepto de mito también está incluido en el libro de Claudia Henrion, *Women in Mathematics*. Nosotros utilizamos aquí este concepto de forma independiente. No fuimos conscientes hasta hace poco tiempo de la coincidencia en el uso de este concepto, y de las similitudes entre las formulaciones de Henrion y las nuestras.

En primer lugar, tenemos el mito de que los matemáticos son diferentes de otras personas y de que carecen de complejidad emocional.

Existe la creencia generalizada de que para comprender un razonamiento abstracto complejo, un investigador debe excluir de su pensamiento las emociones. Nuestros primeros cuatro capítulos refutan dicha creencia. El matemático, igual que cualquier otra persona, tiene una vida emocional que se sostiene en el cariño recibido en la infancia y en la juventud, y en el compañerismo y el apoyo mutuo en años posteriores.

Lograr el equilibrio de la propia vida emocional constituye un desafío para cualquiera, y es un desafío especialmente duro para aquellos que trabajan en las matemáticas, donde la búsqueda de la certidumbre sin tener un camino identificado con claridad puede conducir en ocasiones a la desesperación. La absorción de los matemáticos en su mundo aparte y especial de pensamiento resulta fundamental para sus logros y para que disfruten haciendo matemáticas. Sin embargo, cualquier trabajo creativo exige apoyo. El matemático, inmerso en un mundo mental cuya comprensión queda muy lejos del alcance de las personas más cercanas a él, corre el riesgo de quedar psicológicamente aislado. Explicaremos la historia de algunos matemáticos para quienes este tipo de aislamiento se convirtió en tan extremo que llegó a abrumar su existencia. También hablamos de otros a quienes la realidad y la belleza de las matemáticas les transportaron a un paraíso emocional que les protegió de las persecuciones y de los trágicos efectos de la guerra. El denominador común es el amor y el odio por las matemáticas.

Empezamos el primer capítulo con una pregunta, ¿cómo empieza un niño a convertirse en matemático? Exploramos la euforia del descubrimiento y la capacidad de compromiso que pueden llegar a tener algunos jóvenes. Escuchamos a los jóvenes participantes en las olimpiadas matemáticas internacionales, y también a sus padres. Seguimos a los jóvenes matemáticos a través de sus años escolares y universitarios. Entre las emociones que acompañan la actividad matemática, encontramos afinidades y dudas, frustración y euforia, camaradería y rivalidad, y amistad y celos.

La cultura de las matemáticas es el tema del segundo capítulo. La socialización en el seno de una comunidad implica compartir valores, enfoques cognitivos y creencias y prácticas sociales. También implica modos de gestionar las tensiones internas que pueden ser la causa de la ruptura de vínculos humanos y profesionales muy necesarios. Informamos de tres episodios recientes en la historia de las matemáticas que fueron titulares de noticias: la demostración del último teorema de Fermat; el reconocimiento del grupo de fenómenos en dinámica conocidos como «caos»; y la demostración del programa de Thurston en topología tetradimensional, que incluye la conjetura de Poincaré. En todo lo anterior participaron dos grandes geómetras, Grisha Perelman y S.-T. Yau, y nos demuestra el precio a pagar por el compromiso firme y la ambivalencia del matemático con respecto a la fama. También damos cuenta de las dificultades a las que tuvo que enfrentarse la catedrática de la Universidad de California Jenny Harrison. (Al final de este libro adjuntamos un directorio biográfico de matemáticos e investigadores).

En el capítulo 3, presentamos historias donde sus protagonistas encuentran consuelo en su disciplina como una forma de evadirse de la opresión y del encarcelamiento. Empezamos con Jean-Victor Poncelet, un oficial capturado por el derrotado ejército de Napoleón que realizó grandes descubrimientos en geometría durante el tiempo en que estuvo prisionero en Siberia, e incluimos también a José Luis Massera, de Uruguay, que se dedicó a darles clase a sus compañeros prisioneros en la cárcel, proporcionándoles esperanza y la determinación de sobrevivir.

En el capítulo 4 examinamos la naturaleza potencialmente adictiva de las matemáticas. ¿Qué conduce a una persona a vivir sólo por las matemáticas? Si esta búsqueda se convierte en obsesión, ¿cuáles son las posibles repercusiones psíquicas? Analizamos la historia de Alexandre Grothendieck, uno de los matemáticos más destacados del siglo XX, quien, después de dedicar su vida a su profesión, se retiró a una vida de ermitaño, repudiando a sus colegas y los valores predominantes del siglo XX. André Bloch emprendió un trabajo matemático diario disciplinado (y dominó las funciones ambivalentes) en un sanatorio psiquiátrico en Charenton, Francia. El matemático loco más conocido es Ted Kaczyinsky, el «Unabomber», cuya psicopatología parece ser una sanguinaria parodia del razonamiento matemático, y el trágico final del gran lógico Kurt Gödel demuestra que la paranoia puede coexistir con la genialidad.

Segunda en nuestra lista de cuatro mitos, es la idea de que las matemáticas son una búsqueda solitaria, un mito que desmontamos en los capítulos 5 y 6.

El pensamiento intenso y sostenido exige un entorno tranquilo y una actitud mental muy centrada. Sin embargo, la disciplina, el descubrimiento y la renovación intelectual y emocional prosperan si cuentan con el apoyo de relaciones afectuosas. La extendida imagen del matemático solitario y excéntrico es una distorsión que hace caso omiso de la fructífera vida social de los hombres y mujeres que trabajan en este campo, una vida social que incluye su papel de mentores y el trabajo en colaboración.

En el capítulo 5, observamos las amistades y colaboraciones en las vidas de los matemáticos, el placer de reflexionar en compañía que tan gráficamente evocan David Hilbert y Hermann Minkowski. Examinamos la compleja colaboración entre los eminentes matemáticos británicos G.H. Hardy y John Littlewood, y el matemático indio Srinivasa Ramanujan, una intensa y amarga historia de colaboración intelectual y de aislamiento cultural. Observamos el íntimo vínculo profesional entre el catedrático soltero Karl Weierstrass y la joven estudiante rusa Sonia Kovalevskaya, de cuyo encuentro nacieron vínculos emocionales poderosos y una relación que acabó en una trágica pérdida. El singular matrimonio matemático de Grace Chisholm y William Young ofrece roles de género sorprendentes y cambiantes en el curso de su larga colaboración. La historia de Chisholm y Young resulta especialmente interesante cuando los matrimonios matemáticos se hicieron bastante frecuentes ya más avanzado el siglo XX.

En el capítulo 6, examinamos la naturaleza única y la cultura de las comunidades matemáticas, y el soporte que proporcionan a matemáticos aspirantes y a los ya establecidos. En ocasiones, en la vida de un grupo o departamento cohesionado, se dan períodos «dorados», cuando la aparición de líderes inspirados, las intensas relaciones personales y el apoyo institucional dan como resultado un período de gran productividad, como ocurrió, por ejemplo, en Gotinga a principios del siglo XX. El legado de Gotinga sería más tarde la inspiración que impulsaría a Richard Courant a crear una nueva comunidad matemática en la Universidad de Nueva York. (Uno de los autores, R.H., tuvo la gran suerte de pasar varios años allí, primero como estudiante de posgrado y más tarde como investigador visitante posdoctoral). Otra comunidad matemática famosa fue el grupo Bourbaki de las ciudades francesas de Nancy y París. Hace cuarenta años, los matemáticos rusos pasaron por una década «dorada» de estímulo mutuo y de inspiración en el departamento de mecánica y matemática (Mekh-Math) de la Universidad de Moscú, y la comunidad internacional todavía siente el impacto de aquellos años. También escribimos sobre las mujeres que todavía luchan por la igualdad, el respeto y la aceptación a través de la Association for Women in Mathematics (asociación de mujeres matemáticas), una organización que proporciona un apoyo muy necesario a sus miembros.

El tercero de nuestros mitos se suele presentar como una cita de G.H. Hardy, que las matemáticas son cosa de hombres jóvenes. En el capítulo 7 analizamos las cuestiones de la madurez, el envejecimiento y el género con relación a la vida de los matemáticos. Descubrimos que los hombres y las mujeres siguen siendo productivos durante sus años de madurez, creando muchas maneras de seguir conectados a los objetivos que han perseguido toda su vida. Exploramos las experiencias muy poco estudiadas de los matemáticos que tienen más de cincuenta años, y en algunos casos, más de setenta. Ese mito también presupone que las matemáticas son un quehacer masculino. El número creciente de mujeres que se incorporan constantemente a los departamentos de matemáticas y a las instituciones de investigación es una nueva realidad que refuta este mito. Pese a las actitudes sexistas todavía vigentes y que provocan daños psicológicos, ha aparecido un nuevo liderazgo femenino. Recordamos a algunas de las primeras pioneras (Sophie Germain, Sonia Kovalevskaya y Emmy Noether) y las crónicas de coetáneos suyos que analizan su compromiso con una vida matemática (Mary Rudin, Joan Birman, Leonore Blum, Karen Uhlenbeck, y muchas más).

El último de los cuatro mitos es la idea de que las matemáticas son un instrumento de criba para aquellos que desean acceder a la educación superior. Los dos últimos capítulos, cada cual a su propio modo, tratan de la formación matemática, desde el nivel más elemental hasta el universitario, una cuestión que no puede ser evitada puesto que la formación matemática es una parte fundamental de la vida de los matemáticos. Cómo el público en general percibe las matemáticas es una interesante paradoja. Por una parte, se considera que las matemáticas son un mundo aparte sin relación con la existencia humana práctica, y se enseñan a menudo como abstracción pura, lo que refuerza dicha percepción. Por otra parte, se supone que constituyen el más útil de los requisitos para los estudiantes que se preparan para ejercer profesiones de gran prestigio tales como la ingeniería y la arquitectura. Al analizar este mito, estudiaremos el papel de las matemáticas en contextos sociales más amplios, e incluiremos puntos de vista elitistas frente a puntos de vista democráticos con relación a quién debería convertirse en matemático.

Algunas de las cuestiones que levantan más pasiones en el mundo matemático son las que tratan del modo correcto o incorrecto de impartir la enseñanza de las matemáticas a los niños. En los dos últimos capítulos abordamos estas controversias con franqueza y defendemos un enfoque realista al difícil problema de mejorar la formación matemática en Estados Unidos.

En el capítulo 8, analizamos dos métodos educativos nacidos en Estados Unidos y aplicados en este país, opuestos aunque entrelazados, el elitista «método Moore», aplicado en Austin, Texas, y el universalista «modelo Potsdam», que se aplica en el estado de Nueva York, dos casos que nos obligan a enfrentarnos a la cuestión de la segregación racial en la historia de las matemáticas en Estados Unidos.

Lo que nos lleva a la gran pregunta del capítulo 9: ¿cómo deberían enseñarse las matemáticas? ¿Podemos serles más útiles a aquellos que dicen que les gustan? ¿Debemos hacer caso omiso de aquellos que dicen que las odian? Respondemos a las incesantes llamadas a mejorar los resultados matemáticos en Estados Unidos ofreciendo algunas propuestas que se salen de las normas pero que son humanas y realistas, y que toman en consideración los aspectos emocionales del aprendizaje. En la conclusión de este libro, nos imaginamos una vida matemática equilibrada y feliz en la que coexisten la razón, la emoción y el aprendizaje.

Este libro no es un libro sobre formación matemática, y no contiene recomendaciones de programas o análisis estadísticos de experimentos en las aulas. Sin embargo, sí explicamos el dolor y el placer de enseñar, de aprender y de escolarizar. Tampoco es el tipo de libro de matemáticas que enseña una rama particular de las matemáticas. Por ejemplo, cuando nos referimos a «las funciones de oscilación media acotada» de Fritz John, o a «la teoría de campos de clase» de Teiji Takagi, nos limitamos a mencionar el nombre de algunas de sus contribuciones a las matemáticas. Si desea un estudio más profundo, el lector puede acudir a los numerosos tratados y libros de texto publicados. No obstante, sí que intentamos dar una visión general del trabajo más importante de Alexandre Grothendieck como parte necesaria para comprender la historia de su vida emocional.

A fin de comprender la vida matemática, este libro se ha beneficiado de las contribuciones de personas que no eran matemáticos:

psicólogos, neurocientíficos, antropólogos y sociólogos. Agradecemos dichas contribuciones y confiamos que se publiquen muchos más estudios.

La redacción de este libro ha sido una colaboración entre un matemático y una psicóloga. Nuestra formación disciplinaria y nuestros intereses difieren mucho, pero los dos entendemos la vida de la mente como una actividad profundamente humanista. El físico Jacob Bronowski, un elocuente portavoz de la filosofía humanista, escribió que

> *la independencia y la originalidad, la disensión y la libertad y la tolerancia deben gobernar la sociedad de científicos, puesto que constituyen las necesidades básicas de la ciencia, y son los valores que la ciencia exige y a los que da forma. La sociedad de científicos debe ser una democracia, y sólo puede mantenerse viva y crecer gracias a la tensión constante entre la disensión y el respeto; entre la independencia de los puntos de vista de los otros y la tolerancia hacia ellos. Lo esencial del problema ético consiste en fusionar las necesidades privadas y las del público*[4].

Esperamos que este análisis en colaboración contribuya a incrementar la conciencia de la riqueza de la vida matemática en el marco de sus muchas tensiones entre el aislamiento y la comunidad, entre la exploración lógica y festiva, y entre la disensión y el respeto.

---

[4] Bronowski, J. *Science and human values*. Nueva York: Harper and Row (1965).

Capítulo 1
Principios matemáticos

Contenido:

¿Cómo se inicia un niño en las matemáticas? ¿Se trata de una predisposición, o bien de algún tipo de habilidad especial? ¿Contribuyen en algo el estímulo y la ayuda de los padres? ¿Qué es lo que hace posible que, finalmente, uno dedique toda su vida a esta búsqueda ardua y arriesgada?

En este capítulo, explicamos historias muy diferentes sobre la infancia, la adolescencia y la escolarización, hasta llegar a la universidad, de algunos futuros matemáticos, tanto famosos como no tan famosos. También relatamos las experiencias de algunos jóvenes en los concursos de las olimpiadas matemáticas, informamos sobre las investigaciones de los psicólogos sobre los niños prodigio, y explicamos cómo son los padres de los prodigios de las matemáticas.

Algunos matemáticos famosos mostraron su interés y su capacidad antes de la edad escolar. El matemático combinatorio y teórico de los números húngaro Paul Erdös[5] (1913-1996) reivindicó la invención, de forma independiente, de los números negativos a la edad de cuatro años.

Stan Ulam (1909-1984) (al que en algunas ocasiones se hace referencia como «el padre de la Bomba H») escribía en 1976: «cuando tenía cuatro años, recuerdo que trasteaba alrededor de una alfombra persa mirando sus intrincadas grecas. Recuerdo la alta silueta de mi padre de pie a mi lado, y me di cuenta de que sonreía. “Sonríe porque cree que soy un niño, pero yo sé que estos dibujos son muy curiosos”»[6].

Carl Friedrich Gauss (1775-1885), el matemático más destacado después de Arquímedes (*c.* 277 a. C.-*c.* 212 a. C) y de Newton (1643-1727), podía hacer cálculos antes de saber leer. Ya de mayor, Gauss explicó su hazaña de infancia: en una clase le pidieron que sumara los números de uno a cien, y el pequeño Gauss obtuvo la respuesta en unos pocos segundos. (Construyó cincuenta pares, juntando el 1 con el 100, el 2 con el 99, y así sucesivamente. Cada par suma 101, y hay 50 pares, lo que da la suma final 50 × 101= 5050).

El famoso físico Freeman Dyson escribía en el año 2004:

> *Recuerdo un episodio con gran claridad, no me acuerdo qué edad tenía, sólo sé que era muy pequeño, porque todavía me instalaban en la cuna para hacer una siesta por la tarde... yo no tenía ganas*

---

[5] Al final del libro se incluye una breve lista biográfica en la que se describen los logros clave y se aportan algunos datos sobre cada uno de los matemáticos que aparecen en el texto.

[6] Ulam. *Aventuras de un matemático*, p. 43

de dormir, así que me entretuve haciendo cálculos. Sumé uno más medio más un cuarto más un octavo más un dieciseisavo, y así sucesivamente, y descubrí que haciendo este tipo de sumas hasta el infinito podía acabar con un total de dos. Entonces intenté sumar uno más un tercio, más un noveno y así sucesivamente, y descubrí que si continuaba sumando así hasta el infinito podría acabar con un resultado de uno y medio. Entonces lo intenté con uno más un cuarto, y así sucesivamente, y obtuve un total de uno y un tercio. Descubrí las series infinitas. No recuerdo habérselo dicho a nadie en aquel momento. Era un juego que me divertía[7].

Algunos niños, en épocas de trastornos personales, se refugian en la simplicidad y el orden de la geometría y del álgebra, un refugio tranquilizador. Un ejemplo es el del famoso neurólogo y escritor Oliver Sacks. Durante los bombardeos de Londres en la segunda guerra mundial, fue separado de su familia y llevado lejos de su casa. Escribe:

En mi caso, el primer refugio fueron al principio los números. Mi padre era un hacha en la aritmética mental, y yo, a los seis años, era rápido con las cifras, es más, estaba enamorado de ellas. Me gustaban los números, porque eran sólidos, invariables; permanecían impasibles en un mundo caótico. Había en los números y sus relaciones algo absoluto, cierto, que no se podía cuestionar, más allá de toda duda... Amaba sobre todo los

---

[7] Dyson, Freeman J. (2004). «Member of the club», en John Brockman (ed)., *Curious minds: How a child becomes a scientist*. Nueva York: Pantheon Books, p. 61.

> *números primos, el hecho de que fueran indivisibles, que no pudieran partirse, que fueran de manera inalienable ellos mismos... Los números primos eran los componentes básicos de los otros números, y me parecía que eso debía tener algún significado. ¿Por qué los números primos aparecían de ese modo? ¿Su distribución seguía alguna pauta, alguna lógica? ¿Tenían un límite o seguían apareciendo siempre? Pasé innumerables horas buscando factores primos, memorizándolos. Me permitían muchas horas de un juego ensimismado solitario para el que no necesitaba a nadie más*[8].

La infancia de la conocida profesora de matemáticas Anneli Lax (1922-1999) también se vio alterada por la segunda guerra mundial. Las matemáticas eran «la vía de escape perfecta: no tenía que consultar nada, ni bibliotecas ni libros. Podía sentarme ahí, sin más, y resolver problemas»[9].

A Eugene Wigner (1902-1995), el físico nacido en Hungría, le diagnosticaron tuberculosis a la edad de once años y pasó varias semanas en un sanatorio de Austria. Para ayudarse a pasar este difícil período, se dedicó a los problemas de geometría. «Sentado en mi tumbona, intenté construir un triángulo, dadas solamente las longitudes de tres alturas. Se trata de un problema muy sencillo que ahora puedo resolver en sueños, pero en aquel momento,

---

[8] Sacks, Oliver (2009). *El tío Tungsteno: recuerdos de un químico precoz*. Trad. de Damián Alou Ramis. Barcelona: Anagrama, 2009, pp. 32-33.

[9] Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology. Incluye todos los matemáticos cuyo nombre aparece en el texto. Ulam (1976), pp. 10, 83.

encontrar la solución me costó varios meses de trabajo muy concentrado»[10]. Wigner asistió a un famoso instituto de secundaria en Budapest en el que también estudiaba John von Neumann (1932-1957), y trabaron una amistad que mantuvieron el resto de su vida. «Posiblemente fuera el mejor instituto de Hungría, tal vez incluso el mejor del mundo»[11]. «Mi corazón estaba con los números, no con las palabras. Después de varios años en el instituto observé la existencia de lo que los matemáticos llaman la "regla de las potencias de exponente 5": cualquier número de un dígito elevado a la quinta potencia acaba con el mismo número. Por lo tanto, 2 elevado a 5 es 32, 3 elevado a 5 es 243, y así sucesivamente. Al principio, no tenía ni idea de que este fenómeno se llamara "regla de las potencias de exponente 5", ni tampoco comprendía por qué era cierta, pero vi que lo era, y eso me encantó»[12].

Steven Strogatz, un especialista en matemáticas aplicadas de Cornell, describe el temor y la impresión que le invadieron cuando los datos que estaba analizando en un laboratorio de física formaron una curva que ya había visto antes en clases de álgebra. Estaba registrando cómo la longitud de la cuerda de un péndulo afecta al tiempo en el que el péndulo completa una oscilación. Mientras iba marcando los datos en una hoja de gráficos, se dio cuenta

> *de que estos puntos trazaban una curva especial que reconocí porque la había visto en la clase de álgebra; se trataba de una*

---

[10] Wigner, Eugene (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton.* Nueva York: Plenum Press, p. 23.

[11] Ibíd., p. 45.

[12] Ibíd., pp. 47-48.

parábola, la misma forma que describe el agua al salir de una fuente. Recuerdo la sensación de temor, y después de asombro que me invadió. Era como si... ¡este péndulo supiera álgebra! ¿Cuál era la conexión entre las parábolas de la clase de álgebra y el movimiento de este péndulo? Allí estaba, en la hoja de gráficos. En aquel momento, me sentí conmocionado, intuí por primera vez que la expresión «ley de la naturaleza» significaba realmente algo. De repente supe de qué hablaban las personas cuando decían que existía un orden en el universo, y que, más exactamente, no podías verlo a menos que supieras matemáticas. Fue una epifanía de la que nunca me recuperé del todo[13].

Tenemos pocos testimonios de los compromisos de los niños con las matemáticas, no obstante, las historias de aquellos que sienten una pasión temprana por los números revelan la fascinación que sienten por los patrones matemáticos. Otros, aquellos que experimentan algún trauma, encuentran refugio en la resolución de problemas.

§. Matemáticos adolescentes

Los matemáticos más famosos empezaron a mostrar un profundo interés por las matemáticas al inicio de sus estudios de secundaria[14]. Por ejemplo John Todd (1908-1994), un destacado

---

[13] John Brockman (ed.) *Curious minds: How a child becomes a scientist*. Nueva York: Pantheon Books, p. 61.

[14] En Estados Unidos, el sistema educativo es diferente al de España. Los estudios de primaria y secundaria se distribuyen en tres ciclos: Elementary (elemental, o primaria), cuatro cursos, entre los 6 y los 10 años de edad; Middle School o Junior High School (secundaria elemental), cuatro cursos, entre los 11 y los 14 años de edad; High School (secundaria superior), cuatro

matemático de fama internacional en el campo del cálculo numérico, dijo: «mi carrera matemática empezó así: estaba en clase, en una clase de canto, y yo cantaba tan mal que el profesor me dijo que estaba alterando la clase y, ¡tuve que irme! Había otras asignaturas, algunas con exámenes nacionales, y como me tenían que poner en alguna clase, me matricularon en una clase de ¡álgebra de segundo curso! Fue entonces cuando empecé a estudiar matemáticas»[15]. Otra matemática, Jenny Harrison, en la actualidad catedrática de la Universidad de California en Berkeley, durante sus años de adolescencia se interesó sobre todo por la naturaleza y la música. En una entrevista con John-Steiner, Harrison recordaba sus principios. Había nacido en Atlanta, Georgia, y la mayor parte del tiempo que no estaba en la escuela la pasaba en el bosque. Esta atracción por el mundo natural influenciaría a Harrison durante toda su vida, y puede percibirse en el modo en el que explora los paisajes matemáticos. Jenny Harrison habló de su visual percepción del mundo y de cómo disfrutaba explorando los caminos en el bosque, una intensa predilección que tal vez contribuyera a su posterior interés en la geometría. La influencia y el estímulo de su hermano mayor contribuyeron a darle fuerza y confianza en sí

---

cursos, entre los 15 y los 18 años de edad. Los estudios universitarios se distribuyen también en tres ciclos: College, o *undergraduate studies* (estudios de grado o universitarios de primer ciclo), cuatro cursos, que se suelen estudiar en colegios universitarios independientes o integrados en alguna universidad; *graduate studies*, estudios de posgrado (máster) impartidos en las universidades; y doctorados, también impartidos en las universidades o en instituciones de estudios superiores especializadas. (*N. de la t*).

[15] lbers, Don (2007). «John Todd, — Numerical mathematics pioneer», *College Mathematics Journal* 38 (1), p. 5.

misma y fue él quien despertó el interés de Jenny por los problemas básicos de física cuando ambos eran adolescentes[16].

Aunque Jenny Harrison demostró ya muy pronto sus aptitudes para las matemáticas (obtuvo la máxima puntuación de su estado en un concurso), su primera pasión fue la música. Estudió piano y durante la mayor parte de su adolescencia creyó que dedicaría su vida a la música. Sigue siendo todavía parte de su vida, pero Harrison es, básicamente, una persona tímida, y descubrió que se sentía incómoda actuando en público. «Supe que no quería dedicarme a la música y cerré el piano. Me intrigaban tres problemas y quería intentar comprenderlos: la naturaleza de la consciencia, del tiempo y de la luz. La cuestión era saber cuál era el mejor modo de lograrlo. Acabé decidiéndome por las matemáticas porque supuse que en ellas encontraría respuestas fiables»[17]

Julia Robinson (1919-1985), que se hizo famosa por su contribución a la demostración de que el décimo problema de Hilbert es irresoluble (específicamente, que no existe ninguna fórmula o programa informático que pueda siempre decidir si el resultado de una ecuación polinómica arbitraria de coeficientes de números enteros es un número entero), escribió: «uno de los primeros recuerdos que tengo es el de ordenar guijarros a la sombra de un cactus gigante, con los ojos entrecerrados porque la luz era muy

---

16] *Ibíd.*

17 Ibíd.

brillante. Creo que siempre me gustaron los números naturales. Para mí son la cosa más real»[18].

Sophie Germain (1776-1831), que realizaría una importante contribución a la demostración del último teorema de Fermat, nació en París y tuvo que luchar duro para tener el derecho a estudiar matemáticas. Su interés por las matemáticas empezó a los trece años, durante la Revolución Francesa. A causa de las batallas que se estaban librando en las calles de París, Sophie se vio confinada en su casa, donde pasó mucho tiempo en la biblioteca de su padre. Allí leyó sobre la muerte de Arquímedes. Se dice que en el día en que su ciudad, Siracusa, estaba siendo conquistada por los romanos, Arquímedes, enfrascado en el estudio de una figura geométrica en la arena, hizo caso omiso a la interpelación de un soldado romano, a resultas de lo cual el soldado lo atacó con su lanza y lo mató[19]. Si alguien podía estar tan enfrascado en un problema como para no hacerle caso a un soldado y morir por ello, pensó Sophie, la disciplina debía de ser interesante.

Sophie empezó a aprender matemáticas de forma autodidacta utilizando los libros de la biblioteca de su padre. Sus padres hicieron todo lo que pudieron para desalentarla y ella, ocultándose de ellos, empezó a estudiar por las noches. Sus padres llegaron a tomar medidas tales como quitarle la ropa cuando ya estaba en la cama y retirarle la calefacción y la luz para obligarle a permanecer

---

[18] Reid, Constance (1996). *Julia, a life in mathematics*. Washington D.C.: Mathematical Association of America, p. 3.

[19] Perl, Teri (1978). *Biographies of women mathematicians and related activities*. Menlo Park, Calif.: Addison-Wesley, p. 64.

en la cama por las noches en lugar de estudiar, pero todos sus esfuerzos fracasaron. Sophie solía envolverse en mantas y edredones y utilizar velas que había escondido para estudiar por la noche. Por fin sus padres se dieron cuenta de que la pasión por las matemáticas de Sophie era «incurable», y la dejaron estudiar. Así, Sophie pasó los años del reinado del terror estudiando cálculo diferencial ¡sin la ayuda de ningún profesor[20]!

Sofia Kovalevskaya (1850-1891) sería la primera mujer en alcanzar el estatus de matemática profesional de pleno derecho. Nacida en Moscú en el año 1850, el papel pintado de su habitación despertó su interés por las matemáticas. Kovalevskaya escribió:

> *cuando nos trasladamos al campo desde Kaluga, toda la casa fue pintada y empapelada. El papel pintado había sido encargado en San Petersburgo, pero no se había calculado bien la cantidad necesaria y faltaba papel para una habitación. Habida cuenta que bastaba para todas las otras habitaciones, se pensó que la habitación de los niños podría pasar sin papel especial*[21] *y por eso se utilizó para este propósito un papel que corría por el ático. Por una afortunada casualidad, ese papel con el que se cubrieron estas paredes eran los textos litografiados de unas conferencias del analista M.V. Ostrogradsky que trataban de cálculo y que su padre había comprado de joven.*
>
> *Me divertía examinar estas hojas amarilleadas por el tiempo, todas moteadas con algún tipo de jeroglíficos cuyo significado se*

[20] Osen (2004).

[21]] James, I. (2002). *Remarkable mathematicians*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 231-232.

me escapaba por completo, pero que, intuí, podían significar alguna cosa muy sabia e interesante. Y me pasaba horas de pie contra la pared leyendo y releyendo lo que estaba escrito allí. Recuerdo en particular que en la hoja de papel que había quedado colocada en el lugar más destacado de la pared había una explicación de los conceptos de los infinitesimales y de los límites[22].

Figura 1.1. Sofia Kovalevskaya, analista rusa pionera. © Institut Mittag-Leffle.

Kovalevskaya recordaba a su tío hablándole de la cuadratura del círculo:

[22] Ibíd.

si el significado de sus palabras me resultaba ininteligible, lo cierto es que me despertaron la imaginación y me inspiraron una especie de veneración por las matemáticas como una ciencia superior y misteriosa que le abría a sus iniciados un nuevo y maravilloso mundo inaccesible a los ordinarios mortales.[23]

También Kovalevskaya tuvo que superar la resistencia de su familia. De hecho, para poder estudiar matemáticas, tenía que salir de Rusia e irse a estudiar a Alemania, y para hacerlo legalmente, tenía que casarse. Así que, a la edad de dieciocho años, se casó «sólo de nombre» con otro estudiante idealista, Vladimir Kovalevskii.

El matemático uruguayo José Luis Massera (1915-2002), quien a los cincuenta años se convirtió en una *cause célèbre* internacional por su condición de prisionero político, describió su descubrimiento de las matemáticas como «una revolución». Massera escribió:

Más importante fue en esa época —tenía unos quince años— la revolución que comencé en mi casa y que duró varios años. Mi padre tenía un Diccionario Enciclopédico Hispano Americano en varios tomos de bastante buen nivel. Un día, de vuelta de la clase de alemán, se me ocurrió buscar en el diccionario una de las palabras que había usado, probablemente «ecuación». Me encontré con una enorme cantidad de ecuaciones diferentes, que ni había sospechado que existieran, ni cómo abordarlas. Satisfecha con creces mi curiosidad con las algebraicas, fui a buscar una de las otras del diccionario. Así, día por día y

[23] Ibíd., p. 122.

palabra por palabra, comencé un recorrido, sumamente caótico, sin duda, que me fue aportando una cosecha de términos matemáticos y de informaciones valiosas sobre ellos, que iba acumulando y conceptualizando lentamente.

Durante un viaje familiar, los Massera pasaron por París donde José Luis acompañó a su padre a una gran librería en la que encontraron dos libros: uno que trataba de geometría clásica, y el otro, de trigonometría. Massera los devoró en un santiamén. Le gustó cómo estaba ordenado el material y el modo de presentar las prácticas. Subsiguientemente, con la ayuda de un diccionario, empezó a leer una obra más extensa de geometría proyectiva. Conoció a su colega y amigo por muchos años Rafael Laguardia en el instituto, y entre los dos fundaron un grupo de estudios de jóvenes interesados en las matemáticas y en el que compartían sus conocimientos, mutuamente y con el resto del grupo[24].

Una de las hazañas infantiles más asombrosas en las matemáticas fue la que logró Louis Joel Mordell (1888-1972), director del departamento de matemáticas de la Universidad de Manchester entre 1922 y 1945, y más tarde sucesor de G.H. Hardy en la cátedra Sadleir de la Universidad de Cambridge. Este pilar de las matemáticas puras británicas fue un niño autodidacta de Filadelfia, el tercero de los ocho hijos de un erudito hebreo. Louis quedó

[24] Massera. J.L. (1998). «Recuerdos de mi vida académica y política». Conferencia pronunciada en el Museo Nacional de Antropología de Ciudad de México el 6 de marzo de 1998, y publicada en *José Luis Massera. El científico y el hombre*. Premio México de Ciencia y Tecnología. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ingeniería. Las citas proceden el texto sin paginar de la conferencia de Massera.

fascinado por las matemáticas mientras estudiaba en el instituto, y aprendió de forma autodidacta comprando libros de matemáticas de segunda mano por cinco o diez centavos en una librería de Filadelfia cuando tenía trece años. Estos libros contenían problemas de los exámenes de fin de carrera de la Universidad de Cambridge (exámenes escritos para estudiantes de grado), así que Louis llegó a pensar que la Universidad de Cambridge en Inglaterra era el centro supremo de las matemáticas.

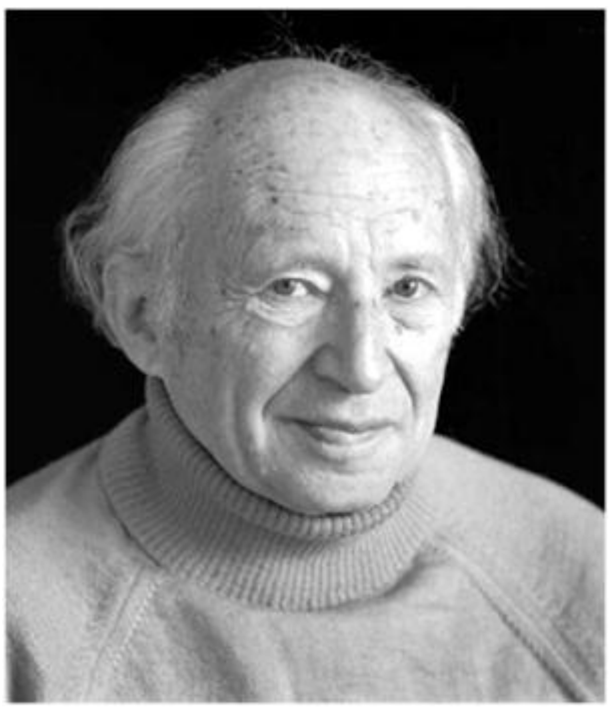

Figura 1.2. Israel M. Gelfand, uno de los más destacados matemáticos de su tiempo. © Mariana Cook 1990.

Más tarde escribiría: «forjé lo que sólo puede ser descrito como una idea desquiciada y loca, ir a Cambridge e intentar conseguir una beca. No tenía ni idea del nivel exigido. Había aprendido matemáticas de forma autodidacta y nunca había participado en ningún concurso»[25].

Ganó el dinero para pagarse el billete a Inglaterra dando clases particulares a sus compañeros de clase durante siete horas al día. En diciembre de 1906 se fue a Cambridge y compitió en el concurso para acceder a una beca de la universidad. ¡Salió el primero! Sólo podía permitirse enviarle a su padre un telegrama de una palabra. El telegrama decía simplemente «Hurra».

El ruso Israel Moiseyevich Gelfand (1913-2009) es uno de los matemáticos más ilustres del siglo XX. En la pequeña ciudad cerca de Odesa en la que creció solamente había una escuela que tenía un profesor de matemáticas muy amable, pero Israel Moiseyevich no tardó en superarle. Gelfand dijo: «mis padres no podían encargar libros de matemáticas para mí, no tenían dinero, pero tuve suerte. A los quince años mis padres me llevaron a Odesa para que me operaran de apendicitis. Dije que no iría al hospital a menos que me compraran un libro de matemáticas»[26]. Antes de leer aquel libro había creído que el álgebra y la geometría eran dos disciplinas diferentes, pero cuando vio la fórmula del seno de Maclaurin, cayó de repente en la cuenta de que no había nada que las separara. «Las matemáticas se habían unificado. Y desde entonces comprendí que las diferentes áreas de las matemáticas unidas a la física matemática formaban un todo único»[27].

---

[25] Mordell, L. (1971). «Reminiscences of an octogenarian mathematician», *American Mathematical Monthly* 78, pp. 952-961.

[26] Tikhomirov, V.M. (2000). «Moscow mathematics 1950-1975», en Jean Paul Pisier (ed)., *Development of Mathematics* 1950-1975. Boston: Birkhäuser, pp. 1109-1110.

[27] Ibíd.

A Andrew Wiles, ahora famoso por su demostración del último teorema de Fermat, este problema le fascinó por primera vez a la edad de diez años. Le encantaba resolver problemas matemáticos en la escuela y se los llevaba a casa, y creaba los suyos propios[28]. Andrew encontró el último teorema de Fermat cuando tenía diez años, en el libro clásico de Eric Temple Bell, *Los grandes matemáticos*. Treinta años más tarde, Wiles recordaba: «parecía tan sencillo, y sin embargo ninguno de los grandes matemáticos de la historia había podido resolverlo. Ahí tenía un problema que yo, un niño de diez años, podía comprender, y supe a partir de ese momento que nunca lo abandonaría, y que tenía que resolverlo»[29].

§. Cuestiones psicológicas

David Feldman, un psicólogo desarrollista de la Universidad de Tufts, estudió niños prodigio y no encontró demasiados prodigios de menos de diez años. Escribió: «las matemáticas generan muchos menos niños prodigio de lo que yo creía cuando empecé este trabajo»[30]. Con la ayuda de Julian Stanley en la Universidad Johns Hopkins, identificó a Billy Devlin. A los seis años, Devlin obtuvo una puntuación de nivel de instituto en el examen de aptitud escolar. A los siete años, Devlin se convirtió en uno de los participantes del estudio de Feldman, pero al crecer se apartó de las matemáticas para dedicarse a la física y a la astronomía.

[28] Singh, Simon (1998). *Fermat's Last Theorem*. Londres: Fourth Estate, pp. 5-6. [Hay trad. cast.: *El enigma de Fermat*, prólogo de John Lynch, trad. de David Galadí Gutiérrez y Jordi Gutiérrez. Barcelona: Planeta, 2003].
[29] Ibíd.
[30] Feldman, David (1986). *Natures's gambit*. Nueva York: Basic Books, p. 16

En el reciente pasado, Terence Tao fue objeto de la atención internacional cuando fue galardonado con la medalla Fields en el año 2006. «Terence es como Mozart; las matemáticas simplemente fluyen de él», dijo John Garnett, profesor y antiguo catedrático de matemáticas de la Universidad de California en Los Ángeles, «salvo que no tiene los problemas de personalidad de Mozart; Terry le cae bien a todo el mundo. Los matemáticos con el talento de Terry aparecen una vez en cada generación... tiene un talento increíble, y es probablemente el mejor matemático del mundo en este momento»[31]. Terry es un prodigio que empezó a jugar con números a los dos años. Su padre, Billy Tao, pediatra, y su madre se esmeraron mucho en dar apoyo al gran talento de su hijo. Lograron crear un programa individualizado para él, en el marco del cual pudo avanzar a su propio ritmo en cada asignatura, superando rápidamente los diversos niveles de matemáticas y de ciencias mientras permanecía cercano al grupo de su edad en otras asignaturas[32]. Su entorno hogareño le dio apoyo y, en la actualidad, él continúa este legado siendo un padre dedicado y atento, y sin dejar de producir una extraordinaria cantidad de matemáticas significativas. Constituye un maravilloso contraejemplo de la imagen popular del matemático excéntrico.

---

[31] Wolpert, Stuart (2006). «Terence Tao, "Mozart of math" is UCLA's first mathematician awarded the Fields medal, often called the "Nobel Prize in Mathematics"», *UCLA News*, 22 de agosto del 2006. Recuperado el 10 de abril de 2008 de http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/Terence-Tao-of-Math-7252.

[32] Chang, Kenneth (2007). «Journeys to the distant fields of prime», *New York Times*, 13 de marzo de 2008, en http://www.nytimes.com/2007/03/ science/13prof.htmil?_r=1&sq=The%20 Mozart %20of%20MAth&st=nyt& oref=slogion¬scp=1&pagewanted=print.

En su exhaustivo estudio sobre niños superdotados, la psicóloga Ellen Winner explica el caso de Ky Lee, un bebé a quien le encantaban las letras y los números ya desde los dieciocho meses. A la edad de dos años, sus juguetes favoritos eran números de plástico y cubos que tenían números grabados, y repetía una y otra vez los números mientras jugaba con esos objetos. A los tres años, durante una acampada con sus padres, cuando el guardia a la entrada del parque les preguntó el número de la matrícula, ni su padre ni su madre lo recordaban pero Ky Lee respondió con facilidad: «502-VFA»[33]. Ky Lee también podía hacer cálculos mentales, una hazaña propia también de la infancia de otros matemáticos famosos.

Otro reciente prodigio fue Ganesh Sittampalam, quien reveló una comprensión excepcional de las restas a la edad de cinco años. Su padre, doctor en matemáticas, le enseñó y comentó que «me parecía muy importante que no aprendiera nada de carrerilla. Tenía que comprender la estructura conceptual y lógica tras todo ello, y me aseguré de que lo comprendiera todo por sí mismo; siempre me callaba antes de decirle cuál era el siguiente paso»[34].

Algunos investigadores proponen que la facilidad para el cálculo proviene de vivir con los números, de sentir fascinación por ellos y de representárselos como un paisaje matemático; es decir, estar muy familiarizado con los números y conocerlos muy bien.

---

[33] Winner, Ellen (1996). *Gifted children: Myths and realities*. Nueva York: Basic Books, pp. 36-37.

[34] Radford, John (1990). *Child prodigies and exceptional achievers*. Nueva York: Harvester Wheatsheaf, p. 82.

En el estudio más exhaustivo llevado a cabo hasta el momento sobre matemáticos educados en Estados Unidos, William Gustin entrevistó a veinte matemáticos que habían obtenido una beca de la Fundación Sloan. Los padres de la mayoría de ellos tenían estudios superiores, y sus madres también tenían una buena formación. Los padres habían estudiado en la universidad durante la época de la depresión, tenían un profundo compromiso con la educación y les habían inculcado a sus hijos el valor de los éxitos intelectuales y en los estudios. Trabajar duro, obtener buenos resultados y ser precisos eran valores que sus padres les habían enseñado[35].

Steve Olson estudió a los participantes estadounidenses en la olimpiada internacional matemática del año 2001. Los padres de los participantes informaron del temprano interés de sus hijos por los rompecabezas y los juegos Lego. Una madre recordaba que a su hijo, Tiankai Liu, le fascinaban la forma y el tamaño de las tapas de las alcantarillas. La visualización espacial y el interés por las formas son dos de los intereses observados más a menudo en los futuros matemáticos. Gustin cita al padre de uno de los becados Sloan: «pasaba horas construyendo una torre de cubos en un equilibrio precario, hasta que la torre se derrumbaba y oíamos un lamento de angustia y desesperación. Después, empezaba a reconstruirla»[36].

Se suele describir a los padres de niños superdotados como padres muy atentos, y que estimulan y enseñan activamente a sus hijos.

---

[35] Gustin, William C. (1985). «The development of exceptional research mathematicians», en Benjamin S. Bloom (ed)., *Developing talent in Young people*. Nueva York: Ballantine Books, p. 74.

[36] Ibíd., p. 279

Las familias suelen ser estables y en ellas reina la armonía, el calor hogareño y el cariño, y alientan la autonomía y la independencia[37]. Los jóvenes educados en este tipo de familia suelen utilizar mucho más su potencial que los que crecen en familias que dan menos apoyo, y también son más independientes y originales[38]. Muchos de los niños superdotados en matemáticas en Estados Unidos (o sus padres) son emigrantes de otras culturas. Margaret Murray descubrió que una tercera parte de las mujeres matemáticas que se doctoraron en Estados Unidos en las décadas de 1940 y de 1950 eran inmigrantes o hijas de inmigrantes de Europa Central y Oriental. Estas familias inmigrantes trajeron consigo el respeto por el aprendizaje y la cultura, el sello de muchas sociedades europeas, y un valor en el que la tradición judía hacía un fuerte hincapié. En muchas de estas familias, el sueño de una vida mejor en una tierra de fecundidad constituía una fuerza poderosa y motivadora tanto para los padres como para los hijos, y les alentaba a obtener buenos resultados en el trabajo y en la escuela[39]. Algunas de las mujeres que estudió Murray eran hijas de profesionales con una educación muy superior, y el padre o la madre de las otras habían realizado algún tipo de estudios universitarios.

Más recientemente, un gran número de los jóvenes que participan en los concursos de ciencia y matemáticas proceden de familias de origen asiático, ciudadanos nacidos en Estados Unidos o bien

[37] Winner (1996), p. 187.
[38] Rathkunde, Kevin y Csikszentmihalyi (1983). «Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents», *Journal of Youth and Adolescence* 22 (4), pp. 385-405.
[39] Murray (2009), p. 49.

inmigrantes. Un estudio de Stuart Anderson, de Intel Science Search, un concurso anual de investigación científica, del año 2004 descubrió que siete de los diez mejor clasificados del concurso de aquel año eran inmigrantes o hijos de inmigrantes. De entre los cuarenta finalistas, el 60 por 100 eran hijos de inmigrantes[40]. Un hijo de inmigrantes, Tiankai Liu, explicaba una de las razones por las que eligió matemáticas en sus primeros años escolares: «yo no era muy bueno en inglés, en parte porque mis padres no hablaban inglés muy bien... así que decidí que, tal vez, se me daría mejor estudiar matemáticas»[41].

Algunos padres pasan muchas horas enseñándoles matemáticas a sus hijos o alentándoles a aprender. Dos de los que lograron su propósito fueron Leo Wiener, el padre de Norbert Wiener, y Tobias Dantzig, el padre de George Dantzig (1914-2005), el inventor del método símplex de programación lineal. Leo Wiener era un erudito autodidacta que llegó a ocupar una cátedra de lenguas eslavas en Harvard. El número de julio de 1911 de la revista *American Magazine* describe su profunda convicción de que el aprendizaje a una edad temprana es la fuente del desarrollo mental precoz.[42] El artículo relata que Leo Wiener llevó a la práctica esa convicción suya convirtiendo a sus hijos en sujetos de un experimento educativo. Le explicó al periodista: «decir que Norbert (y las

[40] Paulson, Amanda (2004). «Children of immigrants shine in math, science», *Santa Fe New Mexican* 813 1/04, p. A5. Un artículo del año 2008 publicado en *Notices of the American Mathematical Society* corrobora estos descubrimientos

[41] Olson, Steve (2004). *Countdown*. Boston: Houghton Mifflin, p. 63.

[42] Heims, Steve J., Von Neumann, John, y Norbert Wiener, prólogo de Manuel Abejón, trad. de Enrique Wulf. Barcelona: Salvat, 1980.

hermanas de Norbert, Constance y Bertha) son niños superdotados y excepcionales es una tontería. No son nada de eso. Si saben más que otros niños de su edad es porque se les ha enseñado de forma diferente». En su autobiografía, *Ex-Prodigy*, Norbert explicaba cómo su padre le enseñaba álgebra.

> *Empezaba la conversación en un tono informal que duraba exactamente el tiempo que yo tardaba en cometer mi primer error. Entonces, el padre cariñoso y amable era sustituido por el vengador sanguinario... su tono de voz estaba calculado para hacerme alcanzar un alto grado de emoción... y mis clases solían terminar en una escena familiar. Mi padre, encolerizado, yo, llorando y mi madre, intentando todo lo que estaba en su mano para defenderme, aunque la suya era una batalla perdida*[43].

Incluso cuando Norbert ya era estudiante en la Universidad de Tufts, Leo siguió supervisando el trabajo de su hijo y fue necesario poner el Océano Atlántico de por medio para emancipar al hijo de su padre. El discípulo de Wiener, Norman Levinson, escribió acerca de su profesor:

> *todavía cuarenta años más tarde, cuando le invadía la depresión y recordaba aquel período, sus ojos se llenaban de lágrimas al describir la humillación que sentía mientras recitaba sus lecciones frente a su exigente padre. Por suerte, también veía a su padre*

[43] Wiener, Norbert (1953). *Ex-prodigy: My childhood and youth.* Nueva York: Simon &Schuster, pp. 67-68.

como un hombre digno de cariño y era muy consciente de lo mucho que él se le parecía[44].

La historia de Dantzig es más feliz. Su padre, Tobías, era un conocido matemático que había estudiado con Henri Poincaré (1854-1912) en París y que había escrito un libro, *Number, the Language of Science*, una de las mejores obras divulgativas de matemáticas avanzadas. Tobías le proporcionó un sólido apoyo a su hijo George, que escribiría: «me dio miles de problemas de geometría mientras todavía estaba en el instituto... el ejercicio mental necesario para resolverlos fue el gran regalo de mi padre. Resolver miles de problemas durante mis años de instituto, en el momento en que mi cerebro estaba creciendo, contribuyó más que cualquier otra cosa a desarrollar mi capacidad analítica»[45].

§. Características personales

Gustin descubrió que tanto los participantes en su estudio como los participantes en sus clases tenían la capacidad de dedicar largos períodos de tiempo a una única actividad[46]. En el libro de Steve Olson, Countdown, la historia de los ganadores de la olimpiada matemática revela una extraordinaria capacidad de concentración; estaban dispuestos a trabajar horas o incluso días en el mismo

[44] Levinson, N. (1966). «Wiener's life», *Bulletin of the American Mathematical Society* 72 (1, II), p. 3.
[45] Mac Tutor, sitio web. George Dantzig, Birkhoff, p. 1.
[46] Gustin (1985), pp. 279-282.

problema. Si hay una cualidad común a todos los jóvenes matemáticos, ésa es la capacidad de concentración.

Feldman escribe acerca de la intensa dedicación de los niños prodigio a su campo, de su enorme confianza en sí mismos, y de la combinación de cualidades infantiles y adultas que suele encontrarse en ellos[47]. Al evocar su infancia, muchos individuos creativos recuerdan su tenacidad, su entusiasmo, su energía y su determinación. Algunos de ellos reconocen su ansia de conocimientos, un excepcional sentido de la orientación, e incluso haberse obsesionado con los problemas que estudiaban. «Suelen tener una capacidad excepcional de resistirse a las distracciones de la vida diaria, de hacer caso omiso al desaliento, de ignorar el sentido del ridículo, o de insistir en trabajar para alcanzar sus objetivos pese a los repetidos fracasos»[48].

La cualidad atribuida con más frecuencia a los jóvenes matemáticos con talento es la curiosidad. Un padre recuerda: «hacía preguntas a una edad muy temprana, y las hacía constantemente, estaba impaciente por aprender[49]. Casi todos los padres hablan de actitudes similares, y lo que hace únicos a los padres de los matemáticos es su reacción a las preguntas de sus hijos. Suelen reaccionar con seriedad, e incluso alentarles a seguir preguntando[50]. Billy Devlin, el niño prodigio de las matemáticas estudiado por David Feldman, tenía un voraz apetito de

---

[47] Feldman (1986), p. 12.

[48] Howe, Michael, J.A. (1990). *The origins of exceptional abilities*. Cambridge, Mass.: Basil Blackwell, p. 181.

[49] Feldman (1986), p. 31.

[50] Gustin (1985), p. 277.

información, y realizó progresos asombrosos al trabajar con un profesor particular de matemáticas[51]. Le apasionaba coleccionar y ordenar cosas[52] y sabía mucho de ciencias naturales, ciencia ficción, geografía, aritmética y matemáticas[53].

Entre 1955 y 1956, Krutetskii comparó a los escolares rusos dotados para las matemáticas con sus compañeros de clase. Descubrió, algo que han corroborado muchos otros, que los estudiantes que destacan en matemáticas pasan mucho tiempo reflexionando sobre esta materia, y enfatiza la flexibilidad de pensamiento de los estudiantes. Aunque sepan cómo utilizar una solución ya practicada antes, pueden reajustarla si la solución conocida no funciona. Igual que los participantes en la olimpiada matemática y otros jóvenes matemáticos de éxito, buscan soluciones directas y elegantes. Se cansan menos en las clases de matemáticas que en clases más verbales. Ellen Winner distingue entre niños «superdotados globalmente» y niños superdotados específicamente para las matemáticas. Uno de los niños superdotados globalmente ya sabía leer bien a los tres años y mostró el mismo interés por las palabras que por los números. Les pidió a sus padres que le dieran problemas de sumas y restas para hacer cálculo mental y podía sumar mentalmente números de dos dígitos si no tenía que llevarse nada. Al estar acostumbrado a resolver los problemas de matemáticas en la cabeza, tuvo problemas

[51] Feldman (1986), p. 31.
[52] Ibíd., p. 33.
[53] Ibíd., p. 33.

en la escuela cuando su profesor insistió en que escribiera los problemas matemáticos con símbolos convencionales[54].

Winner describe al superdotado como un niño al que le gusta ser diferente y al que no le importa estar solo mucho tiempo. Se trata de una historia habitual. Los jóvenes superdotados pasan más tiempo solos que los jóvenes corrientes. Igual que la mayor parte de las personas, se sienten más felices cuando están con otros, pero la soledad les importa menos que a la mayoría[55]. La mitad de los matemáticos en el estudio de Gustin parecen haber gestionado bastante bien el aislamiento y los largos períodos de estudio solitario. Sin embargo, otros matemáticos encontraron muy difícil ser «diferentes». Sus necesidades sociales sólo quedaron resueltas después de matricularse en los cursos universitarios de matemáticas o de conocer a otros jóvenes también interesados en las matemáticas. Los programas de verano para niños superdotados son una gran ayuda para este tipo de estudiantes porque allí pueden encontrar compañeros que comparten su pasión y su perseverancia.

Muchos niños superdotados llevan una vida social normal, pero aun así le tienen apego a su independencia. La confianza en sí mismos y su deseo de controlar sus propias actividades pueden convertir la escolarización en un desafío. Les gusta elegir ellos mismos los libros y centrarse en temas que no se enseñan en las aulas. Disfrutan

[54] Winner (1996), p. 19.
[55] Ibíd., p. 210.

asistiendo a clases de nivel universitario cuando todavía están en el instituto y prefieren tener un currículo flexible.

Radford cita a autores que afirman que a los jóvenes matemáticos les apasiona contar, y que suelen incluir números en sus narraciones y rimas. Les gusta utilizar conectores lógicos (si, entonces, por tanto, porque, o bien, y o), disfrutan creando diseños equilibrados y simétricos, les gustan los rompecabezas y los juegos de construcciones, y organizan sus juguetes de forma ordenada y precisa utilizando criterios sofisticados de clasificación y ordenación[56].

A los jóvenes matemáticos sobre los que escribió Olson les parecía importante hacerse una imagen visual de sus problemas matemáticos, una habilidad que algunos físicos famosos han poseído. En una anécdota citada con mucha frecuencia, Einstein afirmó que la primera vez que pensó en la relatividad especial fue imaginándose que cabalgaba sobre una ola y observaba la ola tras él.

Algunos matemáticos del estudio de Gustin estaban interesados en saber cómo funcionan las cosas. Les gustaba desmontar los juguetes y observar los mecanismos, válvulas, indicadores y diales[57]. A la mitad de los matemáticos en el estudio, antes de los doce años les interesaban los proyectos científicos y mecánicos, y la construcción de modelos. «Creo que de joven pasé mucho tiempo conmigo mismo. El primer dólar que logré ahorrar lo gasté en la

[56] Radford (1990), p. 96.
[57] Gustin (1985), p. 278.

maqueta de un avión. Lijé, encolé y lo construí y lo pinté. Sencillamente, me enamoré de todo el proceso»[58].

§. Maestros

El interés por las matemáticas de muchos matemáticos fue estimulado por algún profesor. La excepcional educación del Instituto Luterano de Budapest en Hungría produjo al físico aerodinámico Theodor von Kármán (1881-1963), al matemático John von Neumann (1903-1957) y al físico cuántico Eugene Wigner (1902-1935), todos ellos científicos de fama mundial que trabajaron en Estados Unidos. Eugene Wigner recuerda con cariño a su profesor de matemáticas, László Rátz, quien «adoraba enseñar, dominaba su asignatura y sabía cómo despertar el interés en ella. Impartía el conocimiento más profundo. Muchos… profesores tenían un gran talento, pero ninguno como Rátz sabía invocar la belleza de la asignatura»[59].

Por otra parte, algunas jóvenes con gran talento para el estudio de las matemáticas no contaban con el apoyo de sus profesores. Cuando Alice Schaefer se saltó el tercer curso de primaria para pasar directamente al cuarto, su profesora declaró que aunque esperaba que ella y una de sus compañeras de clase no tuvieran problemas en el cuarto curso, dudaba de que las dos chicas pudieran ser capaces de hacer divisiones largas. Alice se sintió indignada. Más tarde, explicaría que estaba decidida a aprender a

[58] Ibíd., p. 287.
[59] Wigner (1992), p. 50.

hacer divisiones largas en cuarto. La experiencia le despertó sus primeros sentimientos sobre las matemáticas[60]. Más tarde, su profesor de matemáticas en el instituto se opuso a que Alice continuara estudiando esta asignatura aun cuando fuera una estudiante sobresaliente en su clase. Cuando Schaefer le pidió una recomendación para ingresar en la Universidad de Richmond, el profesor le contestó: «si quieres licenciarte en matemáticas, yo no te recomendaré, porque las mujeres no sirven para las matemáticas»[61]. Sin embargo Schaefer se impuso. Otras estudiantes fueron más afortunadas. Por ejemplo, la matemática canadiense Margaret Marchand contó con el aliento de su profesor, el señor Robson, que reconoció sus aptitudes y fue el primero en sugerirle que debía ir a la universidad.

Algunas mujeres no se decidieron por las matemáticas hasta llegar a la universidad. Judith Roitman, nacida en 1945, nunca se imaginó que se convertiría en matemática. Empezó a escribir poesía a los ocho años y también fue una pequeña niña prodigio, pero, al ser una chica, intentaron disuadirla de seguir una carrera en matemáticas. «Roitman recordaba sentir que, por muy bien que se le dieran las matemáticas, nunca lograría alcanzar una comprensión real, porque por definición, sólo los chicos podían alcanzar la comprensión real»[62].

---

[60]] Murray (2000), p. 67.
[61] Ibíd., p. 79.
[62] Morrow, Charlene, y Pearl, Teri (eds). (1998). *Notable women in mathematics: A biographical dictionary*. Westport, Conn.: Greenwood Press, pp. 190-191.

Roitman, que había decidido convertirse en profesora de inglés en un instituto, estudió en Sarah Lawrence, en aquella época una universidad sólo para mujeres, donde sus convicciones sobre lo que podía y no podía hacer cambiaron. Al principio, estudió poesía y lengua, después se dedicó a la filosofía hasta que, por último, estudió matemáticas, atraída por el hecho de que los matemáticos estuvieran constantemente inventando nuevos modos de pensar[63]. Sin embargo, a finales de la década de 1960 y a principios de la siguiente, la discriminación de género la acompañó durante sus estudios universitarios. En el clima reinante de aquellos años, una mujer en el mundo de las matemáticas constituía un desafío. A pesar de este entorno, Roitman, con el apoyo de un grupo de compañeras matemáticas, estudiantes de posgrado y de profesores en período posdoctoral, y con la ayuda de su tutora Mary Ellen Rudin, logró licenciarse. (Rudin es una de las principales topólogas, a la que citamos en el capítulo 9). Rudin le proporcionó a Roitman una demostración constructiva, es decir, el ejemplo de una mujer que se ganaba la vida como investigadora matemática profesional y asalariada[64]. Roitman llegó a ser una de las principales investigadoras en teoría de conjuntos y a ocupar una cátedra en la Universidad de Kansas.

En el estudio que realizó sobre mujeres que se dedicaron profesionalmente a las matemáticas, Margaret Murray (2000) descubrió que casi todas las mujeres entrevistadas tuvieron al

[63] Ibíd., p. 192.
[64] Ibíd., p. 193.

menos un profesor en la universidad que las alentó y las influyó, incluso en una época en la que las mujeres matemáticas representaban un desafío a las normas sociales dominantes y en la que no gustaba que las mujeres embarazadas asistieran a clase. Se necesitaba un profesor con mucho empeño para animar a una estudiante embarazada a proseguir sus estudios. Las estudiantes en las universidades femeninas tenían la ventaja de que tutoras, profesoras y catedráticas eran mujeres. En la Universidad Bryn Mawr, la duradera influencia de Emmy Noether (1882-1935), una de las matemáticas más distinguidas de principios del siglo XX, perduró incluso hasta después de su muerte. (Noether fue una de las creadoras del álgebra abstracta moderna). Una graduada de la Universidad Mawr recordaba que «la facultad seguía bajo el influjo de la presencia de Emma Noether, de la que todavía se explicaban anécdotas»[65].

Estas crónicas y estudios pueden sernos de gran ayuda para ver cómo se origina y desarrolla el talento matemático. Aparece inesperadamente. No lo crean los padres o los maestros a voluntad, aunque su apoyo es crucial para desarrollarlo. El profundo interés por las matemáticas no suele manifestarse hasta la edad de diez o doce años, y a menudo, un futuro matemático famoso no descubre su vocación hasta el final de la adolescencia, o incluso más tarde. Parece que la tendencia interna o la aptitud no aparecen o empiezan a desarrollarse hasta después de haber alcanzado una cierta madurez intelectual en un entorno favorable.

[65] Murray (2000), p. 114.

§. Concursos y competiciones

Melanie Wood fue la instructora del equipo estadounidense que compitió en la olimpiada matemática del año 2001. Se interesó por primera vez en las matemáticas en el parvulario, y recuerda que eso le creó algún problema. En una ocasión, estaba jugando con unas *flash cards*, tarjetas didácticas, que tenían números y las ordenó en pares e impares. «Me estaba dando cuenta de cosas, como por ejemplo de que cuando se suman dos números impares, sin importar cuáles sean esos dos números, siempre se obtiene un número par; y que al sumar un número par a uno impar... cosas así. Me metí en un lío porque se suponía que yo no tenía que estar jugando con estas tarjetas. Ya había superado ese nivel y se suponía que debía estar jugando con otro tipo de tarjetas»[66].

La madre de Wood jugaba a juegos matemáticos con ella. Cuando Melanie era muy joven, su madre no creía que se le dieran especialmente bien las matemáticas, pero al llegar al séptimo curso, Melanie se encontraba en una clase acelerada de matemáticas, aunque las matemáticas sólo fueran uno de sus muchos intereses. Aquel mismo año la invitaron a participar en un concurso nacional llamado Mathcounts. En una primera fase, los participantes compiten primero en sus escuelas y luego avanzan a los concursos regionales. Los cuatro estudiantes que alcancen la máxima puntuación en cada estado participan en la fase nacional. En el

---

[66] Gallian, Joseph A. (2004). «A conversation with Melanie Wood», *Math Horizons* 12, septiembre de 2004, p. 123.

séptimo curso, Melanie Wood no tenía demasiada preparación para participar en Mathcounts, pero se clasificó la primera en Indiana. «Realmente me cambió la vida, porque hizo que las matemáticas se convirtieran en algo importante, y que modificara mi punto de vista sobre quién era yo y qué se me daba bien»[67].

Figura 1.3. Melanie Wood, concursante y entrenadora en las olimpiadas matemáticas, investigadora matemática. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschunginstitute Oberwolfach.

Cuando Melanie ingresó en el instituto, le pidieron que se entrenara para la olimpiada matemática internacional. En el centro de entrenamiento era la única chica, lo que le supuso un desafío emocional que superó con la ayuda de una mujer búlgara que

[67] Olson (2004), p. 30.

enseñaba matemáticas en Harvard. «Tener un modelo como ése fue algo grande en mi vida. Antes, nunca había conocido en persona a ninguna matemática a quien pudiera mirar y pensar, dentro de diez años, quiero ser como ella. Así que me resultaba muy difícil imaginarme que me convertiría en matemática»[68]. En los años posteriores obtuvo excelente notas y premios y ahora es profesora ayudante de la cátedra Szegö de la Universidad de Stanford.

Los concursos de resolución de problemas despiertan un gran entusiasmo entre los jóvenes matemáticos. Gábor Szegö (1895-1965), que dirigiría el departamento de matemáticas de la Universidad de Stanford, recordaba la excitación que sentía, siendo estudiante en Hungría entre los años 1910 y 1912, cada vez que llegaba la revista matemática de su instituto. «Esperaba ansiosamente la llegada del número mensual y lo primero que hacía era mirar la sección de problemas, casi sin aliento, y empezaba a intentar resolver los problemas de inmediato. No tardé en conocer los nombres de otros que hacían lo mismo que yo, y solía leer, no sin sentir gran envidia, cómo habían logrado resolver algunos problemas que a mí se me habían resistido, o cómo habían encontrado una solución mejor (es decir, más sencilla, más elegante o más ingeniosa) que la que yo había enviado»[69].

En Estados Unidos, muchos estudiantes prometedores también prosperan en los concursos matemáticos organizados por Intel Science Talent Search (antes conocido con el nombre de

[68] Gallian (2004), p. 13.

[69] Hersh, Reuben, y John-Steiner, Vera (1993). «A visit to Hungarian mathematics», *Mathematical Intelligencer* 15 (2), pp. 13-26.

Westinghouse Science Talent Search), en contraste con sus experiencias en el instituto, donde muchos de ellos informaron que sus profesores no estaban preparados para enfrentarse al reto que plantean los alumnos muy motivados. Algunos de los jóvenes matemáticos reciben clases particulares o asisten a clases de nivel universitario a una edad temprana. Dieciséis de los veinte matemáticos que participaron en el estudio de Gustin trabajaron por su cuenta en matemáticas mientras todavía estudiaban en el instituto. Leyeron libros que sus padres o hermanos mayores habían utilizado en la universidad, y algunos de ellos leían las revistas científicas. Sin embargo, en el instituto encontraron pocas oportunidades de hablar de matemáticas con compañeros igual de dotados. Ésta es la razón por la que, en la década de 1950, se crearon los campamentos matemáticos de verano, con mayor nivel de exigencia e interés que el de una clase normal, y donde los estudiantes tenían la oportunidad de investigar nuevos y fascinantes temas y de desarrollar sus propias técnicas para resolver problemas. Descubrieron la emoción de hacer algo bien y de ser reconocidos por ello[70].

§. Mentores universitarios

La universidad es la influencia socializadora más decisiva que reciben los futuros matemáticos. La reputación de un departamento de matemáticas se fundamenta, sobre todo, en la calidad de su investigación. Un estudiante se matricula en un departamento de

---

[70] Bloom (1985), pp. 308-309.

gran reputación con la esperanza de conocer a profesores extraordinarios y a condiscípulos muy involucrados en las matemáticas. Un curso de posgrado en matemáticas le permite al estudiante ver a un matemático en acción.

Figura 1.4. Norbert Wiener. Cortesía de la biblioteca del Smithsonian Institute, Washington D. C

En las clases de posgrado, los estudiantes pueden establecer relaciones personales con profesores que ejerzan de mentores. Un ejemplo paradigmático de este tipo de relación fue la que mantuvieron Norman Levinson (1912-1975) y su mentor Norbert Wiener (1894-1964). Levinson escribe, «conocí a Wiener en septiembre de 1933, cuando yo estudiaba ingeniería eléctrica y me matriculé en su clase, en realidad, una clase de seminario y, en aquel nivel, Wiener era un profesor muy estimulante. De hecho, llevaba a cabo su investigación en la pizarra»[71]. Tan pronto como

[71] Notas sobre la teoría y las aplicaciones de las transformadas de Fourier, con R.E.A.C. Paley, *Transactions of the American Mathematical Society* 35.

Levinson demostró que entendía algo de lo que Wiener estaba explicando, este último le entregó el manuscrito de un tratado que estaba escribiendo. Levinson descubrió una omisión en uno de los argumentos de Wiener y completó el razonamiento que faltaba. «En aquel momento, Wiener se sentó ante su máquina de escribir, mecanografió mi lema, añadió mi nombre y lo envió a una revista. No suele ser habitual que un eminente profesor actúe de secretario de un joven estudiante. Me convenció de que dejara mis estudios de ingeniería eléctrica por los de matemáticas. Después, fue a visitar a mis padres, trabajadores inmigrantes sin educación que vivían en una destartalada comunidad de los suburbios, para tranquilizarles sobre mi futuro en las matemáticas. En el transcurso de los siguientes cinco años los visitó varias veces para tranquilizarles, hasta que al final me encontró un puesto de trabajo permanente. (En aquellos años de la depresión el trabajo escaseaba).»

El impacto de algunos profesores dotados de especial talento trasciende la materia de estudio, puesto que le comunica al principiante la pasión de los expertos. Herbert Robbins (1915-2001), un famoso estadístico y coautor con Richard Courant de la obra *¿Qué es la matemática?*, al recordar sus primeros años, dijo de Marston Morse, su profesor en Harvard:

> *Algo sucedía en su mente, algo totalmente diferente a cualquier cosa que yo hubiera visto antes. Eso es lo que me atrajo… para mí, era una figura paterna; mi propio padre había fallecido cuando yo tenía trece años. Marston y yo no podíamos ser más diferentes, nunca estábamos de acuerdo en casi nada, y sin embargo, había*

algo que me atraía hacia Marston y trascendía todo lo que yo sabía. Supongo que era su impulso creativo, esta sensación de que aunque tu casa se incendie, si tienes algo que terminar, tienes que seguir con ello pase lo que pase[72].

Figura 1.5. Richard Courant y Herbert Robbins. Mathematical people: Profiles and interviews. Eds. Donald Albers y G.L. Alexanderson. Boston: Birkhauser, 1985, p. 285. Con el permiso de Springer Science and Business Media.

(La teoría de Morse estudia las propiedades de los gradientes de los campos vectoriales, una teoría relacionada con muchos aspectos de las matemáticas puras y aplicadas).

[72] Albers, Donald J., y Alexanderson, G.L. (1985).*Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, p. 287.

La relación de Stan Ulam (1909-1984) con el teórico de conjuntos Kazimir Kuratowski, en la ciudad polaca de Lvov, estimuló su carrera:

> *Ya en la primera clase quedé subyugado por sus exposiciones claras, lógicas y bien preparadas, así como por el propio material que presentaba. Desde el principio, participé más activamente que casi todos los estudiantes mayores en los debates con Kuratowski... Creo que pronto se dio cuenta de que era uno de los mejores estudiantes, y después de clase me atendía personalmente... Pronto fui capaz de contestar algunas de las preguntas más difíciles del curso de teoría de conjuntos, y empecé a plantear otros problemas. Desde el principio agradecí la paciencia y la generosidad de Kuratowski al pasar tanto tiempo con un principiante. Varias veces por semana le acompañaba a su apartamento a la hora de comer, un paseo de unos veinte minutos, durante los que solía hacerle innumerables preguntas sobre matemáticas. Años más tarde, Kuratowski me dijo que las preguntas a veces tenían su enjundia, y que con frecuencia eran originales y le interesaban... Quizá en ninguna otra época de mi vida he tenido tal ansiedad por las matemáticas, hasta el punto de excluir casi cualquier otra actividad*[73].

En ocasiones, un encuentro fortuito es el catalizador que lleva a comprender de otro modo el campo que uno estudia. Paul Halmos

[73] Ulam (1976), pp. 56-57.

(1916-2006) describía un almuerzo con el famoso probabilista Joe Doob en una cafetería en Urbana, Illinois.

Me abrió los ojos, me inspiró. Me enseñó un tipo de matemáticas, una manera de hablar de las matemáticas, una manera de pensar sobre las matemáticas, que yo antes no había visto. Invadido por una gran excitación, me fui a ver al responsable del doctorado y le pedí cambiar de director de tesis y hacerla con Joe Doob, y a partir de ahí, me puse en marcha[74]

Ya hemos mencionado antes a Tobias y George Dantzig, padre e hijo. Tras leer algunos artículos del famoso estadístico Jerzy Neyman (1894-1981), George fue a estudiar al departamento de Neyman en Berkeley.

Durante el primer curso en Berkeley, un día llegué tarde a una de las clases de Neyman. En la pizarra había dos problemas que supuse que eran deberes para hacer en casa y los copié. Unos días más tarde, me excusé ante Neyman por haber tardado tanto en hacer el trabajo; los problemas me habían parecido un poco más difíciles que de costumbre. Le pregunté si todavía quería que se los entregara y me dijo que los dejara en su mesa. Lo hice con una cierta reticencia porque el escritorio estaba cubierto por tal montaña de papeles que temí que mi trabajo se perdiera para siempre... unas seis semanas más tarde, un domingo alrededor de las ocho de la mañana, unos golpes en la puerta nos despertaron, a Anne y a mí. Era Neyman. Entró precipitadamente en casa

[74] Albers y Alexanderson (1985), p. 125.

sosteniendo unos papeles en la mano, muy excitado: «acabo de escribir una introducción en uno de tus trabajos, léelo para que puedas mandarlo de inmediato para su publicación». Por un momento, no tuve ni idea de lo que estaba hablando. Para resumir una historia muy larga, se trataba de los problemas en la pizarra que yo había resuelto pensando que eran deberes; en realidad eran dos famosos problemas estadísticos que todavía no habían sido resueltos. Hasta aquel momento, no había ni siquiera sospechado que esos problemas tuvieran algo especial[75].

Dantzig se convirtió en uno de los estadísticos más importantes en Estados Unidos y recibió el Premio Nacional de la Ciencia.

En Budapest, en los años anteriores y posteriores a la primera guerra mundial, Lipot Fejér (1880-1959) formó a toda una generación de matemáticos húngaros. En la secundaria había resuelto con facilidad todos los problemas y su profesor del instituto luterano de Budapest, László Rátz, solía empezar su sesión de problemas con el anuncio: «Lipot Weisz ha vuelto a entregar una solución muy hermosa». Weisz, que más tarde se cambiaría el apellido por Fejér, obtuvo el segundo premio en el concurso de Eötvös. (Este concurso es el antepasado del Mathcounts y de la olimpiada matemática de Estados Unidos).

Fejér se convertiría en catedrático en Budapest en el año 1911. George Polya escribiría:

[75] Albers y Alexanderson (1985), p. 125.

Fejér atrajo a las matemáticas a casi todos los jóvenes de mi edad. Solía sentarse con sus estudiantes en un café de Budapest donde se dedicaban a resolver problemas matemáticos interesantes y Fejér les explicaba anécdotas de los matemáticos que él había conocido. Alrededor de este hombre se desarrolló toda una cultura, y sus clases eran consideradas la experiencia que marca toda una vida, pero su influencia fuera de las aulas era todavía más significativa[76].

Una de las alumnas de Fejér, Agnes Berger, recordaba que solía impartir clases muy breves y muy hermosas de menos de una hora de duración.

Esperábamos sentados durante mucho rato hasta que llegaba, y cuando lo hacía, solía estar en una especie de frenesí. La primera vez que uno lo miraba, era muy feo, pero tenía un rostro muy vivaz y muy expresivo y hacía muchas muecas. Traía las clases preparadas con todo detalle, y solía darles un desenlace espectacular. Era todo un espectáculo[77].

Fejér contribuyó de forma muy significativa al análisis de Fourier (la expansión de las funciones generales en series de senos y cosenos).

Otra cualidad de los buenos mentores es que son capaces de comprender las tensiones a las que se enfrentan los estudiantes universitarios: la necesidad de encontrar el equilibrio entre la

[76] Hersh y John-Steiner (1993), p. 17.
[77] Ibíd., p. 18.

disciplina y el compromiso de un estudiante y las complejas responsabilidades de la edad adulta. El catedrático de Berkeley S.S. Chern (1911-2004) supo respetar las dificultades a las que se enfrentaban los estudiantes y trabajar con ellas. Lo que sigue son dos homenajes del libro: *S.S. Chern: A Great Geometer of the Twentieth Century*[78].

Figura 1.6. Shiing-Shen Chern. Mathematical people: Profiles and interviews. Boston: Birkhäuser, 1985, p. 285. Con el permiso de Springer Science and Business Media.

En el verano de 1952, Chern ya había aceptado a Louis Auslander como alumno suyo, antes que éste se sometiera a la prueba de

[78] Yau, S.T. (ed). (1998). S.S. *Chern: A great Geometer of the twentieth century*. Singapur: International Press.

ingreso al programa de doctorado de la Universidad de Chicago. La víspera de la prueba de geometría, la esposa de Auslander, que acababa de regresar a casa con su hijo recién nacido, tuvo una hemorragia y a la mañana siguiente a Auslander no le fue bien en la prueba de geometría. Cuando vio a Chern y le preguntó si a pesar de todo seguiría siendo su director de tesis, el profesor

> *le transmitió la idea de que los exámenes no eran importantes, sino que era el momento de trabajar en matemáticas. Después, empezó un proceso de educación, un aprendizaje a través de la referencia indirecta. Chern solía decir cosas tales como « ¿le echarías una ojeada a la geometría de Finsler?», o, «estaría muy bien que nos reuniéramos en mi despacho un día a la semana y que charláramos sobre ello». Fuera lo que fuera lo que le presentara, Chern solía escuchar educadamente y casi en silencio. En alguna ocasión decía, «no entiendo». No tardé en comprender que «no entiendo» era un eufemismo por « ¡eso es un error!». De algún modo, Chern transmitió la filosofía de que cometer errores era normal y que, en matemáticas, llegar a la verdad de error en error era lo habitual. Y de algún modo, también logró hacer comprender que, a partir del momento en que uno empezaba a trabajar en matemáticas, las matemáticas fluirían de forma natural. Trabajar en matemáticas se convertiría en algo parecido a una corriente que nunca se detiene. Si uno era un matemático, uno vivía de las matemáticas. Y así ha sido[79].*

[79] Ibíd

Philp A. Griffiths, antiguo director del Institute for Advance Studies (instituto de estudios avanzados) de Princeton declararía:

Chern siente un interés genuino por el trabajo y las ideas de los estudiantes que buscan su camino. Les alienta y sin embargo tampoco tiene ningún reparo en decirles que una idea puede no ser interesante. Demuestra una combinación de sabiduría, discriminación matemática y tacto. Siempre trata a todo el mundo con respeto, como colega y como igual. Además de la relación matemática, muestra un genuino interés por la persona en un sentido más amplio, se interesa por su familia, sus planes de carrera o sus viajes, y charla con ellos sobre política mundial, historia o los acontecimientos con la misma sabiduría que muestra en las charlas matemáticas. Mucho antes que el concepto de «tutoría» se pusiera de moda, Chern era un tutor modelo. Para aquellos que acababan de embarcarse en una carrera matemática, como era mi caso hará unos treinta años, la experiencia descrita más arriba podía ser decisiva. Un estudiante que empieza necesita aprender algo más que datos y técnicas: necesita impregnarse de la visión del mundo de las matemáticas, de un conjunto de criterios con los que poder juzgar si un problema es o no interesante, un método de transmitir el conocimiento matemático, el gusto y el entusiasmo a los otros. Para desarrollarse lo más completamente posible como matemático, uno necesita un tutor que proporcione lo que Chern ha proporcionado a muchos: enseñanza formal, *enseñanza a través del ejemplo, del aliento y del realismo y contactos*[80].

Mientras que los matemáticos hombres reconocen el mérito de su tutor con más libertad en conversaciones informales, hemos descubierto que las mujeres suelen publicar este tipo de reconocimiento más a menudo. En el Courant Institute de la Universidad de Nueva York (NYU), Lipman Bers (1914-1993), uno de los investigadores más destacados en ecuaciones diferenciales parciales elípticas y superficies de Riemann, estaba muy comprometido con las mujeres. Durante la década de 1950, ayudó a Tilla Weinstein (más tarde Tilla Klotz Minor) a continuar sus estudios cuando se quedó embarazada, mientras otros, incluso el decano, se oponían a los esfuerzos de Tilla. Bers siguió aconsejando y apoyando a sus estudiantes después que éstos abandonaran el entorno protector de la NYU.

Una estudiante en el Courant Institute, la teórica de grupo Rebekka Struik, disfrutaba tanto de su estrecho contacto con Wilhelm Magnus, otro catedrático muy conocido del instituto, que quedó muy decepcionada cuando Magnus le dijo que ya había completado su trabajo y que había llegado para ella el momento de buscarse un puesto de profesora[81]. Su padre era Dirk Struik, catedrático de matemáticas en el Massachusetts Institute of Technology (instituto tecnológico de Massachusetts, MIT), una autoridad en geometría

[80] Ibíd.

[81] Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology, p. 149.

diferencial, y un marxista. Fue uno de los «diez de Massachusetts» imputados en la década de 1950 con la extraña acusación de conspirar para derrocar el gobierno de la mancomunidad de Massachusetts. El caso contra los diez de Massachusetts fue sobreseído en la apelación, y Dirk Struik recuperó su puesto de catedrático en el MIT. El propio Richard Courant (1882-1972) proporcionó un extraordinario apoyo a las mujeres y les ayudó a gestionar el conflicto entre sus responsabilidades en el hogar y sus estudios. En el Instituto Courant también estudiaba otra mujer cuyo padre era un conocido matemático. Cathleen Morawetz es la hija de J.L. Synge, un destacado especialista en matemáticas aplicadas irlandés que fue durante mucho tiempo catedrático en Toronto. (El tío abuelo de Cathleen era el famoso dramaturgo irlandés del mismo nombre). Courant y Synge se conocieron en una convención de matemáticas y descubrieron que las hijas de ambos se habían casado hacía poco tiempo. Los dos distinguidos padres lamentaron la posibilidad de que sus hijas no siguieran trabajando en las disciplinas que habían elegido, las matemáticas y la biología, respectivamente. «*Ja, ja*, bueno, tú no puedes hacer nada por mi hija», suspiró Courant, «pero a lo mejor yo sí pueda hacer algo por la tuya. Dile que venga a verme cuando pueda»[82]. Morawetz estudió en el Instituto Courant, donde se doctoró con una tesis sobre el fluido transónico dirigida por K.O. Friedrichs, obtuvo una cátedra y por último acabó dirigiendo el instituto; fue elegida presidenta de la American Mathematical Society (sociedad matemática

[82] Reid, C. (1976). *Courant in Göttingen and New York*. Nueva York: Springer-Verlag, p. 255.

estadounidense) y fue galardonada más tarde con el Premio Nacional de Ciencias.

Cuando Hersh inició sus estudios de posgrado en Courant, se matriculó en la asignatura que impartía Morawetz, Introducción a las Matemáticas Aplicadas, y fue contratado para puntuar los trabajos de la asignatura. Un estudiante poniendo notas a los trabajos de la asignatura que estudia sería considerado irregular en la mayor parte de los departamentos universitarios, pero en Courant algo así no constituía ningún problema puesto que estaba gestionado como una empresa familiar. (Allí se bromeaba diciendo que «el nepotismo es obligatorio»). Las dos hijas de Courant se casaron con matemáticos: Jerry Berkowitz, profesor durante mucho tiempo en el Instituto Courant, y Jürgen Moser, famoso por su trabajo en los sistemas dinámicos y que pasaría muchos años en el Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH) en Zurich. Existe un antiguo dicho (en cierto modo sexista) que dice que «el talento matemático se hereda del suegro al yerno». De hecho, Courant, que sólo tenía dos hijas, logró tener ¡tres yernos matemáticos! (Algunos años después del fallecimiento de Jerry Berkowitz, Lori Berkowitz, de soltera Courant, se casó con Peter Lax, otro miembro importante del Instituto Courant). Sin duda llegará el día en el que podremos dar ejemplos de matemáticas suegras y nueras.

Muchos matemáticos han declarado que su mayor satisfacción como catedráticos ha sido trabajar con doctorandos. Alimentar y desarrollar una mente matemática desde el principio hasta que alcance su total potencial de desarrollo debe ser maravillosamente satisfactorio. Cuando un estudiante que has formado viene a verte con una nueva y fructífera idea sobre un problema contra el que llevas tiempo batallando, el placer de esta colaboración puede ser incluso mayor que el placer de resolver un problema por uno mismo. Un ejemplo famoso de este tipo de relación es el de Karl Weierstrass (1815-1897) y Sofía Kovalevskaya (1850-1891), sobre los que escribimos más adelante, en el capítulo 5.

Por otra parte, no todas las relaciones entre doctorandos y su director de tesis son prometedoras y felices. La relación puede ser estrecha e íntima, y también puede ser distante y formal. Un matemático famoso describía su tarea de supervisar una disertación como una «investigación llevada a cabo por el profesor bajo condiciones difíciles». El supervisor de un matemático que conocemos no hizo absolutamente nada para ayudarle después de haber presentado su disertación. Otro nos dijo que temía reunirse con su director porque éste perdía los estribos y le arrojaba tiza durante sus reuniones. Agnes Berger, a quien hemos citado antes al describir las clases de Fejér en Hungría, afirmó:

> *Cuando viví en Estados Unidos, me causó un gran asombro que un catedrático se sentara a hablar con un estudiante de posgrado, nada así ocurría jamás en Budapest, donde le decías al profesor «me interesa esto o aquello», y más tarde volvías y le enseñabas lo que habías hecho. En Budapest no se llevaba eso de llevar al estudiante de la mano. Conozco gente aquí que ¡habla con sus alumnos cada semana! ¿Dónde se ha visto algo así*[83]?

[83] Hersh y John-Steiner (1993).

Los estudiantes reciben guía e inspiración no sólo cara a cara sino también a distancia. A George David Birkhoof (1884-1944), el matemático estadounidense más destacado de principios del siglo XX, quien le inspiró fue Henri Poincaré[84]. Aprender de «profesores a distancia[85]» cuyo impacto se hace sentir a través de su trabajo publicado en lugar de por la interacción cara a cara constituye un aspecto crítico del desarrollo creativo. Cuando personas creativas descubren sus propios profesores del pasado, pueden reconocer intensa afinidad personal puesto que el trabajo de otro invoca en ellos una resonancia especial. Una vez se ha establecido este tipo de vínculo, el aprendiz estudia estos valiosos trabajos con la concentración absorta característica de las personas creativas. De ese modo, expanden, profundizan y renuevan su oficio y alimentan su inteligencia, no sólo durante los primeros años de su aprendizaje sino también repetidamente a lo largo de los muchos ciclos de su vida profesional[86].

Para un estudiante que se embarca por primera vez en una vida matemática, el trabajo de sus predecesores es un desafío que intimida. Los grandes logros en este campo parecen abrumadores. A menudo, al enfrentarse al desaliento o a las dudas, estos hombres y mujeres se sostienen en el apoyo de sus mentores.

---

[84] MacTutor, Birkhoff.

[85] «Profesores a distancia» hace referencia a profesores significativos del pasado cuyo trabajo resultó decisivo para el principiante sin que llegaran a encontrarse nunca. El término procede del trabajo de Vera John-Steiner.

[86] John-Steiner, Vera (1997). *Notebooks of the mind: Explorations of thinking*. Nueva York: Oxford University Press, p. 54.

§. Preparándose para la vida matemática

Comprometerse con esta disciplina significa, para los estudiantes de matemáticas, una experiencia intensa en la que no hay ninguna garantía de éxito. La investigación matemática exige centrarse intensamente en un problema durante largos períodos de tiempo. Los logros anteriores de uno no garantizan de ninguna manera el éxito en la resolución de un nuevo problema. Algunos participantes en el estudio de Gustin siguen sintiéndose inseguros de su capacidad de ser originales, incluso después de haber obtenido un doctorado. «Realmente siento enormes dudas sobre mi capacidad de producir unas matemáticas creativas. No hay modo de saberlo hasta que lo logras»[87]. En ocasiones, un estudiante de posgrado elige un tema de tesis y acaba descubriendo que, aunque al principio era prometedor, al final acaba en un callejón sin salida.

¿Qué le impele a uno a realizar un esfuerzo tan concentrado cuando el resultado final no es previsible?

> *Uno debe sumergirse en algo, pensar en ello constantemente. Trabajas y trabajas y tienes estas ideas que bailan a tu alrededor y tienes que alcanzar un determinado umbral, y entonces algunos de los problemas se resuelven solos. Algunas de esas ideas no se te ocurren hasta dos años más tarde, pero tienes que concentrarte, estar muy centrado*[88].

[87] Gustin (1985), p. 236.
[88] Ibíd.

E incluso después de haber logrado tu objetivo, sólo un pequeño grupo de especialistas reconocerán tu trabajo.

Sin embargo, la euforia de un nuevo hallazgo puede producir una profunda satisfacción.

> *Sé por las dos o tres mejores cosas que he podido hacer, que te invade un sentimiento de asombro incomparable. Me siento privilegiado de haber podido añadir un par de cosas a este campo. Estoy enamorado de las matemáticas, no hay nada que me haga disfrutar más que descubrir la solución a un problema después de mucho trabajo. Y aun cuando el fracaso ocasional sea muy doloroso, después de trabajar en algún problema durante un año o dos, la emoción de la búsqueda sigue ahí, en el fondo de tu mente*[89].

Decidir convertirse en matemático es una elección que a un joven le llena de gozo y de temor. En este capítulo, hemos esbozado las condiciones que sostienen la capacidad individual de asumir enormes riesgos en la vida intelectual. La respuesta paterna a la curiosidad infantil, la educación inspiradora y la interacción animada con compañeros y profesores contribuyen todas ellas por igual a la voluntad de vivir con largos períodos en los que se buscan soluciones. Tenemos también la extraordinaria capacidad del joven matemático para concentrarse, hacer caso omiso a las distracciones y de perseverar en su orientación y en la dirección tomada, incluso ante el fracaso. Las mujeres jóvenes se enfrentan a desafíos

[89] Ibíd., p. 239.

especialmente duros cuando ingresan en una profesión que puede aislarlas de sus iguales y de su familia y en la que ha reinado la discriminación de género a lo largo de la mayor parte de la historia de las matemáticas. Tal vez sea la poderosa atracción de añadir conocimiento profundo y duradero, muy satisfactorio desde el punto de vista estético e intelectual, lo que permite asumir ese riesgo.

Capítulo 2
Cultura matemática

Contenido:

Los matemáticos constituyen una comunidad con una larga y rica historia y se reconocen los unos a los otros como miembros que pertenecen a dicha comunidad. ¿En qué consiste la cultura de las matemáticas y de la comunidad matemática?

Esta pregunta no parece haber sido planteada en demasiadas ocasiones, ni tampoco parece una cuestión demasiado estudiada. El topólogo estadounidense Raymond Wilder contribuyó de manera extraordinaria a este tema. En este capítulo, intentamos proseguir su trabajo y subrayar algunas características destacadas de la cultura matemática.

Cuando le preguntaron a Paul Halmos « ¿qué son las matemáticas?», respondió: «son seguridad. Certeza. Verdad. Belleza. Comprensión. Arquitectura»[90]. La mayor parte de los matemáticos coinciden con Halmos y tratan los componentes estéticos del

[90] Albers y Alexanderson (1985), p. 127.

descubrimiento y de la demostración como una fuente de felicidad. Otros hablan del estudio de las formas y de las figuras. El matemático francés Laurent Schwartz escribió: «Sencillamente, encuentro que las matemáticas son hermosas, extraordinariamente hermosas, y la geometría, en particular, de una elegancia incomparable»[91]. Rozsa Péter, el autor húngaro de *Playing with Infinity*, sostenía que no se podía hacer nada mejor y más hermoso que trabajar en matemáticas[92].

Muchos matemáticos, cuando en su juventud descubren esta disciplina, quedan seducidos por la lógica interna de los argumentos que llevan de los axiomas a las demostraciones. A muchos de ellos, el interés general por la ciencia les abre las puertas al pensamiento riguroso que les conducirá más tarde a las matemáticas, después de descubrir que carecen de la destreza necesaria para las ciencias de laboratorio. (Ralph Boas escribió acerca de su «factura por cristales rotos» cuando asistía a clases de química[93]). Otros informan que la física o la biología no satisfacían su deseo de certeza. Las preferencias intelectuales personales, lo que los psicólogos llaman estilos de aprendizaje, deben estar en consonancia con los modos de pensar dominantes, con la cultura, del campo elegido.

Empecemos con la definición de «cultura» del *American Heritage Dictionary* (2006):

---

[91] Schwartz, L. (2001). *A mathematician grappling with his century*. Basilea: Birkhäuser, p. 38.

[92] Péter, R. (1990). «Mathematics is beautiful», *Mathematical Intelligencer* 12 (1), p. 58.

[93] Boas, R. (1990). Entrevista en D.J. Albers, G.L. Alexanderson y C. Reid (eds), *More mathematical people: Contemporary conversations*. Boston: Birkhäuser, p. 25.

El conjunto de patrones de comportamiento, arte, creencias, instituciones y cualquier otro producto del pensamiento y del trabajo humano que se transmite socialmente.

Estos patrones, rasgos y productos se consideran la expresión de un período, clase, comunidad o grupo de población particulares.

La cultura también abarca los dominios estructurados de la actividad humana que tiene sus propios sistemas de símbolos característicos, tales como conceptos o la notación musical y matemática[94].

En este capítulo, nos centraremos en cuatro aspectos de la cultura. El primero es emocional y cognitivo. Preguntamos: ¿Cuáles son los hábitos mentales, patrones de comportamiento y motivaciones que les permiten a los jóvenes matemáticos convertirse en miembros de su comunidad matemática?

El segundo aspecto es estético. Todo el mundo está de acuerdo en que las matemáticas pueden, deben, e incluso se les exige, ser hermosas. Sin embargo, no es fácil explicar qué queremos decir con las «matemáticas son hermosas». ¿Cuáles son los patrones, demostraciones y descubrimientos que los matemáticos llaman hermosos?

El tercer aspecto es social. ¿Cuáles son los valores compartidos, las historias, las tradiciones y las instituciones que apoyan esta disciplina? ¿Quiénes son los que están dentro y quiénes los que están fuera?

---

[94] Gardner, H. (1993). *Creating minds*. Nueva York: Basic Books.

El cuarto aspecto de la cultura matemática que analizamos es cómo se gestionan las tensiones internas: ¿Cómo identifica esta disciplina los conflictos y cómo se enfrenta a ellos? ¿Cómo se premia a un descubridor? ¿Cómo se comparten los premios? ¿Cómo coexisten la competencia y la colaboración?

§. Cognición matemática y sentimientos

La adquisición del pensamiento abstracto es fundamental para las actividades matemáticas y empieza en los primeros años de la vida de los niños. Por ejemplo, en las fiestas de cumpleaños, los niños en edad preescolar levantan cuatro dedos, indicando con este gesto que comprenden la relación de equivalencia entre números enteros. Adquieren más conceptos abstractos cuando aprenden las palabras y los símbolos que representan números.

Davies y Hersh describen dos aspectos de la abstracción. El primero es la «idealización», es decir, prescindir de los detalles irrelevantes tales como el grosor de la línea del lápiz con la que se dibuja un triángulo. El segundo es la «extracción», es decir, extraer los rasgos esenciales de un problema, por ejemplo, representar una complicada maraña en forma de un gráfico permitiendo que las posiciones seleccionadas en la maraña se conviertan en nodos de un gráfico.

Las matemáticas avanzan, tanto histórica como psicológicamente, por medio de expansiones sucesivas: a las cuentas les siguen las operaciones geométricas y aritméticas, y después el estudio de patrones más generales. La relación entre un patrón de la naturaleza y una representación matemática ejerce una atracción emocional muy poderosa. Forma parte del atractivo emocional y estético de las matemáticas, un vínculo ilustrado por la experiencia de Steven Strogatz con la parábola descrita en el capítulo anterior.

Los participantes de la cultura matemática crean símbolos y mutaciones que constituyen las herramientas o «lenguaje» de su comunidad. El uso de símbolos y notaciones clarifica los conceptos, los hace más precisos. Después de la invención de un símbolo por un individuo, muchos matemáticos se lo apropian, lo evalúan, lo difunden y lo aplican. La conexión dinámica entre la cognición individual y la actividad de la comunidad tiene lugar mediante conversaciones, aprendizajes académicos, publicaciones, conferencias y libros de texto.

En la Antigüedad se crearon nuevos símbolos a fin de satisfacer las necesidades del comercio y de la astronomía. Los escribas utilizaban letras griegas para representar los números en lugar de palotes y cuentas de arcilla. En la actualidad, los nuevos retos de las ciencias físicas y la evolución de la lógica interna de las matemáticas siguen haciendo aparecer nuevos conceptos y símbolos.

La evolución de las herramientas simbólicas de las matemáticas ha sido desigual. A los largos períodos de estancamiento (por ejemplo, durante la Edad Media) seguían períodos de progreso rápido. Las sociedades de comercio activo, amplios contactos geográficos y tecnologías emergentes proporcionan un entorno generativo muy favorable al crecimiento matemático. Este tipo de sociedades muestran un enorme contraste con la estabilidad de las comunidades aisladas y estáticas. Un ejemplo de una comunidad muy aislada es la de los pirahã, una pequeña tribu de cazadores recolectores que vive en la cuenca del Amazonas. El lingüista Daniel Everett pasó años estudiando a los pirahã y descubrió que desconocen la aritmética, y que su lengua no tiene palabras para describir los números. Se comunican utilizando consonantes y vocales, y también por medio de cánticos y silbidos. Everett propone que el hecho de que no tengan palabras para describir números y para contar, ni tampoco narraciones culturales, está ligado a un determinado valor dominante en sus conversaciones: los pirahã evitan hablar sobre cualquier conocimiento que vaya más allá de la experiencia personal e inmediata[95].

Los pirahã no son el único pueblo que carece de palabras para designar los números. En Papúa, Nueva Guinea, existen cientos de idiomas indígenas que solamente tienen palabras para designar «uno», «dos» y «muchos». Los estudios históricos y transculturales sugieren que lo que consideramos universal según nuestra experiencia con los números tal vez sea propio de sociedades desarrolladas económicamente y culturalmente abiertas.

Los hábitos mentales en el seno de una misma cultura también son variados. Incluso en el marco de la comunidad matemática occidental contemporánea, la lógica y la abstracción no son los únicos modos de pensar de los matemáticos, sino que están complementados por la intuición, la analogía y la visualización.

---

[95] Everett, D. (2005). «Cultural constraints on grammar and cognition in Piraha», *Current Anthropology* (agosto-septiembre), pp. 622-623.

Benoît Mandelbrot es famoso por su trabajo en fractales. De pequeño, su tío le enseñó a jugar al ajedrez, a estudiar los mapas y a leer a gran velocidad[96]. En el colegio, utilizaba las formas para representar funciones matemáticas. Al alcanzar la edad de acceder a la universidad, consiguió superar las exigentes pruebas de acceso a la École Normale Supérieure y a la École Polytechnique, las elitistas instituciones francesas de educación superior. Escribe:

> *enfrentado a alguna integral muy complicada, la relacionaba de inmediato con alguna forma conocida, y solía ser la forma exacta que motivaba esta integral. Conocía una gran cantidad de formas que había encontrado en alguna ocasión en algún libro o en algún problema, y las recordaba siempre, con sus propiedades y sus peculiaridades*[97].

El uso intensivo de la visualización que hizo Mandelbrot iba en contra de las tendencias académicas dominantes en las décadas de la posguerra. La visualización que describe Mandelbrot es una forma de intuición matemática, lo que entendemos como una percepción que, «a falta de pruebas, [resulta] plausible o convincente»[98]. Este tipo de percepciones intuitivas son esenciales en el descubrimiento, y muestran un notable contraste con los métodos deductivos más rigurosos que se necesitan para la justificación.

---

[96] Mandelbrot, B. (1985). Entrevista en D.J. Albers y G.L. Alexanderson (eds). *Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, p. 209.
[97] Ibíd., p. 210.
[98] Davis, P.J., y Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Boston: Birkhäuser, p. 391.

En algunos estudiantes que en la escuela encuentran las matemáticas frustrantes, la monótona repetición de los ejercicios de algoritmos contribuye a crear una sensación de alejamiento. Por el contrario, cuando un profesor adopta un enfoque más amplio, en el que se incluyan la resolución de problemas y juegos de adivinanzas y de intuición, los estudiantes pueden experimentar más libremente, como si de un juego se tratara, con las ideas. Piensan y se comunican de modo inferencial, no sólo por medio de los ejemplos y de la visualización, sino también por medio de las reglas lógicas.

El pensamiento es difícil de observar y una manera de aprender sobre él es mediante la introspección. En su famoso ensayo, *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, Jacques Hadamard les preguntaba a sus colegas: «¿qué imágenes internas o mentales, qué tipo de "palabras internas", utilizan los matemáticos? ¿Son motoras, auditivas, visuales o una mezcla de lo anterior, dependiendo del tema que se esté estudiando?»[99]. Se suele citar con frecuencia la respuesta de Einstein, que escribió:

> *Las palabras o el lenguaje, tal como se pronuncian o escriben, no parecen desempeñar ningún papel en mi mecanismo de pensamiento. Las entidades psíquicas que parecen funcionar como elementos del pensamiento son determinados signos e imágenes más o menos claras que pueden ser reproducidas y combinadas «voluntariamente»*[100].

[99] Hadamard, J. (1945). *The psychology of invention in the mathematical field*. Nueva York: Dover, p. 140.
[100] Ibíd., p. 142.

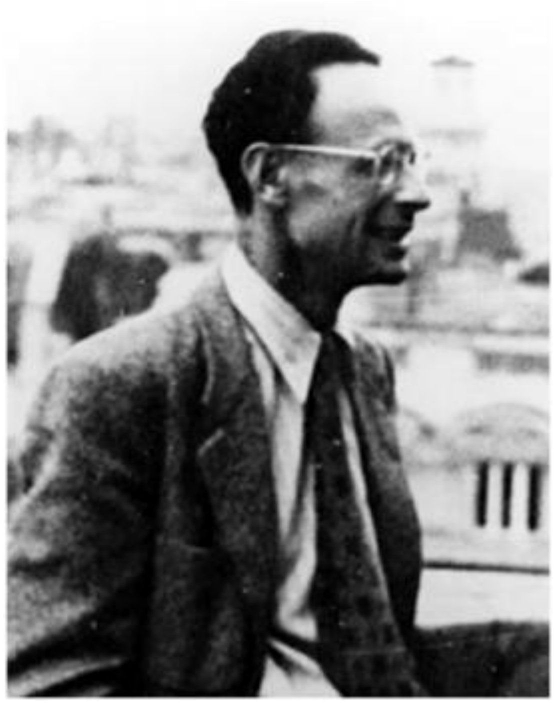

Figura 2.1. André Weil. Fuente: More Mathematical People: Contemporary Conversations. Eds. Donald J. Albers, Gerald L. Alexanderson y Constance Reid.

El modo en que pensaba el propio Hadamard era similar al de Einstein. Dependía de imágenes mentales para hacer descubrimientos y tenía muchas dificultades para traducirlas a palabras. Esta tendencia le despertó un interés especial por aplicar enfoques visuales, intuitivos e inconscientes al descubrimiento en las matemáticas, que era seguido por la etapa de verificación y de «precisión».

André Weil, uno de los fundadores de Bourbaki (el grupo de matemáticos franceses que reformuló las bases de su disciplina en la década de 1930 y escribió en colaboración firmando con el nombre que habían elegido), proporciona una descripción de los rápidos procesos de pensamiento que surgen de una fuente desconocida, lo que algunos llaman la experiencia « ¡ajá!». Weil escribe:

> *cualquier matemático digno de este nombre ha pasado, a veces sólo en contadas ocasiones, por esos estados de exaltación lúcida en que las ideas se encadenan como por milagro y en que el inconsciente (cualquiera que sea el sentido dado a esa palabra) parece también jugar su papel... quien lo ha conocido desea que vuelva a producirse pero no puede provocarlo, salvo por un intenso trabajo, del cual aparece entonces como la recompensa*[101].

El investigador de la creatividad Mihaly Csikszentmihalyi describe el estado de inmersión profunda como un «flujo», un estado en el que la exigencia y la habilidad están muy igualados. En este estado, la gente se concentra tan profundamente en una tarea que «dejan de ser conscientes de sí mismos como seres independientes de las acciones que están llevando a cabo»[102].

Los mentores y consejeros modelan tanto los aspectos cognitivos de la vida matemática como los relativos a la motivación. Como modelos, enseñan constancia. Los investigadores persisten en el trabajo prolongado y en ocasiones frustrante al que pueden, tal vez, seguir el alivio y el regocijo. En 1927, Oscar Zariski, inmigrante

---

[101] Weil, *Memorias de aprendizaje*, pp. 88-89.

[102] Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Nueva York: Harper Perennial, p. 53. [Hay trad. cast.: *Fluir (Flow): una psicología de la felicidad*, traducción de Núria López. Barcelona: Debolsillo, 2008].

recién llegado a Estados Unidos desde Italia, le escribía cartas a su esposa en las que compartía con ella la montaña rusa de emociones que suelen acompañar el trabajo matemático intenso: «Ahora estoy pasando por un período de actividad febril… si logro llevar a buen puerto esta investigación… será la reafirmación de mi valía ante los profesores y catedráticos que han mostrado un interés vital en este problema»[103[. Semanas más tarde, seguía pegado a su pupitre, todavía incapaz de resolver el problema:

> *He tenido un período muy malo. Me he quedado atascado en un punto difícil que no he sido capaz de superar desde hace semanas… he estado al borde de la desesperación, y eso pese a que el profesor Coble me consoló diciendo que uno siempre debe tomarse estas cuestiones con filosofía, y que las matemáticas son un «juego de paciencia»*[104].

Tardó todavía un mes en terminar la investigación utilizando métodos topológicos en geometría algebraica, un trabajo que le permitió conocer al famoso topólogo Solomon Lefschetz, de ascendencia ruso-judía igual que él.

La creatividad exige mantener un interés constante y tener una profunda conciencia de la activa vida interior de uno mismo. Las actividades rutinarias pueden ser útiles como telón de fondo de la profunda inmersión del investigador en el problema que está estudiando.

---

[103] Parikh, C. (1991). *The unreal life of Oskar Zariski*. Boston: Academic Press, p. 50.

[104] Ibíd., p. 51.

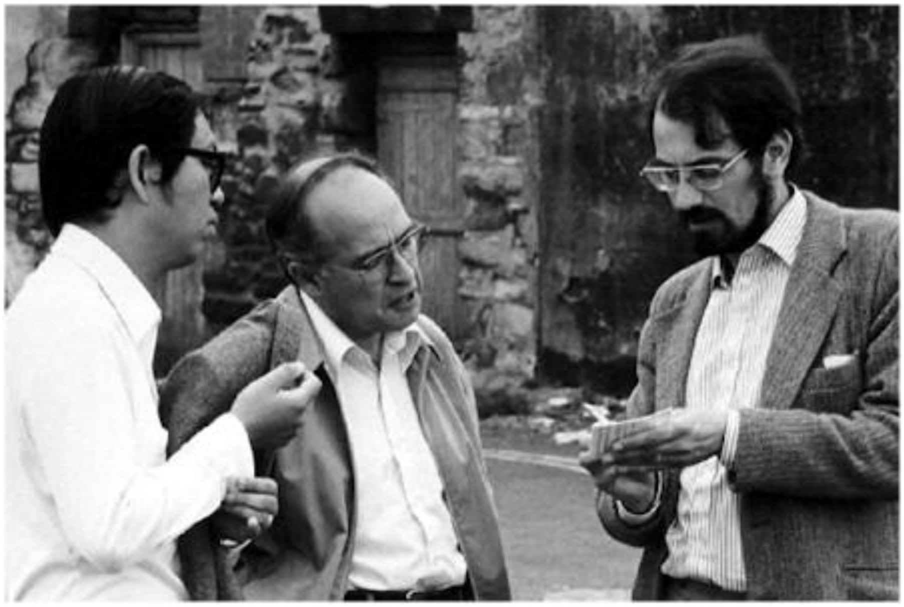

Figura 2.2. Michael Atiyah (centro), geómetra y físico matemático inglés, con unos amigos. Cortesía de Dirk Ferus.

El matemático británico (de origen libanés y escocés) Michael Atiyah describía algunos de sus métodos para resolver problemas:

Creo que si estás trabajando activamente en la investigación matemática, las matemáticas siempre te acompañan. Cuando piensas en los problemas, siempre están ahí. Yo, cuando me levanto por la mañana y me afeito, estoy pensando en matemáticas. Cuando desayuno, sigo pensando en los problemas en los que estoy trabajando. Cuando estoy al volante de mi coche, sigo pensando en mis problemas. Todo ello en diversos grados de concentración... hay ocasiones en las que te sientas por la mañana y empiezas a concentrarte profundamente en alguna cosa. Resulta muy difícil mantener este tipo de concentración intensa durante mucho tiempo, y no siempre conduce al éxito. A veces, logras superar el problema gracias a una reflexión meticulosa, pero las *ideas realmente interesantes aparecen en momentos en los que tienes un destello de inspiración. Este tipo de ideas son más fortuitas por su propia naturaleza, y pueden llegar incluso en medio de una conversación informal. Estás hablando con alguien que menciona algo y piensas « ¡vaya por Dios!, ¡sí!, esto es precisamente lo que necesito... explica lo que llevo buscando toda la semana». Y entonces sumas dos y dos, unificas las ideas y de todo ello sale alguna cosa*[105].

En sus momentos más gratificantes, las matemáticas proporcionan placer estético, la satisfacción de tener un pensamiento claro y profundo, y hacen sentir los vaivenes emocionales del descubrimiento.

Un mito que domina el pensamiento matemático es que, de algún modo, todo es lo mismo. «O bien tienes inclinaciones matemáticas, o bien no las tienes». Sin embargo, existe más de un tipo de talento matemático y de pensamiento matemático. Aquellos que quieren predicciones claras de éxito académico o profesional se sienten atraídos por los test del tipo test de IC, pero el desarrollo del talento y su aplicación es algo bastante complejo. Algunos individuos ya desde una edad muy temprana manifiestan su interés y su habilidad. De niño, a John von Neumann le intrigaba la capacidad de su abuelo de realizar cálculos matemáticos complejos muy rápidos (una habilidad por la que Neumann sería famoso más

[105] Atiyah, M. (1984). Entrevista. *Mathematical Intelligencer* 6 (1), p. 17.

tarde). Le encantaba la aritmética, se le daban muy bien los idiomas clásicos y modernos, y tenía una memoria extraordinaria[106].

Roger Penrose, en la actualidad un destacado especialista en geometría y teoría de la relatividad, de niño, en cambio, adoraba la geometría pero era muy lento en aritmética. De hecho, durante sus estudios de primaria, tuvo que repetir un curso. «Tenía que sumar, sumar y multiplicar, y hacer varias cosas, y yo, sencillamente, me perdía, siempre me perdía en la mitad. Era muy lento, podía hacer todas esas cosas, pero sólo con mucho tiempo y tras reflexionar sobre ellas. Supongo que mis compañeros tenían tendencia a hacer estas operaciones automáticamente, mientras que yo tenía que encontrar el modo y la solución cada vez. Posiblemente a largo plazo fuera una ayuda, pero en aquel momento, era una desventaja»[107]. El contraste entre ambos matemáticos, Penrose y Neumann, es similar al que existía entre Mozart y Beethoven. La prodigiosa facilidad y soltura, y productividad, del joven Mozart se parece a la de Von Neumann, mientras que Penrose se parece más a aquel Beethoven que trabajaba duro y que construía laboriosamente su música durante un largo período de tiempo.

En el capítulo 1 describimos los diferentes modos en que los futuros matemáticos descubren por primera vez su fascinación por los números y por las formas. Algunos, como Von Neumann, son niños prodigio muy centrados. Otro ejemplo es el de Terence Tao, galardonado hace poco tiempo con la medalla Fields, que disfrutaba

---

[106] Macrae, Norman. (1992). *John von Neumann*. Nueva York: Random House, pp. 44-51.
[107] Gregory, Graves, y Bangert, N. (2005). *Math with heart: Why do mathematicians love math?* Manuscrito no publicado.

con los números ya a una edad muy temprana. Aprendió matemáticas y ciencias muy deprisa, pero no le gustaba escribir redacciones. «Nunca entendí realmente cómo hacerlo». Y dijo: «Estas preguntas son vagas y poco definidas, a mí siempre me gustaron las situaciones en las que las reglas sobre lo que hay que hacer son muy claras». En una ocasión en que le encargaron una redacción sobre lo que ocurría en casa, Terry fue de habitación en habitación e hizo una lista detallada de su contenido[108].

Otros futuros matemáticos, sin embargo, se han interesado también por otras cosas, por ejemplo la música y la poesía, y decidieron la carrera que iban a seguir de una forma más deliberada, tras una profunda reflexión antes de hacer su elección al entrar en la edad adulta.

La diversidad de estilos también está presente en los matemáticos maduros. Davis y Hersh describen sus diferencias con relación a su dependencia de los procesos «analíticos» frente a los procesos «analógicos». En los primeros, el papel dominante lo desempeñan los procesos simbólicos y verbales, mientras que en los segundos, los enfoques geométricos y visuales tienen más importancia. Davis recuerda haber pasado mucho tiempo con un problema sobre la «teoría de las funciones de una variable compleja»[109]. El problema podía estudiarse desde un punto de vista geométrico o analítico, o bien combinando ambos enfoques, algo que Davis descubrió mientras trabajaba en el problema, y le vinieron a la mente las

[108] Chang (2007), p. D1.

[109] Davis, P.J., y Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Boston: Birkhäuser, p. 130.

ilustraciones de los libros de texto, esferas, mapas y superficies, y también una determinada melodía:

> *Construí, más o menos, un corpus de material que ordené en forma abreviada. Entonces ocurrió algo que me obligó a cambiar mi agenda y me impidió seguir trabajando en este material durante varios años. Durante ese tiempo apenas le eché una mirada. Al final de este período, volví a tener tiempo y decidí recuperar el material y ver si podía funcionar para un libro. Al principio, estaba completamente frío, y me tomó varias semanas de trabajo y de revisión calentar el material. Pasado ese tiempo, ante mi sorpresa, descubrí que lo que parecían ser las imágenes y la melodía original habían regresado, y proseguí la tarea hasta terminarla con éxito*[110].

Esta cita no sólo muestra las diferentes modalidades de pensamiento que acompañan a la resolución de problemas matemáticos, sino que también descubre una forma de taquigrafía cognitiva. La observación de Davis sobre su propio proceso de reflexión añade una dimensión interesante a nuestra comprensión de los procesos internos del pensamiento[111].

Los matemáticos, por lo tanto, no están limitados a un único modo de pensar, sino que dependen de la intuición, de la lógica, de los procesos visuales y verbales, de las inferencias y de las conjeturas y

---

[110] Ibíd., p. 311.

[111] Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

cuentan con la ayuda de los numerosos mecanismos y sistemas de símbolos de su profesión.

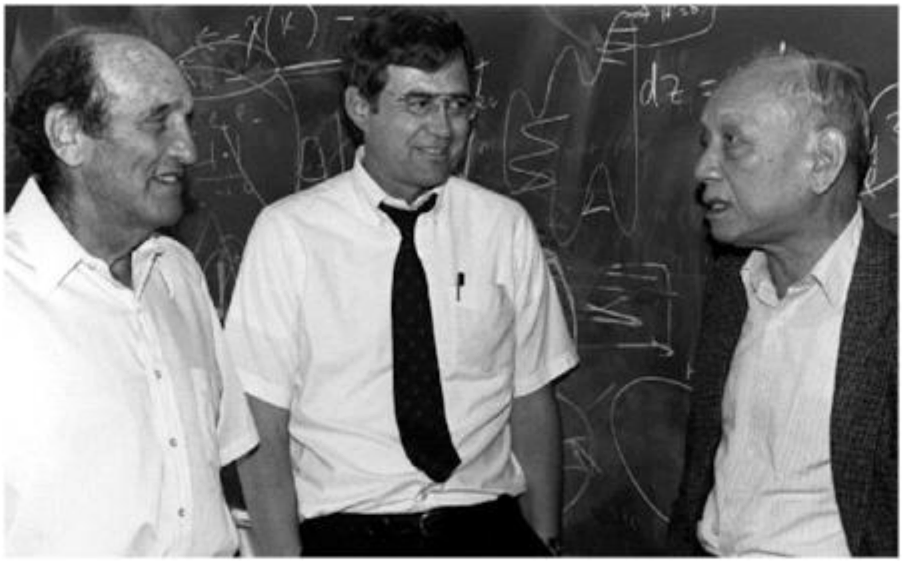

Figura 2.3. Irving Kaplansky, Don Albers y Shiing-Shen Chern. Fuente: More Mathematical People: Contemporary Conversations. Eds. Donald J. Albers, Gerald L. Alexanderson y Constance Reid.

En las matemáticas puras, se ha establecido una distinción entre matemáticos teóricos y matemáticos que se dedican a la resolución de problemas. En la actualidad se sigue venerando a los grandes nombres de la historia de las matemáticas, Newton, Euler, Gauss, Riemann y Cantor, por haber creado teorías que se mantienen como los pilares fundamentales de las matemáticas, y la fuente que las genera. Por otra parte, es muy posible que un matemático que resuelve un problema famoso adquiera fama instantánea en el curso de su vida. El problema tiene que haber estado pendiente de resolver durante un largo tiempo, y tiene que haber resistido el ataque de muchos matemáticos famosos. Ahora bien, los matemáticos más grandes siempre se encontraron en ambos grupos, fueron tanto teóricos como especialistas que resolvían problemas.

Gian-Carlo Rota (1932-1999), el mordaz e ingenioso matemático y filósofo nacido en Italia, escribe:

> *Para el matemático que se dedica a resolver problemas, el logro supremo en matemáticas es encontrar la solución a un problema que se había dado por imposible. No importa si la solución encontrada es chapucera, lo que cuenta es que sea la primera, y que la prueba sea correcta. Una vez que el matemático que resuelve el problema ha encontrado la solución, perderá para siempre el interés en dicho problema, y escuchará las pruebas nuevas y más sencillas con un aire condescendiente impregnado de aburrimiento.*
>
> *El matemático que resuelve problemas es, básicamente, conservador. Para él, las matemáticas consisten en una secuencia de desafíos que debe superar, una carrera de obstáculos donde las vallas son los problemas. Supone de forma tácita que los conceptos matemáticos exigidos para explicar los problemas matemáticos son eternos e inmutables.*
>
> *... el matemático que resuelve problemas es el modelo a seguir de los jóvenes matemáticos en ciernes. Cuando le describimos al público las conquistas de los matemáticos, nuestros héroes más brillantes son los que resuelven problemas.*

> *Para el teórico, el logro supremo de las matemáticas es una teoría que arroja una luz repentina sobre algún fenómeno incomprensible. El éxito en las matemáticas no radica en resolver los problemas sino en saber trivializarlos. El momento de gloria llega cuando descubre una nueva teoría que no resuelve ninguno de los antiguos problemas sino que los convierte en irrelevantes.*
>
> *El teórico es, básicamente, un revolucionario que considera que los conceptos matemáticos heredados del pasado son ejemplos imperfectos de otros más generales que esperan ser descubiertos... los teóricos suelen tener problemas en lograr el reconocimiento de la comunidad de matemáticos. Su consuelo es la certeza, que quizá confirmará la historia, o tal vez no, de que sus teorías sobrevivirán mucho tiempo después que los problemas del día hayan sido olvidados*[112].

Así pues, podemos describir a los matemáticos como teóricos frente a los que resuelven problemas, o bien como aquellos que prefieren los métodos algebraicos a los métodos geométricos. Algunos son más rigurosos, otros más intuitivos, pero ninguna de estas categorías está fijada. En algún lugar intermedio hay investigadores que a veces trabajan de un modo y a veces lo hacen del otro. La observación de estos estilos variados nos lleva a reconocer y a valorar la gran diversidad de modos de pensar que contribuye a la experiencia de los matemáticos. Al poner en duda el mito de la homogeneidad, abrimos la disciplina a grupos e individuos con

[112] Rota, G.C. (1997). *Indiscrete thoughts*. Boston: Birkhäuser, pp. 45-46.

talentos diversos y diferentes modos de trabajar. Reconocer esta diversidad tiene un beneficio tanto emocional como educativo, y apoya los diferentes estilos cognitivos de los posibles futuros miembros de la profesión. También valida las prácticas innovadoras en las aulas experimentales donde se alienta a los jóvenes estudiantes a experimentar con estrategias variadas para resolver problemas.

§. Belleza matemática

La mayoría de los matemáticos coincide en que los componentes estéticos del descubrimiento y de la demostración son una fuente de gozo para los investigadores y los profesionales de esta disciplina. En un discurso pronunciado en 1885 ante la British Association for the Advancement of Science (asociación británica para el avance de la ciencia), Arthur Cayley dijo que «es difícil dar una idea de la inmensa extensión de las matemáticas modernas. Me refiero a una extensión repleta de hermosos detalles, no a una extensión de una mera uniformidad, como una llanura vacía, sino a una franja de país maravilloso visto primero desde la distancia, pero que soportará que la recorramos de un lado a otro y que estudiemos en todo detalle sus colinas y valles, rocas y arroyos, bosques y flores»[113]. David Ruelle (el matemático francés que contribuyó a la teoría del caos) escribe: «la belleza de las matemáticas radica en descubrir la simplicidad y la complejidad ocultas que coexisten en el

[113] Bell, E.T. (1965). *Men of Mathematics*. Nueva York: Simon & Schuster, p. 378.

rígido marco lógico que impone la disciplina»[114]. Ruelle nos ha dado una explicación de una gran perspicacia:

> *El laberinto infinito de las matemáticas tiene, por lo tanto, el doble carácter de construcción humana y necesidad lógica, lo que le confiere al laberinto una extraña belleza. Refleja la estructura interna de las matemáticas y es, de hecho, lo único que sabemos de esta estructura interna. Sin embargo, sólo después de una larga investigación podemos llegar a apreciar la belleza de ese laberinto; solamente a través de un largo estudio podemos llegar a saborear por completo el poderoso y sutil atractivo estético de las teorías matemáticas*[115].

En un ensayo famoso, el matemático británico G.H. Hardy (1884-1947) propuso tres criterios para definir la belleza de las matemáticas. Dijo que las matemáticas tenían que ser serias, profundas y sorprendentes. Serias, dijo, a diferencia de los problemas de ajedrez, por ejemplo, que son una especie de matemáticas pero no son matemáticas serias. Profundas, pues la existencia de muchos e infinitos primos, por ejemplo, según la demostración de Euclides, no es profunda, a diferencia del teorema de los números primos, que da la proporción de primos entre todos los números enteros, y que sí es profundo. Y por último, sorprendentes, un concepto claramente subjetivo, más todavía que

[114] Ruelle, D. (2007). *The mathematician's Brain.* Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 129.
[115] Ibíd., p. 96.

la profundidad o la seriedad. Que el lector se sorprenda depende de lo que ya sepa el lector.

Para explicarle al profano a qué se refería con «belleza en las matemáticas», Hardy aportó dos ejemplos de Euclides que a él le parecían ejemplares: «Ningún quebrado elevado al cuadrado puede ser igual a 2» y «dada una serie finita de números primos, siempre es posible encontrar un número primo mayor no incluido en la serie». O, en resumen, «la raíz cuadrada de 2 es irracional» y «los números primos son muchos e infinitos»[116].

Gian-Carlo Rota también intentó explicar la belleza matemática. A diferencia de Hardy, no creía necesario que las matemáticas fueran «sorprendentes» para ser «hermosas». Tras citar muchos ejemplos específicos, llegó a la conclusión de que la belleza es «iluminación». Estamos de acuerdo en que una sensación de iluminación nos puede hacer exclamar « ¡hermoso!», pero Rota tampoco se esforzó demasiado en explicar en qué consiste la «iluminación». Sorpresa, profundidad, simplicidad, claridad y franqueza contribuyen, todas ellas, a la experiencia estética de las matemáticas.

Uno de los primeros profesores de matemáticas de Harvard, George David Birkhoff (1884-1944), publicó una teoría matemática de la estética. Aunque muy poca gente lo considera una contribución seria a la filosofía, Birkhoff intentó hacer una minuciosa reflexión sobre cuál es la base del placer estético. Propuso una fórmula $E=M/C$, donde E es el placer estético que se incrementa al maximizar M, la riqueza o el carácter inclusivo del objeto artístico, y

[116] Ibíd.

al minimizar C, la complejidad de los medios. Aunque esta fórmula algebraica no sea de demasiada utilidad, otros autores han identificado los dos factores M y $1/C$, como «integración» frente a «simplicidad». Otro modo de ver esta relación consiste en reconocer que la integración es una forma de simplicidad.

Resulta útil relacionar la estética en las matemáticas con la estética en otros ámbitos artísticos. Qué duda cabe, la parte geométrica o visual de las matemáticas tiene vínculos muy conocidos con el arte visual, el primero de todos con la pintura y el dibujo en perspectiva, y después como fuente de imágenes que los artistas utilizan del modo que quieren. El arte dramático y el teatro aportan puntos de vista útiles desde los cuales enjuiciar las presentaciones matemáticas, y es indudable que un orador eficaz en un coloquio o en un seminario puede utilizar efectos teatrales espectaculares y positivos para realzar su presentación. La analogía entre las matemáticas puras y la música es todavía más natural puesto que ambas comunican figuras y patrones que hablan por sí mismos y que no necesitan justificación verbal ni amplificación.

¿Podrían los criterios para enjuiciar una narración o una composición musical ser aplicables para emitir un juicio sobre un artículo matemático? La coherencia, la unidad, la capacidad de suscitar el interés al principio, llegar al final con la sensación de estar ante un trabajo completo, el uso de temas recurrentes o *leitmotivs* para unir el principio, el desarrollo y el final, la conexión lógica o comprensible entre un capítulo o un movimiento y el siguiente, la presencia o ausencia de todas estas cualidades puede ayudarnos a realizar una evaluación estética. En una conferencia matemática, en un artículo o en un libro pueden buscarse las mismas cualidades, lo que conduciría a una valoración estética de la presentación de algunas matemáticas. Por otra parte, evaluar el contenido matemático es una cuestión diferente y tal vez no sea fácil separar la presentación del contenido. Dadas dos pruebas diferentes del mismo resultado, un matemático puede calificarlas de matemáticamente equivalentes, diferentes sólo en la presentación, mientras que otro puede decir que las diferencias entre ambas son matemáticamente significativas.

Queda la pregunta de cómo juzgar el contenido matemático propiamente dicho desde un punto de vista estético. Creemos que podemos señalar tres importantes elementos de belleza en el contenido matemático: simplicidad, concreción específica y la integración o conexión inesperada o sorprendente de elementos dispares. El estilo Bourbaki acabaría por no resultar satisfactorio porque compraba la simplicidad a expensas de la concreción y de la multi conectividad.

En una frase muy citada, Hardy escribió:

> *las configuraciones construidas por un matemático, lo mismo que sucede con las de un pintor o un poeta, deben poseer belleza; las ideas, los colores y las palabras deben ensamblarse de un modo armónico. La belleza es la primera piedra de toque; en el mundo no hay un lugar permanente para las matemáticas desagradables*[117].

[117] Hardy, *Autojustificación de un matemático*, p. 86.

Esta afirmación puede refutarse fácilmente. ¡Hardy estaba equivocado! No es difícil encontrar partes permanentes de las matemáticas que nadie encuentra hermosas. El artículo de Rota contiene ejemplos. A un nivel elemental podemos mencionar la «fórmula cuadrática»:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

que resuelve la ecuación cuadrática general

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Ésta es una de las fórmulas más memorizadas en las matemáticas, y ¡no es hermosa!

Lo cierto es que un matemático que encuentra dificultades para resolver un problema no se preocupa demasiado por hacer que el resultado sea hermoso. El juicio estético aparece al principio, cuando el matemático selecciona un problema por resolver o un ámbito en el que trabajar. Sí, es cierto, en este punto, la belleza atrae y la fealdad repele, pero una vez que uno se ha incorporado a la batalla, cualquier cosa que funcione será bien recibida. Más tarde, una vez ha encontrado la demostración y conoce el resultado, uno mira hacia atrás e intenta pulir y embellecer la demostración. Tal vez otros matemáticos elijan también este mismo problema y busquen un enfoque diferente y más atractivo, pero no existe ninguna garantía de que un ataque hermoso vaya a arrojar un resultado matemático significativo. Un ejemplo conocido de una prueba nada hermosa es una demostración hallada con una computadora. Empezando con el teorema de los cuatro colores, y siguiendo después con algunos otros ejemplos, los matemáticos han descubierto que lo que no pueden hacer a mano pueden hacerlo, en ocasiones, gracias a una máquina. En 1976, cuando Kenneth Appel, Wolfgang Haken y John Koch publicaron la prueba del teorema de los cuatro colores resuelto con la ayuda de una computadora, Tom Tymoczko y otros se preguntaron acerca de la naturaleza de la demostración matemática. Sin embargo, parece que hoy en día los matemáticos, en general, aceptan que una demostración informática robusta, bien verificada y estable es una auténtica demostración. Es decir, aceptan la verdad de un teorema, como el teorema de los cuatro colores, basándose en el testimonio de un ordenador. (El teorema de los cuatro colores sostiene que cuatro colores son suficientes para colorear cualquier mapa sin que dos países adyacentes tengan el mismo color). Sin embargo, todavía existe una seria objeción: «sí, lo han demostrado con un ordenador, pero ¡no me gusta!». Las demostraciones realizadas por una computadora parecen ser un último recurso que no gusta, son feas, aunque funcionen. Lo que realmente queremos es algo hermoso, no algo feo. Por otra parte, algunos matemáticos opinan que el trabajo de descubrir y de mejorar las demostraciones con la ayuda de un ordenador es intelectualmente atractivo. Pueden mirar un código informático pulcro y claro y pensar, « ¡esto es hermoso!».

El casi descubrimiento de Johann Lambert de la geometría no euclidiana constituye un ejemplo extraordinario de sentido estético en conflicto con las exigencias aparentes de la lógica. Lambert (1728-1777) fue un precursor de Gauss, de Nikolai Lobachevsky (1792-1856), y de János Boliay (1802-1860), e intentó denodadamente resolver «el problema de los paralelos» que daría nacimiento a la geometría no euclidiana. Lambert fue un joven coetáneo de Euler y se convirtió en el matemático alemán más destacado de su tiempo. Aunque al final rechazaría, erróneamente, la geometría no euclidiana tildándola de contradictoria, se sintió poderosamente tentado por las bellas propiedades que podía tener este tipo de geometría. «Hay alguna cosa exquisita sobre esta consecuencia, ¡algo que hace que uno desee que la tercera hipótesis fuera cierta! Sin embargo, todos estos argumentos están dictados por el amor y el odio, sentimientos que no deben tener cabida ni en la geometría ni en la ciencia en general».

Esta confesión es una manifestación fascinante del aspecto emocional de la vida matemática. No estamos de acuerdo con la opinión de Lambert de que «el amor y el odio no tienen cabida en la geometría». La presencia del odio y del amor en las matemáticas es inevitable, más amor que odio, un tipo de emociones particularmente presentes en el descubrimiento y en la estética matemáticos. Ahora bien, Lambert, por supuesto, no se equivocaba al reconocer que la coherencia era el árbitro final del concepto matemático.

§. Aspectos sociales de la cultura matemática

Desde el punto de vista de un profano, los matemáticos parecen pensadores solitarios. La intensa colaboración que mantienen entre ellos es muy poco comprendida y es objeto de muy poca publicidad. Sin embargo, vistos más de cerca, estos pensadores abstractos comparten mucho de su trabajo y sus historias matemáticas tienen muchos puntos en común.

Los jóvenes matemáticos perfeccionan su destreza en la resolución de problemas y teoremas por medio de los aprendizajes. Una parte esencial de la educación universitaria consiste en observar muy de cerca a un matemático mucho más maduro mientras trabaja. El húngaro Paul Halmos (1916-2006) escribió de su tutor Joseph Doob, con quien estudió en la Universidad de Illinois: «Tiene esa cualidad indispensable en un profesor: puede ver lo que el estudiante no comprende»[118].

Las conversaciones con los colegas también contribuyen en gran medida a los hábitos mentales matemáticos. Halmos describe su relación con su amigo Allen Shields:

> *El mejor seminario en el que participé estaba formado por Allen Shields y yo. Nos reuníamos una tarde a la semana durante dos horas. No preparábamos la reunión y desde luego no pronunciábamos discursos destinados al otro. Nos interesaban las mismas cosas, nos entendíamos bien y a ambos nos gustaba explicar lo que pensábamos y opinábamos que el otro era un*

[118] Halmos, P.R. (1985), *I want to be a mathematician.* Nueva York: MMAA Spectrum, Springer Verlag, p. 51.

oyente comprensivo e inteligente. Intercambiábamos los problemas elementales que nos planteaban durante la semana, las preguntas desquiciadas que nos hacían en clase, los problemas a medio definir y las vagas ideas para resolver los problemas de la semana pasada que se nos ocurrían, los problemas que oíamos en otros seminarios y que nos clarificaban las cosas; gritábamos excitados, o nos quedábamos los dos juntos con la mirada fija en la pizarra en un silencio desconcertado, e, hiciéramos lo que hiciéramos, ambos aprendimos mucho del otro durante el año que duró ese seminario, y ambos lo disfrutamos[119].

Uno de los descubrimientos matemáticos documentado con mayor esmero es el trabajo de Andrew Wiles. Para demostrar el último teorema de Fermat, dedicó diez largos años a trabajar en el ático de su casa. Dependía del trabajo de muchos predecesores pero trabajó a su propio y sostenido ritmo. Cuando se acercaba al final, necesitó comunicarse y reclutó a su colega Nick Katz como interlocutor. En junio de 1993, Wiles presentaba su demostración en una conferencia en Cambridge, Inglaterra (su *alma mater*) y el anuncio de este resultado conmocionó a la comunidad matemática internacional. Durante el largo proceso de revisión, los revisores descubrieron una laguna que obligó a Wiles a retomar el trabajo, y decidió entonces aislarse por completo.

Pasaron los meses y el doctor Wiles, temiendo haber cometido un error, decidió por fin que necesitaba ayuda. Cuando uno pasa

[119] Ibíd., p. 73.

> *años, o décadas, trabajando en círculos e intentando frenéticamente subsanar esa laguna con métodos que nunca funcionaron... «te quedas atascado, atrapado en los problemas. Yo era consciente de los peligros psicológicos... necesitaba alguien con quien hablar todo el tiempo... quería a alguien en quien pudiera confiar». Eligió a un antiguo alumno suyo, Richard Taylor, de la Universidad de Cambridge*[120].

Por suerte, Taylor estaba a punto de pedir una excedencia y pudo unirse a Wiles en Princeton. Resulta interesante que, en este momento crucial, Wiles buscara a un colaborador, y más aún en un hombre tan empeñado en resolver un problema por sí mismo, un problema que había atraído su interés durante toda su vida, ya desde la edad de diez años. Entonces, con la perspectiva y la energía añadidas de un colaborador científico, logró resolver uno de los problemas matemáticos más antiguos.

Por suerte, Taylor estaba a punto de pedir una excedencia y pudo unirse a Wiles en Princeton. Resulta interesante que, en este momento crucial, Wiles buscara a un colaborador, y más aún en un hombre tan empeñado en resolver un problema por sí mismo, un problema que había atraído su interés durante toda su vida, ya desde la edad de diez años. Entonces, con la perspectiva y la energía añadidas de un colaborador científico, logró resolver uno de los problemas matemáticos más antiguos.

---

[120] Mozzoccho, C.J. (2000). *The Fermat diary*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, pp. 64-65.

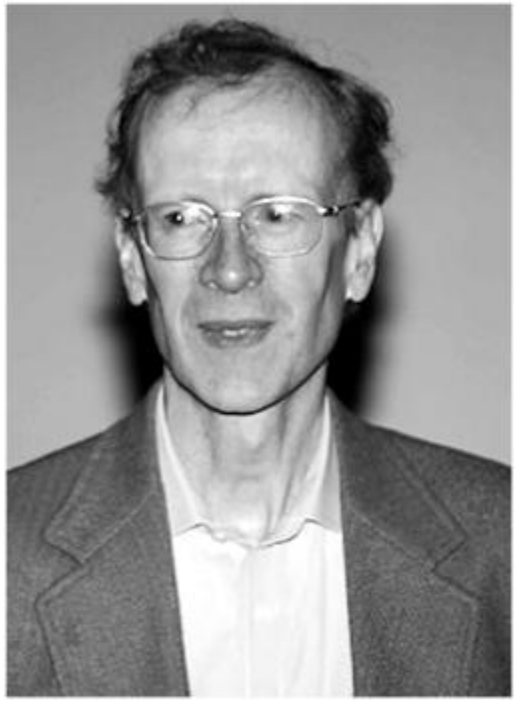

Figura 2.4. Andrew Wiles, que demostró el último teorema de Fermat. Cortesía de C.J. Mazzocchi.

Durante los ocho años que duró su suplicio de Tántalo, Wiles unificó prácticamente todos los descubrimientos de la teoría de los números del siglo XX y los incorporó en una poderosa prueba. Creó técnicas matemáticas completamente nuevas y las combinó con técnicas tradicionales de un modo que nunca antes se había creído posible y, al hacerlo, abrió nuevos frentes de ataque en toda una legión de otros problemas[121]

§. Amor por las historias

[121] Singh (1998), p. 304.

Otra característica social del mundo de las matemáticas es que, en sus reuniones, los matemáticos y sus colegas disfrutan explicando y comentando la historia personal de los logros y de las excentricidades de otros matemáticos, historias que a menudo hablan de una inmersión sostenida en una intensa investigación matemática.

Isaac Newton (1643-1727) describe cómo hizo sus descubrimientos: «Mantengo constantemente el tema ante mi vista y espero hasta que los primeros albores se abran poco a poco hasta dar toda su luz»[122].

A Newton le resultaba muy difícil apartar su atención de las matemáticas, incluso cuando celebraba una fiesta. Su amigo William Stukeley recordaba que cuando recibía amigos en su casa, si se iba a su estudio a buscar una botella de vino y en aquel momento tenía una idea, se sentaba a escribir y se olvidaba de sus invitados[123].

Norbert Wiener (1894-1964), del MIT, era un ejemplo notorio y extremo de alguien que podía perderse en sus pensamientos. En una ocasión, mientras caminaba por el campus, Wiener se encontró con un conocido, y al cabo de un rato le preguntó a su compañero: « ¿En qué dirección caminaba cuando nos hemos encontrado?». El hombre se la señaló, y Wiener respondió: «bien, entonces ya he almorzado»[124].

---

[122] C. Andrade, E.N. da (1954). *Sir Isaac Newton: His life and work*. Garden City, N.Y.: Anchor Books, p. 35.

[123] Ibíd.

[124] Krantz, S.G. (2002). *Mathematical apocrypha: Stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America, pp. 24-25.

Otro ejemplo de despiste es el de John Horton Conway, de la Universidad de Princeton, inventor de los números surreales y del «juego de la vida» («Life»).

Figura 2.5. John Conway, algebrista y teórico de números, con una amiga en 1987. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

El despacho de Conway es increíblemente caótico:

> *Había papeles y libros esparcidos por todas partes. Pasatiempos, juegos, cartas, novedades editoriales y demás parafernalia se apilaban y amontonaban sobre todas las superficies horizontales. Conway se dio cuenta de que tenía un problema cuando llegó el momento en el que ya no podía encontrar su último teorema, o su lista más reciente de problemas o de nuevas conjeturas y se puso*

manos a la obra para diseñar un dispositivo físico que pudiera resolver su dilema e inculcar algún tipo de orden en aquel caos. Después de algún tiempo y esfuerzos produjo un conjunto de planos. Estaba a punto de salir a buscar un artesano que llevara su idea a la práctica en madera y metal cuando observó que un objeto así ya se hallaba, vacío e inutilizado, en la esquina de su despacho. ¡Era el archivador[125]!

Resulta difícil elegir entre los cientos de historias que ilustran la profundidad del compromiso de los matemáticos. La que sigue es una de nuestras favoritas, y trata del topólogo R H Bing (1914-1986), un famoso discípulo de Robert Lee Moore (1882-1964). (La R y la H no son iniciales, el nombre completo de Bing estaba formado por las dos letras, R y H, y su apellido Bing).

En una ocasión en la que R H Bing conducía a un grupo de matemáticos a una conferencia, se lanzó, como era habitual en él, a un análisis detallado de un problema particular en topología que quería resolver. Sus pasajeros estaban casi tan interesados en las matemáticas como Bing, pero empezaron a ponerse nerviosos porque el tiempo era malo, la visibilidad escasa y había mucho tráfico. Bing no parecía estar poniendo toda su atención en el asunto de la conducción, y para empeorar las cosas, el parabrisas estaba completamente empañado y era casi imposible ver algo. Cuando Bing acercó su mano hacia el parabrisas, se dejó sentir un

[125] Krantz, S.G. (2005). *Mathematical apocrypha redux: More stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America, p. 74.

silencioso suspiro de alivio. Todos supusieron que iba a limpiar el parabrisas y poner atención en lo que estaba ocurriendo en la carretera oscura y tormentosa, pero en lugar de ello, Bing empezó a dibujar diagramas con el dedo en el parabrisas empañado[126][.

Figura 2.6. R H Bing. Cortesía de Dolph Briscoe Center for American History, The University of Texas at Austin. Identificador: di_05557. Título: Bings. Fecha: 1975/08. Fuente: Halmos (Paul) Photograph Collection.

Estos intercambios narrativos proporcionan el vínculo social que mantiene unida a una comunidad diversa y dispersa. El afecto que sienten los matemáticos por las debilidades de sus colegas les

[126] Krantz (2002), p. 38.

ayuda a asimilar la complejidad emocional de vivir en un mundo abstracto.

A lo largo de la mayor parte de la historia, el mundo de los matemáticos ha vivido separado del entorno cultural en general. Sin embargo, en el pasado reciente, la vida de los matemáticos ha suscitado un interés cada vez mayor. Primero, se publicó un libro sobre John Nash, *Una mente maravillosa*, del que también se hizo una película, y más tarde se estrenó una obra de teatro en Broadway titulada *Proof*; también se han publicado artículos sobre matemáticos en revistas como *The New Yorker*. Estas representaciones biográficas y de ficción se centran en la intensidad de la vida matemática y en las consecuencias de este tipo de dedicación. Otros temas de estas narraciones son la rivalidad por el descubrimiento matemático y los caprichos del éxito. Los protagonistas principales de *Proof* son un catedrático de matemáticas retirado de la Universidad de Chicago y su hija. En los últimos años de su vida, el catedrático guardaba los cuadernos de notas de sus investigaciones matemáticas, y nadie podía saber lo que contenían. La lucha por la posesión de estos cuadernos y la identidad real de su autor constituyen una parte significativa de la obra, que ahonda en cuestiones de propiedad, género y fama.

§. Resolución de tensiones

En general, los matemáticos, mientras se centran en resolver problemas, se apoyan los unos a los otros. Las reglas sirven para decidir cuándo un problema ha sido resuelto, y entre los matemáticos no se suelen librar tantas batallas por el reconocimiento como en arqueología o en lingüística. El éxito de Wiles, haber demostrado el último teorema de Fermat, fue objeto de una celebración generalizada y alegre, un ejemplo del apoyo mutuo habitual entre los matemáticos. No obstante, hay excepciones a esta camaradería. Los premios y galardones, la política académica y el valor de la fama y de la visibilidad en el mundo de la cultura en general tienen un impacto inevitable en la disciplina. Podemos hablar de tres ejemplos dramáticos. El primero es el de Grigori Perelman y su sensacional demostración de la conjetura de Poincaré (que dice que bajo una determinada condición simple, cualquier variedad tridimensional es continuamente deformable a una esfera) y la implicación en el descubrimiento de esta prueba del gran geómetra chino Shing-Tung Yau y dos de sus alumnos. Tenemos también la enrevesada historia del reconocimiento del caos como una característica casi ubicua de la naturaleza. Y por último, la controversia surgida en el departamento de matemáticas de la Universidad de California en Berkeley en torno al rechazo y más tarde la concesión de un puesto de profesora titular a la matemática estadounidense Jenny Harrison.

Poincaré enunció su conjetura por primera vez en el año 1904. La conjetura fue demostrada en la dimensión 5 y superiores por Steven Smale, y en la dimensión 4 por Michael Freedman. Sorprendentemente, la solución en tres dimensiones resultó ser mucho más difícil que para las dimensiones superiores.

Igual que ocurre con muchos problemas matemáticos importantes, el progreso fue acumulativo. William Thurston, ahora en Cornell, formuló lo que se conoce como la «conjetura de geometrización», que implica la conjetura tridimensional de Poincaré. Richard Hamilton, de la Universidad de Columbia, realizó una importante contribución al introducir el método del «flujo de Ricci» en la geometría de las variedades. A principios de la década de 1990, tras realizar una presentación en Berkeley, Hamilton fue abordado por un tímido ruso, Grigori Perelman, que estaba pasando un par de años en Estados Unidos. En este primer encuentro, Perelman se limitó a hacer preguntas. Más tarde, realizó alguna contribución al trabajo de Hamilton, cuya importancia a Hamilton no le resultó evidente de inmediato. Mientras Perelman todavía estaba en Estados Unidos, realizó más progresos en un aspecto particularmente difícil del problema, su reputación creció y recibió varias ofertas de trabajo para quedarse en el país. A Perelman le hubiera gustado colaborar con Hamilton, pero éste no respondió a sus indirectas y Perelman decidió regresar a San Petersburgo. Utilizando Internet podía trabajar solo sin por ello dejar de tener acceso al conocimiento común y aprovecharse de él[127].

Hamilton ejerció asimismo una importante influencia en el famoso geómetra Shing-Tung Yau, cuyos éxitos profesionales a lo largo de su carrera incluyen una medalla Fields, nombramientos en Harvard y en el Institute for Advanced Studies (instituto de estudios avanzados) y una cátedra honoraria en China. Yau y Perelman son

[127] Nasar, S., y Gruber, D. (2006). «Manifold destiny», *The New Yorker*, agosto de 2006, p. 52.

muy diferentes en sus maneras de gestionar el reconocimiento y las alabanzas del público. «Grisha» Perelman vive con gran sencillez en compañía de su madre y se conecta con las matemáticas a través de Internet. Aunque tanto en su país como en el extranjero se muestra un gran respeto por su trabajo, desde hace unos años vive en una gran reclusión. Yau, por el contrario, es un personaje muy público cuya energía, tenacidad y ambición son muy conocidas. Creció en Hong Kong, se doctoró en Berkeley, y se hizo famoso al resolver la conjetura de Calabi, y durante la época que enseñó en Harvard formó a docenas de jóvenes matemáticos. También ha desempeñado un papel destacado en los esfuerzos recientes de China por reforzar la investigación científica y la educación.

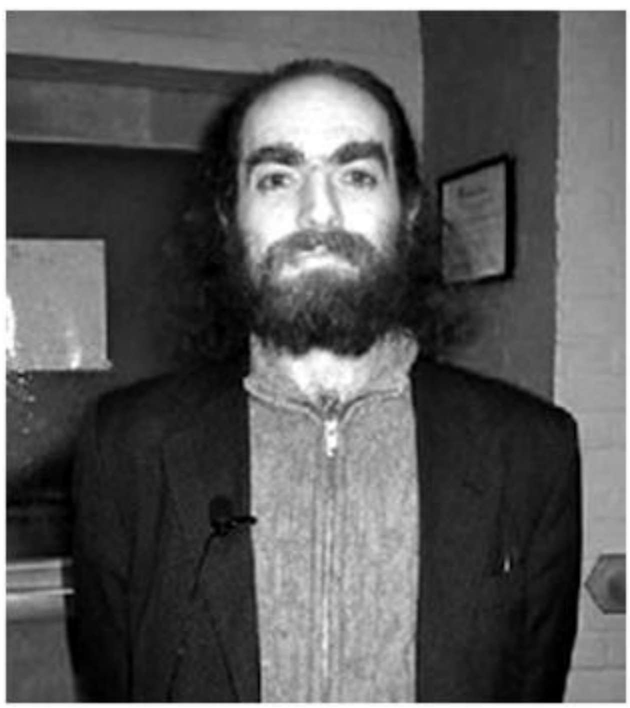

Figura 2.7. Grisha Perelman, que demostró la conjetura de Poincaré. Cortesía del ICM2006 Madrid.

En noviembre de 2002, Perelman le envió un correo electrónico a Yau en el que describía algunos de sus resultados, pero no recibió respuesta. Más tarde, Perelman comenzó a publicar algunos aspectos de su demostración de la conjetura de Poincaré en el sitio web arXiv.org, proporcionando procedimientos que lograron superar los bloqueos del enfoque de Hamilton. Muchos matemáticos quedaron impresionados e imaginaron que la conjetura había sido resuelta.

Figura 2.8. Dos geómetras: Robin Hartshorne de Berkeley y Shing-Tung Yau de China. Cortesía de Gerd Fischer.

Perelman presentó sus nuevos resultados en Estados Unidos, y en el transcurso de su viaje por la Costa Este estaba ansioso por discutir y analizar con Hamilton su nuevo trabajo, pero no lo logró.

En un artículo en *Science*, Yau observó que algunas secciones de las pruebas de Perelman estaban incompletas, pero otros, entre ellos el equipo de Gang Tian y John Morgan, revisaron el trabajo de Perelman y lo encontraron aceptable. Una vez verificado su trabajo, le ofrecieron a Perelman la medalla Fields.

Yau alentó a dos de sus colegas más jóvenes, Huai-Dong Cau y Xi-Ping Zhu, a que redactaran su propia presentación, más extensa, de la prueba para el *Asian Journal of Mathematics* del que Yau es el editor principal. La publicación del artículo fue extraordinariamente precipitada y parecía calculada para que una parte de la gloria y del mérito recayeran sobre China. Perelman, en un gesto muy insólito, rechazó la medalla Fields que le habían ofrecido, declarando que «todo el mundo ha comprendido que, si la prueba es correcta, no se necesita entonces ningún otro reconocimiento»[128]. Resulta difícil saber hasta qué punto la controversia en torno a la autoría de la demostración influyó en la decisión de Perelman, y si su retirada de la actividad matemática es permanente. Mientras tanto, Yau ha amenazado con interponer una demanda contra *The New Yorker*, que publicó una larga entrevista con Perelman a la que acompañaba una viñeta ofensiva en la que se veía a Yau arrancar la medalla Fields del cuello de Perelman. Varios matemáticos conocidos enviaron a los abogados de Yau unas cartas en las que atestiguaban la devoción de Yau por las matemáticas y sus logros.

Esa controversia ilustra la interesante distinción que hace Teresa Amabile entre la motivación «intrínseca» y «extrínseca» en la

---

[128] Ibíd., p. 45.

creatividad literaria. «Motivación intrínseca» hace referencia al gozo y la satisfacción que siente una persona al dedicarse a una actividad creativa[129]. En el caso de los matemáticos, eso incluye el gozo y la satisfacción de tener el reconocimiento de sus colegas porque el trabajo realizado es correcto, interesante e importante. El comentario de Perelman mencionado más arriba constituye un ejemplo de motivación científica intrínseca; su recompensa consiste simplemente en la resolución del problema.

Por otra parte, el reconocimiento «extrínseco» puede tener alguna motivación: ascensos, mejoras salariales, premios, poder y prestigio en la comunidad en general. En el caso de la conjetura de Poincaré, la fundación Clay ha ofrecido un premio de un millón de dólares. Estas motivaciones externas, ¿proporcionan apoyo, o más bien interfieren en el proceso creativo? Algunos investigadores sostienen que estas recompensas pueden ayudar a un investigador a concentrarse en una tarea y al incremento del grado de concentración de los individuos creativos[130]. Sin embargo, la obra original de Amabile sugería lo contrario, que las recompensas externas pueden dividir la atención del individuo entre la tarea creativa en sí y las metas externas. En un pasado más reciente, Amabile ha sugerido la posibilidad de un efecto interactivo de los dos tipos de motivación. En el caso de Yau, este segundo modelo parece ser el aplicable. Su profundo compromiso desde hace mucho

---

129 Collins, M.A., y Amabile, T.M. (1998). «Creativity and motivation». En R.J. Sternberg (ed)., *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 298.

130 Sternberg, J., y Lubart, T.I. (1991). «The investment theory of creativity and its development», *Human Development* 34, pp. 1-31.

tiempo con los problemas matemáticos difíciles de resolver está impulsado por la motivación intrínseca. Al mismo tiempo, a diferencia de Perelman, Yau también disfruta del éxito público y de la influencia y menciona con gran orgullo sus diversos galardones.

¿Cuál de estos dos personajes representa la cultura matemática? Desde el punto de vista del público en general, que ve a los matemáticos como personas introvertidas y poco convencionales, Perelman encaja en la imagen. Sin embargo, a medida que la disciplina participa cada vez más de la vida social, con amplios debates que tratan de la utilidad de las matemáticas, debates políticos y representaciones cinematográficas, Yau encaja en otro punto de vista de dicha cultura, el de la importancia política que adquiere en el ámbito académico y en la sociedad en general. Esta historia suscita la cuestión de lo común y de lo diverso en el seno de esta cultura. Para ser un matemático de éxito se necesita concentrar la energía en un objetivo, habilidad para resolver problemas, tenacidad, creatividad y un uso eficaz de la lógica. El entusiasmo por la belleza y la claridad de los problemas matemáticos une a los matemáticos, que disfrutan analizando los grandes descubrimientos y los diversos aspectos de su historia compartida. Al mismo tiempo, las diferencias de carácter y el deseo de obtener reconocimiento público pueden crear fracturas en una comunidad que es inherentemente interdependiente. En el mundo matemático existe un *continuum*, un cierto grado de interés por las recompensas científicas extrínsecas frente a las gratificaciones intrínsecas; Yau y Perelman ocupan dos posiciones muy separadas en este *continuum*.

Puesto que las matemáticas no son una ciencia empírica, el acuerdo sobre los procedimientos que rigen la aceptación de las demostraciones es fundamental para la profesión. Un nuevo hallazgo se suele enviar a una revista para su publicación; sus editores designan entonces unos «árbitros», especialistas que determinan si el artículo supera el escrutinio de los expertos. En algunos casos de resultados inesperados o muy complejos, el proceso de verificación puede convertirse en conflictivo, un caso que ilustra la controversia Perelman-Yau explicada más arriba. En ocasiones, un matemático puede decidir renunciar a publicar un nuevo y espectacular descubrimiento, la elección que hizo Carl Friedrich Gauss (1777-1855) cuando trabajaba en el postulado paralelo al de Euclides. Gauss descubrió una nueva geometría completamente diferente a la de Euclides. Más tarde, fue descubierta de nuevo por el ruso Nikolai Lobachevsky y el húngaro János Bolyai, cada uno de ellos por su lado. Gauss, sin embargo, se resistió a publicar su hallazgo (lo que más tarde sería conocido como geometría no euclidiana) porque le disgustaba la controversia y temía que algunos de los seguidores de Immanuel Kant atacaran sus bases filosóficas. Los matemáticos rechazaron durante mucho tiempo esta nueva geometría tal como la desarrollaron Lobachevsky y Bolyai, hasta que más tarde se descubriría su utilidad, demostrada en matemáticas en la teoría de las funciones de Poincaré, y en física, en la relatividad general de Einstein.

Nuestro segundo ejemplo muestra las dificultades que pueden surgir cuando un nuevo hallazgo viola la intuición matemática dominante. Parece ser que, en contra de todas las expectativas, en las dimensiones superiores a 2, «casi todos» los sistemas dinámicos son impredecibles a largo plazo, es decir, son caóticos. La primera sospecha de esta característica fundamental del universo físico apareció en el trabajo de Poincaré sobre la estabilidad del sistema solar. (Éste es el ejemplo más famoso de un problema de cuerpo *n*).

En honor del sexagésimo cumpleaños del rey Óscar II de Suecia y Noruega, *Acta Mathematica* ofreció un premio para el ensayo que mejor abordara este famoso problema. La contribución de Poincaré, que incorporaba el concepto de «exponentes característicos», tuvo un impacto duradero en el estudio de la dinámica. Su enfoque cualitativo y topológico a este problema es uno de los orígenes de la topología, que se convertiría en una de las principales ramas de las matemáticas en el siglo XX. En su análisis del problema de cuerpo *n*, Poincaré descubrió lo que él llamó la «maraña homoclina» (homoclinic tangle). En las dimensiones 3 y superiores de un espacio físico, una trayectoria puede realizar un bucle alrededor de sí misma, una maraña tan infinitamente compleja que Poincaré perdió la esperanza de poder resolverla. Ésta fue la primera manifestación matemática del fenómeno ahora conocido con el nombre de caos[131].

---

[131] Diacu F., y Holmes, P. (1996). *Celestial encounters*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 42.

Poincaré percibió la importancia de este descubrimiento pero no intentó investigar todos sus pormenores. La historia completa la explica June Barrow-Green, una historiadora de las matemáticas, que escribió: «... [Poincaré] consideró que este resultado era tan escandaloso que tal vez no debería sorprendernos que no se planteara la posibilidad de que existieran soluciones todavía más complejas»[132]. Durante los siguientes treinta años, este descubrimiento de Poincaré no fue tenido en cuenta y casi fue olvidado. Cuando Hadamard y Cartan desarrollaron algunas de las ideas de Poincaré, hicieron caso omiso del caos puesto que contradecía la creencia dominante de que las matemáticas y la ciencia nos permiten controlar la naturaleza.

El problema de los dos cuerpos, el movimiento de la tierra alrededor del sol haciendo caso omiso de los efectos perturbadores de los otros planetas, o el movimiento de la luna alrededor de la tierra haciendo caso omiso de los efectos del sol, ya había sido resuelto por Newton. Fascinados por los trascendentales descubrimientos de Newton en dinámica, los matemáticos esperaban avanzar y resolver el problema de los tres cuerpos y, en general, el problema de los n cuerpos. El descubrimiento de Poincaré de la maraña homoclina fue la primera indicación de una profunda verdad que sólo se ha comprendido en nuestro tiempo: el carácter caótico de casi todos los sistemas dinámicos en dimensiones superiores a 2. A largo plazo, son impredecibles a causa de pequeñas desviaciones en los datos

[132] Barrow-Green, J. (1997). *Poincaré and the three body problem*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 162.

imposibles de observar en la actualidad y que acaban dando resultados donde aparecen grandes diferencias arbitrarias.

Durante mucho tiempo, los sucesores de Poincaré en la teoría matemática de sistemas dinámicos le dieron la espalda al problema de la maraña homoclina. Un «atractor extraño» de este tipo no puede aparecer en dos dimensiones. De hecho, comprendemos muy bien los sistemas dinámicos en dos dimensiones del espacio fásico, aunque, por supuesto, muchas preguntas siguen esperando respuesta, y en general se esperaba poder demostrar al final una regularidad similar también en las dimensiones superiores. Los matemáticos intentaron, en vano, demostrar que «la mayor parte» de los sistemas dinámicos «se comportan bien», es decir, que son predecibles en el futuro lejano.

Éste fue el proyecto emprendido por Steve Smale de Berkeley hasta que una postal que le envió Norman Levinson del MIT le hizo fijar su atención en un artículo de John Littlewood (1885-1977) y Mary Cartwright (1900-1998). Littlewood y Cartwright, que trabajaban en la ecuación de Van der Pol de ingeniería eléctrica, habían descubierto un tipo de comportamiento caótico similar al que había descubierto Poincaré en el problema de n cuerpos. Smale modificó el rumbo de su trabajo y logró finalmente demostrar que en las dimensiones superiores, a diferencia de lo que ocurre en el plano, el caos, y no la predictibilidad, es la norma. El término «caos» ha sido utilizado para describir una amplia variedad de fenómenos y fue acuñado por Yorke y Li para describir un fenómeno diferente.

Mientras tanto, y muy alejado de estas investigaciones en matemáticas puras, el grupo Hayashi de Japón, en especial Yoshisuke Ueda, y Christian Mira y su grupo en Toulouse, estaban descubriendo el caos mediante extensos cálculos en computadoras analógicas.

Estos investigadores fueron cuestionados por algunos matemáticos que describieron sus hallazgos como «ruido» y que prefirieron no hacer caso de las implicaciones y pusieron en tela de juicio el objetivo central de unos investigadores que se habían apartado tanto de los resultados del razonamiento matemático tradicional.

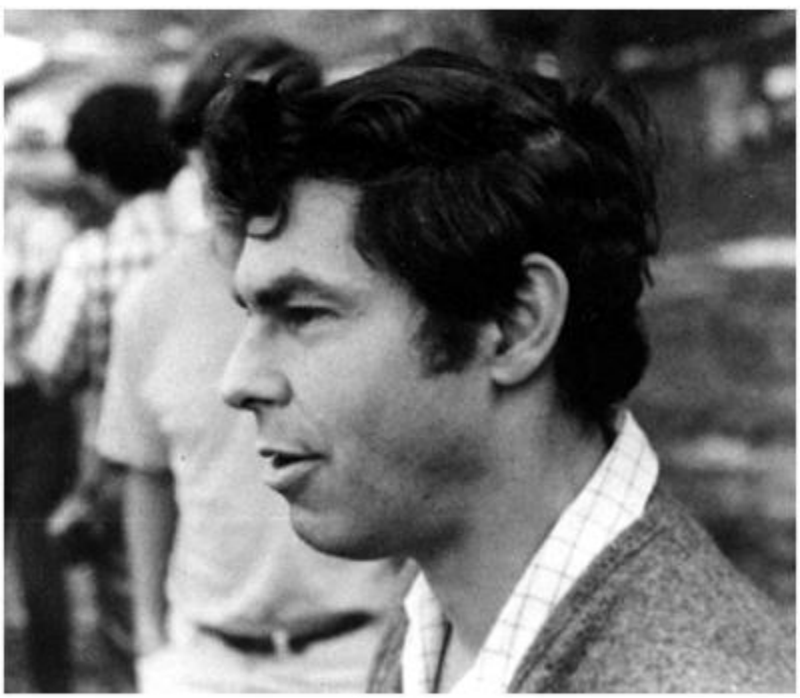

Figura 2.9. Steve Smale, destacado investigador en topología y sistemas dinámicos. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

En un libro titulado *The Chaos Avant-Garde*, algunos de estos investigadores recuerdan sus frustrantes experiencias. Christian Mira escribió acerca de la investigación en variedades caóticas del grupo de Toulouse de este modo:

> *... hay algo que vale la pena mencionar sobre los antecedentes locales de estos investigadores. Los estudios de dinámica compleja del grupo de Toulouse nunca se han llevado a cabo en un entorno favorable, así que mis proyectos para desarrollar este tema y sus aplicaciones fueron sistemáticamente rechazados durante la época «prehistórica» del «caos», escudándose en el argumento de que «a nadie le interesa este tema» que oí con mucha frecuencia... y eso, pese a la contribución de Smale, muy significativa y de primordial interés, que desembocó, en particular, en las propiedades de «herradura» de los mapas (1963), y que dio lugar a otras publicaciones extraordinarias e interesantes*[133].

Parte del problema radicaba en que muchos de los que hicieron alguna contribución a la teoría del caos procedían de campos aplicados, entre ellos la ingeniería y la física. Otra razón por la que sus hallazgos no fueron aceptados era que una parte de la investigación básica había sido publicada en revistas rusas que muchos matemáticos occidentales no podían leer.

El investigador japonés Yoshisuke Ueda se enfrentó a un problema parecido. Estaba trabajando en un laboratorio donde el profesor

[133] Mira, C. (2000). «I. Gumowski and a Toulouse research group in the “prehistoric” times of chaotic dynamics», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, p. 34.

Hayashi, el director de un equipo que investigaba las oscilaciones eléctricas, consideraba inapropiados esos inesperados resultados caóticos. Le recomendó a Ueda que repitiera los experimentos «hasta que el estado transitorio se asentara en un resultado más aceptable»[134]. A la vista de esta oposición, Ueda esperó a que Hayashi se tomara un tiempo sabático para continuar su innovadora investigación. Sin embargo, cuando intentó publicar algunos de sus hallazgos, los artículos fueron rechazados. Había quedado atrapado en una difícil contradicción. Su trabajo no se ajustaba a los estándares de las rigurosas pruebas matemáticas, y, sin embargo, se correspondía con fenómenos observados en el mundo real.

> *Por una parte, yo quería que fueran más comprensivos, pero por la otra, también yo idolatraba las matemáticas... con toda la intención, envié el artículo durante la ausencia del profesor Hayashi, así que tenía una buena excusa para que él no me lo revisara, pero, precisamente por ese motivo, tal vez le faltara algo de edición. Sin embargo, era consciente de que no podía enseñarle el artículo al profesor Hayashi puesto que yo sabía que él realizaría cambios drásticos y que eliminaría lo que a mí me parecía esencial. No obstante, no podía llegar a un compromiso... aprendí del modo más difícil que cambiar el orden establecido en este mundo es una tarea realmente complicada*[135].

---

[134] Ueda, Y. (2000a). «Strange attractors and the origin of chaos», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, p. 188.

[135] *Ueda, Y. (2000b). «My encounter with chaos», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory. Singapur: World Scientific, pp. 48-49.*

Aunque resultó muy difícil que la investigación de Ueda fuera aceptada, al final su trabajo sería conocido con el nombre de «el atractor japonés». Ueda se refiere a los primeros años de esta investigación como «las horas más oscuras antes que el caos fuera reconocido universalmente»[136].

Cuando aparecieron más y más resultados que confirmaban la prevalencia del fenómeno caótico, alguien se acordó del descubrimiento de Poincaré, la maraña homoclina. El matemático estadounidense Ralph Abraham, en el resumen que hace de la larga y compleja historia de los setenta años del descubrimiento del caos, escribe: «La revolución del caos, desencadenada por un descubrimiento matemático, es una bifurcación en la historia de la ciencia, un acontecimiento que se desarrolla a través de cambios secuenciales de paradigmas en las diversas ciencias. Tal vez se trate también de una de las transformaciones más importantes en la historia cultural del mundo: el tiempo lo dirá. Mientras tanto, nos llama la atención la observación personal de la similitud de las experiencias sociológicas y psicológicas por las que han pasado los diversos pioneros que han sufrido a causa de lo novedoso de sus ideas, y de la valentía de sus convicciones. Les debemos mucho»[137].

§. Batalla por una cátedra en Berkeley

---

[136] Ueda, Y. (2000c). «Reflections on the origin of the broken-egg chaotic attractor», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, p. 65.

[137] Abraham (2000), p. 89.

Finalmente, he aquí un último ejemplo de tensión en la vida matemática. Las desavenencias entre matemáticos no se limitan a su punto de vista filosófico o a su actitud con respecto a premios, galardones y reconocimiento. Incluyen también cuestiones de juicio sobre quién debería formar parte de los departamentos matemáticos de gran prestigio. En las decisiones referentes a la admisión de nuevos miembros se tienen en cuenta la calidad de la investigación individual, la colegiación, el área de especialización y las posibles preferencias ocultas relacionadas con etnia, edad y género. Uno de los casos más conocidos es el de Jenny Harrison en la Universidad de California, Berkeley. El caballo de batalla en aquel caso fue la supuesta discriminación de género denunciada por Harrison, quien, en 1986, vio cómo el departamento rechazaba su candidatura al puesto de profesora numeraria. Tras un largo período de revisiones e investigaciones realizadas por el departamento y la universidad, el rectorado cerró su caso y le concedió el puesto de profesor numerario y el título de catedrática. Se ha vertido mucha tinta sobre este largo proceso, y algunos autores han afirmado que el caso abrió la caja de Pandora con respecto a plazas fijas, discriminación y la ley[138]. Además de todo lo que se ha publicado sobre el caso, una entrevista personal reciente realizada por John-Steiner nos da una imagen más completa de cómo confió Harrison en sus recursos internos durante este conflicto.

---

[138] Véase el artículo de Allyn Jackson en *Notices of the American Mathematical Society* aparecido en 1994.

El primer interés de Harrison fue la naturaleza. «Asistí a la escuela pública y, básicamente, fui autodidacta, puesto que la escuela no me estaba dando nada. Además, entre los cinco y los quince años, pasaba todo el tiempo libre que me dejaba el colegio en los bosques». Esta atracción por el mundo natural ha influenciado a Harrison durante toda su vida, y puede verse en su modo de explorar los paisajes matemáticos.

Durante la entrevista, le explicó a John-Steiner la percepción visual que tiene del mundo y cómo disfrutaba de niña explorando los caminos en el bosque. Una influencia importante en su vida fue la de su hermano mayor, cuyo aliento y creencia sostenida en el talento y determinación de Jenny contribuyeron a su fortaleza y confianza en sí misma. «Mi hermano era un gran profesor y cuando ambos éramos adolescentes consiguió despertar mi interés por los problemas básicos de la física».

En su adolescencia, Jenny obtuvo excelentes resultados en concursos de matemáticas, pero ella quería dedicarse principalmente a la música. Creyó que se convertiría en un músico profesional, pero descubrió que se sentía incómoda actuando en público. Se ha observado muy a menudo que el talento musical y el talento matemático parecen estar asociados. De todas las personas que he conocido, mi compañero de despacho en la universidad, Leonard Sarason, había obtenido un título de máster en Yale bajo la supervisión del profesor Paul Hindemith. La familia de Courant conocía bien el entusiasmo de Richard por tocar el piano, y el discípulo de Courant, Hans Lewy, se convirtió en catedrático de matemáticas en Berkeley, pero podía haber hecho carrera como concertista de piano. El analista matemático Leonard Gilman, de la Universidad de Texas en Austin, solía animar las reuniones nacionales de la American Mathematical Society tocando música clásica al piano.

Harrison inició sus estudios de matemáticas en la Universidad de Alabama y al cabo de poco tiempo, en reconocimiento de su trabajo, le ofrecieron una beca Marshall en la Universidad de Warwick en Inglaterra donde recibió una excelente formación, pero donde también fue víctima de acoso sexual. La discriminación de género y las relaciones hombre-mujer en una disciplina dominada desde hace mucho tiempo por los hombres están muy ligadas al caso de Harrison, y la afectaron tanto en Warwick como en Berkeley.

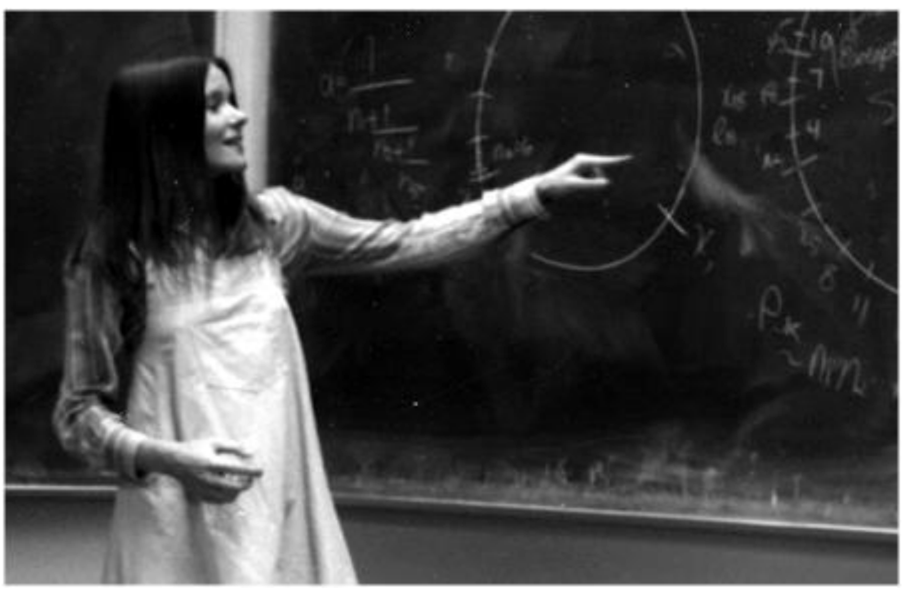

Figura 2.10. Jenny Harrison, catedrática de matemáticas de Berkeley. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

La defensa que hizo de su tesis y de su investigación es una conferencia muy bien valorada. Terminó su tesis, titulada «Unsmoothable Diffeomorphisms» (difeomorfismos no diferenciables), en 1975, trabajó como becaria posdoctoral en el Institute for Advanced Study, y más tarde como profesora en la Universidad de Princeton. Recibió una beca Miller para Berkeley en 1977 y posteriormente ocupó un puesto de profesora ayudante contratada en Berkeley. Un año más tarde, aceptó una oferta de la Universidad de Oxford para enseñar en el Somerville College, donde pasó tres años, al mismo tiempo que conservaba su puesto en Berkeley. A su regreso a Berkeley en el año 1982, anunció que había descubierto un contraejemplo nuevo y más sólido a la conjetura de Seifert. El trabajo de Harrison se basaba en nuevas y delicadas técnicas procedentes de diferentes campos y demostró ser muy difícil de redactar[139]. El manuscrito fue por fin enviado para su publicación, pero la oposición de Michel Herman, uno de los expertos más destacados en el campo, llevó a que los revisores adoptaran una posición más cautelosa de lo habitual. Harrison clarificó un poco más lo ocurrido.

Michel Herman era un matemático francés muy bien considerado que creía que mis métodos no sólo eran equivocados, sino además «peligrosos», y no dudó en decírselo a otros. Temía que mis novedosos métodos pudieran ser tomados en serio por otras

[139] Jackson, A. (1994). «Fighting for tenure: The Jenny Harrison case opens Pandora's box of issues about tenure, discrimination, and the law», *Notices of the American Mathematical Society* 41 (3), p. 187.

> *personas, provocando así la aparición de un sinfín de problemas que corregir. Aparte de eso, Herman también estaba realizando un gran esfuerzo para encontrar su propio contraejemplo a la conjetura de Seifert. Los revisores se tomaron muy en serio la oposición de Herman y tardaron años en aceptar mis artículos. Estaban convencidos de que encontrarían un error fatal en algún punto del extenso y técnico trabajo, pero finalmente cedieron y en 1986 aceptaron los artículos. Herman se había equivocado. En los últimos años, se ha hecho evidente la importancia de esos artículos, que abrieron el camino a mi extensa ampliación del cálculo que une lo discreto a lo continuo no diferenciable, resolviendo así un antiguo e importante problema matemático que se remonta a la época de Newton y Leibniz*[140].

En 1986, y después de un proceso de muchas etapas que se inició con una votación en el departamento de matemáticas, subió hasta el decano, pasó por dos comisiones y llegó hasta el rector, la candidatura de Harrison para un puesto de profesora numeraria fue rechazada. Harrison presentó una queja formal ante la comisión académica del rectorado de Berkeley, la entidad responsable de la concesión de privilegios y plazas fijas, y la comisión dictaminó en su contra. En su página web, Harrison escribe, «lo único que pedía, desde el primer momento, era una nueva revisión, justa y libre de cualquier cuestión de discriminación de género»[141]. Tras ese

[140] John-Steiner, V. (2006). Entrevista con Harrison, 4 de diciembre de 2006, Berkeley, California.
[141] Harrison, J. (2007), sitio web.

dictamen negativo, el siguiente paso que dio fue el de presentar una demanda legal contra la universidad en el año 1989, acusándola de discriminación sexual. La universidad, basándose en la recomendación de siete miembros distinguidos de la comunidad matemática seleccionados por la universidad, llegó finalmente a un acuerdo. La identidad de dichos miembros se mantuvo en la más estricta confidencialidad, y entre ellos se encontraban dos, pertenecientes al departamento de matemáticas, que no habían tomado partido por ninguna de las dos partes. «Acepté marcharme sin apelar si la mayoría de la comisión de revisión votaba en mi contra, pero si la mayoría votaba a mi favor, volvería a enseñar en la universidad con plaza fija»[142]. La comisión revisó las investigaciones de Harrison posteriores a la primera decisión sobre la plaza fija y todos sus miembros coincidieron por unanimidad en que el trabajo de Harrison era igual de bueno que el de otros diez matemáticos a quienes se les había concedido la plaza de profesor numerario durante el tiempo en el que ella estuvo enseñando como profesora ayudante en Berkeley. La comisión recomendó que le ofrecieran a Harrison la plaza de catedrática.

La decisión de la universidad suscitó controversia en el departamento de matemáticas. Desde el principio de este caso habían surgido profundas divisiones entre el profesorado y una de las cuestiones que se planteó era: ¿cuáles son los criterios para obtener una plaza de profesor numerario en un departamento de élite como el de Berkeley? Cualesquiera que fueran, algunos de los

[142] Ibíd.

profesores del departamento opinaban que el historial de contratación de profesorado femenino era muy pobre. Como mencionamos más tarde en este libro, Julia Robinson no obtuvo la plaza de profesora numeraria hasta después de su nombramiento en la National Academy of Sciences. Entre la muerte de Robinson y el nombramiento de Harrison, en el departamento de matemáticas, tan sólo había habido una mujer frente a los cincuenta y cinco hombres.

Muchos miembros del profesorado creen que la voluntad de la universidad de crear una comisión independiente y acatar su decisión se debía en parte a la preocupación de que esta carencia de mujeres profesoras pudiera dar una mala imagen de Berkeley. Otros sostienen que era mejor que la disputa la resolvieran profesores expertos y fiables, y no un jurado de doce ciudadanos del condado de Alameda seleccionados de forma aleatoria. Algunos miembros del departamento de matemáticas le dieron un fuerte apoyo a Harrison, y se creó un comité de apoyo a Harrison para dar a conocer el caso al público (presidido por Charity Hirsch, la esposa de un conocido miembro del departamento) en el que militaban profesores del todo el campus. El comité fue subvencionado por fondos legales de la asociación estadounidense de profesores universitarios y de la asociación estadounidense de mujeres universitarias que sostenían, igual que Harrison, que el mecanismo de apelación en el seno de la universidad no era el adecuado para tratar sus quejas[143].

---

[143] Ibíd.

Esta decisión de la universidad acentuó aún más la división en el departamento. Algunos profesores objetaron el hecho de que la administración pudiera tomar decisiones que invalidaran las del departamento. Otros se mostraron críticos con los logros de Harrison. En un exhaustivo artículo sobre este caso, escrito por Allyn Jackson, Dorothy Wallace declaraba que el proceso de acceso al puesto de profesor numerario era bastante subjetivo:

> *se espera de nosotros que podamos decir que el candidato o candidata es al menos igual de bueno o buena que cualquiera de las personas con las que lo o la comparamos. Nunca nos piden que justifiquemos este juicio. De hecho, nunca nos piden que definamos qué es «bueno» o «igual de bueno que»... Lo que intento decir es que el proceso en sí mismo está muy expuesto a cualquier tipo de prejuicios individuales o de grupo que puedan* existir[144].

Aunque la oposición a Harrison sólo involucra a unos pocos miembros del departamento, lo cierto es que ha sido muy sonada y le ha resultado muy dañina.

Durante los años en los que defendió su caso, Jenny Harrison padeció un cáncer de amígdalas, pero continuó su lucha sin desfallecer. De hecho, su investigación siguió avanzando, y la originalidad e importancia de su trabajo han sido ampliamente reconocidas en los doce años posteriores al regreso a su puesto en la universidad. Calvin Moore ha escrito:

[144] Jackson (1994), p. 190.

Durante el período de apelaciones y litigios, Harrison siguió trabajando en su programa de investigación, desarrollando nuevas líneas de estudio en teoría geométrica de la medida, y su trabajo fue financiado por subvenciones federales. Tras la recuperación de su puesto y su nombramiento como catedrática, ha seguido desarrollando su programa de investigación en teoría de medida geométrica con el objetivo de comprender el cálculo multivariable en dominios con límites muy irregulares. En este trabajo, se basó en las ideas de Hassler Whitney y las amplió. En el pasado más reciente, ha publicado trabajos sobre una teoría de dominios basada en una extensión del cálculo exterior de Cartan a un espacio normado de dominios que incluyen películas de jabón, variedades, dominios diferenciables y estructuras atómicas discretas. El análisis que contenía su trabajo anterior en los contraejemplos a la conjetura de Seifert con tres derivadas épsilon negativas ya había apuntado al camino de estos resultados más recientes. Jenny ha supervisado el trabajo doctoral de dos estudiantes[145].

El caso de Harrison plantea cuestiones importantes sobre la voluntad y decisión de las mujeres de hacerse un lugar en una cultura tradicionalmente masculina. Harrison cree firmemente en el mantenimiento del equilibrio personal al enfrentarse a problemas difíciles, y ella ha intentado establecer un equilibrio entre la enseñanza, la investigación, la música y el amor a la naturaleza. En

[145] Jackson (1994), p. 190.

este libro, donde hacemos hincapié en los aspectos emocionales de las matemáticas, esta historia de Berkeley nos recuerda cómo, incluso en una disciplina que enfatiza la objetividad y la racionalidad, la práctica profesional no es inmune a los prejuicios generalizados desde hace mucho tiempo en nuestra sociedad con relación a la contribución de las mujeres al trabajo intelectual de carácter sobresaliente.

La experiencia vital de los matemáticos está influenciada por la larga historia de su disciplina, y por la reverencia que se siente por dicha disciplina. Los miembros de la profesión siguen enfrentándose a problemas de siglos de antigüedad, al mismo tiempo que renuevan constantemente sus técnicas y modo de pensar. En el reciente pasado, cuando las matemáticas han atraído el interés y la atención del público, los aspectos más emocionales y ocultos han salido a la luz. Los matemáticos dependen en una gran medida los unos de los otros para valorar y evaluar sus demostraciones y sus hallazgos, pese a competir entre ellos por los premios y la fama. Esta tensión entre espíritu comunitario y rivalidad se ha hecho más compleja en el reciente pasado a causa de la mayor heterogeneidad de los miembros de un grupo que solía ser bastante tradicional y exclusivo.

¿Cómo hemos respondido a la pregunta que habíamos planteado: qué es la cultura de las matemáticas? Hemos intentado aportar una respuesta examinando los aspectos cognitivos, emocionales y estéticos de esta disciplina y también las tensiones sociales y competitivas, cuestiones todas ellas que encontramos, hasta cierto punto, en otros aspectos de la vida académica y científica, y que, no obstante, adquieren un sabor especial y determinado en la vida de los matemáticos.

Capítulo 3
Las matemáticas como consuelo

Contenido:

Cuando observamos la vida matemática, solemos fijarnos en su rostro público: las instituciones en las que trabajan los matemáticos, las interacciones en el seno de sus comunidades, sus bromas y excentricidades, sus galardones y concursos, y sus descubrimientos. En las siguientes páginas abordamos las consecuencias más personales de amar las matemáticas. Preguntamos: « ¿son las matemáticas un lugar seguro en el que ocultarse de las miserias del mundo?».

En opinión de Gian-Carlo Rota:

> *de todas las formas de huir de la realidad, las matemáticas es la que siempre ha tenido más éxito. Son una fantasía que se hace todavía más adictiva porque funciona de modo retroactivo para mejorar la misma realidad de la que estamos intentando huir. Todas las otras formas de huida, el sexo, las drogas, los hobbies, lo que sea, en comparación, son efímeras... el matemático se compromete por completo, se convierte en un monstruo, igual que el*

> *jugador de ajedrez de Nabokov que al final sólo ve una vida subordinada al juego del ajedrez*[146].

Mientras trabajábamos en este libro, nos sorprendió ver cuántos matemáticos muy conocidos han creado matemáticas mientras estaban en prisión. Encontramos cinco prisioneros de guerra en tres guerras diferentes, a dos presos políticos, y a uno condenado por negarse a hacer el servicio militar. También descubrimos a uno que utilizó las matemáticas para librarse de un dolor de muelas insoportable, a otro que recuperó la vida gracias a un problema matemático mientras estaba encamado y cuando ya tenía casi noventa años, a un novelista a quien los matemáticos apartaron de su cuaderno de notas del que no se separaba desde hacía décadas, y a un joven idealista a quien las matemáticas le ayudaron a soportar la angustia de participar en una brutal guerra de bombardeos.

§. Absorción

En su forma más moderada, la huida es absorción. Uno sabe que se ha metido realmente en el problema cuando sueña cada noche con él. (¡Aunque no tengamos ninguna garantía de que el sueño vaya a darnos la solución!) Se cuenta que Newton a veces olvidaba comer y dormir, lo que para muchos es despiste. Se cuenta también que Norbert Wiener, en una ocasión en la que caminaba por uno de los pasillos del MIT leyendo un artículo matemático que sostenía en su

---

[146] Rota, G.C. (1990). «The lost café», en *Indiscrete Thoughts*. Boston: Birkhäuser.

mano derecha, llegó hasta la puerta abierta de un aula, la cruzó, caminó a lo largo de los cuatro muros del aula y volvió a salir, guiándose con su mano izquierda en la pared, sin dejar de leer en ningún momento.

Blaise Pascal (1623-1662) fue uno de los hijos más ilustres de Francia, tanto en matemáticas como en literatura. Había renunciado a las matemáticas y a la ciencia a favor de una ascética devoción a la Santísima Virgen, pero en casos de emergencia todavía podía recurrir a las matemáticas. Una noche del año 1658, despierto en la cama y torturado por un dolor de dientes, Pascal intentó frenéticamente fijar su atención en la cicloide con la esperanza de así distraer su mente del insoportable dolor que le atenazaba. (La cicloide es la curva generada por un punto fijo en un círculo cuando el círculo rueda a lo largo de un recorrido horizontal). Ante su grata sorpresa, observó que el dolor había desaparecido, algo que Pascal interpretó como un signo del cielo: al pensar en la cicloide en lugar de pensar en la salvación de su alma, ¡no estaba pecando! Dedicó ocho días a la geometría de la cicloide, y resolvió muchos de los problemas relacionados con ella. John Littlewood, el famoso colaborador de G.H. Hardy, recobró la energía a la edad de ochenta y nueve años. Tras una mala caída en enero de 1975 fue ingresado en un asilo de ancianos en Cambridge y perdió cualquier interés por la vida. Su colega Béla Bollobás le propuso un problema: «determinar la mejor constante en la desigualdad débil L2 de Burkholder» (una extensión de una desigualdad en la que él mismo había trabajado). Ante el inmenso alivio y asombro de

Bollobás, a Littlewood le interesó el problema. Aunque nunca había oído hablar de martingalas (el objeto de la desigualdad de Burkholder), Littlewood se mostró ansioso por aprender algo sobre ellas, ¡a su edad y en su mal estado de salud! Unas pocas semanas más tarde pudo abandonar el asilo de ancianos. «A partir de aquel momento», escribió Bollobás, « [Littlewodd] mantuvo su interés por la desigualdad débil y trabajó duro para encontrar construcciones adecuadas que complementaran el límite superior mejorado»[147].

Figura 3.1. George Polya y John Littlewood. Fuente: The Polya Picture Album: Encounters of a Mathematician. Ed. G.L. Alexanderson. Boston: Birkhäuser, 1985, p. 151. Reimpreso con permiso de Springer Science and Business Media.

[147] Bollobás, Béla (ed). (1986). *Littlewood's miscellany.* Cambridge: Cambridge University Press.

El novelista estadounidense Henry Roth, el autor de *Llámalo sueño,* vivió durante muchos años en un remoto pueblo del estado de Maine, en el extremo norte de Estados Unidos. Padecía un bloqueo de escritor e intentó ayudar a mantener a su familia criando y sacrificando patos y ocas. Para sobrevivir en los inviernos de Maine, realizó problemas de cálculo. De hecho, resolvió todos los problemas del acreditado libro de texto de cálculo de George B. Thomas, y más tarde visitó al profesor Thomas en el MIT para explicarle su hazaña.

En 1943, Freeman Dyson, un físico famoso (en la actualidad también articulista habitual del *New York Review of Books*), estaba trabajando sesenta horas por semana para el alto mando de los bombarderos de la Royal Air Force en medio de un bosque en Buckinghamshire realizando tareas estadísticas. Dyson lo recuerda como un invierno largo, duro y deprimente. Las pérdidas de bombarderos que estaba analizando iban en aumento y el fin de la guerra no parecía estar a la vista. Hardy, que sabía que Dyson estaba interesado en las identidades Rogers-Ramanujan[148], le envió un artículo escrito por W.N. Bailey que contenía un nuevo método de derivar identidades del tipo Rogers-Ramanujan. Dyson escribió:

> *en las noches de aquel invierno logré mantenerme cuerdo paseando por el jardín de Ramanujan, leyendo las cartas que recibía de Bailey, trabajando en las ideas de Bailey y descubriendo mis nuevas y propias identidades Rogers-*

[148] «Identidades Rogers-Ramanujan» son identidades entre sumas y productos de las funciones racionales, descubiertas por L.J. Rogers y Srinavasa Ramanujan, cada uno por su cuenta.

Ramanujan. Ramanujan hubiera disfrutado con el tipo y la cantidad de identidades que descubrí. Mi favorita era

$$(1-x)(1-x^2)\dots(1-x^{2x+1})=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1-x^{9n}}{1-x^n}$$

En las frías y oscuras noches, en medio de la muerte y de la destrucción de 1944, me sentí cercano a Ramanujan mientras garabateaba estas bellas identidades. Él había garabateado identidades todavía más hermosas entre la muerte y la destrucción de 1917[149].

Otra historia de la segunda guerra mundial es la de Olga Taussky-Todd y su marido, el analista numérico John Todd, quienes durante el *blitz*, los intensos bombardeos de la ciudad por parte de la fuerza aérea alemana, se encontraban en Londres. La pareja aprovechó el tiempo que pasaron refugiados en el sótano de su edificio durante estos ataques para adelantar en su trabajo. Todd le explicaría a un investigador que «durante los ataques aéreos escribimos artículos, unos seis en total, mientras las otras veinte o treinta personas que estaban con nosotros charlaban, dormían o leían».

§. Historias de la cárcel

Unos cuantos matemáticos muy conocidos han pasado tiempo en la cárcel como prisioneros de guerra, desde las guerras napoleónicas

[149] Dyson, F.J. (1988). «A walk through Ramanujan's garden», en G.E. Andrews *et al., Ramanujan revisited*. Boston: Academic Press, p. 15.

hasta la segunda guerra mundial. Al menos dos de ellos han sido presos políticos, en Estados Unidos y en Uruguay. De hecho, la cárcel ha visto la creación de una impresionante cantidad de matemáticas muy bellas, que han ayudado al matemático encarcelado a sobrevivir a su difícil situación.

Figura 3.2. Jean-Victor Poncelet. Cortesía de la biblioteca del Smithsonian Institution, Washington, D.C.

Una parte muy significativa de la geometría proyectiva nació en prisión. En noviembre de 1812, Jean-Victor Poncelet (1788-1867), un joven oficial en lo que quedaba del exhausto ejército de Napoleón, bajo el mando del mariscal Ney, que se retiraba de Moscú, fue dejado por muerto en el congelado campo de batalla de Krasnoi. Un pelotón de rescate ruso lo encontró todavía respirando.

En marzo de 1813, después de una marcha de cinco meses a través de las llanuras heladas, ingresó en la prisión de Saratov a orillas del Volga. Cuando «el espléndido sol de abril le hizo recuperar su vitalidad», empezó a reproducir todo lo que pudo de las matemáticas que había aprendido en la École Politechnique (escuela politécnica), donde la nueva geometría descriptiva de Monge y de Carnot padre había despertado su interés. En septiembre de 1814, Poncelet regresó a Francia llevando consigo el material de siete cuadernos de notas manuscritas escritos en Saratov. Bell escribe que este trabajo «inició un tremendo avance en geometría proyectiva, geometría sintética moderna, geometría en general y en la interpretación geométrica de números imaginarios que se presentan en las manipulaciones geométricas como elementos de espacios ideales».

Leopold Vietoris, el topólogo austríaco que murió en el año 2002 a la edad de ciento once años, trabajó como guía de montaña para el ejército austrohúngaro durante la primera guerra mundial mientras trabajaba en su tesis titulada «Crear un concepto geométrico de la variedad con medios topológicos». (Una «variedad» es una generalización a dimensiones más altas de superficies curvadas continuas bidimensionales tales como esferas o cilindros). Justo antes del armisticio, el 4 de noviembre de 1918, Vietoris fue capturado por los italianos y terminó de redactar su tesis mientras fue prisionero de guerra.

Otros dos matemáticos que sirvieron en el ejército austrohúngaro en la primera guerra mundial fueron también hechos prisioneros, pero no por los italianos, sino por los rusos. Eduard Helly de Viena y

Tibor Radó de Budapest se conocieron en un campo de prisioneros cerca de Tobolsk en 1918. Radó acababa de empezar sus estudios universitarios cuando se incorporó al ejército con el grado de teniente y fue destinado al frente ruso. Helly ya era un investigador matemático que había demostrado el teorema de Hahn-Banach en 1912, antes incluso que Hahn-Banach. (Este teorema es una herramienta fundamental del análisis funcional. Permite extender una función lineal de un sub espacio a un espacio entero sin aumentar su magnitud). Radó había estudiado ingeniería civil en la Universidad de Budapest, y en el campo de prisioneros ruso Helly se convirtió en su profesor. Radó logró escapar y huyó en dirección norte hacia las regiones árticas de Rusia. Allí, los habitantes indígenas árticos le dieron su amistad y le ofrecieron su hospitalidad. Caminó poco a poco miles de kilómetros en dirección oeste y llegó a Hungría en 1920. Habían pasado cinco años desde que había dejado la Universidad en Budapest. Helly le había enseñado el fascinante mundo de la investigación matemática, así que se matriculó en la Universidad de Szeged para estudiar con el analista húngaro Frigyes Riesz. Trabajó junto a Riesz y le ayudó en la redacción de su gran obra sobre análisis funcional, y en el año 1929 emigró a Estados Unidos donde creó el programa de estudios matemáticos de posgrado en la universidad del estado de Ohio y se convirtió en una de las máximas autoridades en la teoría de la medición de superficies.

En prisión, ser matemático podía significar un grave inconveniente. El analista francés y matemático aplicado Jean Leray fue prisionero de guerra de los alemanes durante la segunda guerra mundial. Si los alemanes hubieran sabido de su competencia en dinámica de fluidos y en mecánica tal vez le hubieran obligado a trabajar para ellos, así que convirtió su pequeño interés por la topología en un gran interés y mientras estuvo en prisión realizó investigaciones sólo en topología. De hecho, creó la teoría de haces, que pronto se convertiría en una de las principales herramientas de la topología algebraica. (En el capítulo siguiente, cuando hablemos sobre Alexandre Grothendieck daremos algunos detalles sobre teoría de haces). No obstante, una vez liberado, Leray regresó al análisis dejando la topología para otros. El estadístico sudafricano J.E. Kerrich estaba de visita en Dinamarca cuando los nazis invadieron el país en 1940. Los daneses salvaron a los ciudadanos británicos que se encontraban en su país aceptando internarlos para que no fueran trasladados a Alemania. Kerrich aprovechó el tiempo que pasó en prisión para lanzar una moneda diez mil veces al aire y registrar los resultados, y después, escribió un pequeño libro de texto, *An experimental introduction to the Theory of Probability*, basado en el análisis de los datos de este experimento.

El teórico de los números francés André Weil, igual que sus compatriotas Poncelet y Leray, aprovechó su tiempo de forma productiva y espectacular mientras estuvo en prisión. En el verano de 1939 la guerra con Alemania era inminente y Weil había sido llamado a filas. «Era un destino al que creí que mi deber, o mejor dicho, mi *dharma*, me obligaba a sustraerme», escribió en su autobiografía. Salió hacia Finlandia, pero, mala suerte, los rusos invadieron Finlandia pocos meses más tarde. «Mi apariencia de miope y mi ropa visiblemente extranjera hicieron que se fijaran en mí... La policía registró mi casa... En el fondo de un armario encontraron numerosos rollos de estenotopia... [y] una carta en ruso, creo que de Pontryagin». Después de tres días en prisión fue inesperadamente liberado en la frontera sueca[150]. Enviado de regreso a Francia vía Suecia y Escocia, Weil pasó tres meses en la cárcel de Rouen. Su amigo Henri Cartan le escribió: «no todos tenemos la suerte de poder, como tú, trabajar sin ser molestados». El 7 de abril de 1940 le escribió a su esposa Eveline: «mis matemáticas van mejor de lo que esperaba, y estoy incluso un poco inquieto porque, si ya sólo trabajo bien en la cárcel, ¿deberé apañármelas para pasar dos o tres meses al año aquí?». El 22 de abril le escribía: «mis matemáticas se han tranquilizado mucho... la

---

[150] La autobiografía de Weil contiene un mito sobre cómo el teórico de funciones Rolf Nevanlinna le salvó la vida. Nevanlinna declaró que cuando Weil fue detenido en Finlandia, Nevanlina se encontraba en una cena oficial a la que también asistía el jefe de la policía, y que durante el café, el jefe de policía se acercó a Nevanlinna y le dijo: «mañana vamos a fusilar a un espía; afirma que usted le conoce: no me hubiera atrevido a molestarle por tan poca cosa, pero como nos hemos encontrado aquí, me alegro de poder tener la oportunidad de consultarle». «¿Cómo se llama?», «André Weil». Al oír ese nombre, le explicó Nevanlinna a Weil, el finlandés se sintió conmocionado. «Le conozco; ¿es realmente necesario fusilarle?», dijo al jefe de policía. «Pero ¿qué quiere que hagamos con él?». «¿No pueden sencillamente llevarle a la frontera y expulsarle?». «Mira, es una buena idea, no se me había ocurrido». «Así», escribiría Weil, «se decidió mi suerte». Weil, *Memorias de aprendizaje*, p. 132. Ahora nos retractamos de esta narración de los acontecimientos que reprodujimos con toda inocencia en una versión de este capítulo aparecida en el *Mathematical* Intelligencer. Nos enteramos más tarde de que el cuento de hadas autoglorificador de Nevanlinna había sido refutado en 1992 por el matemático finlandés Osmo Pekonen. Pekonen había leído el dossier de Weil en los archivos de la policía finlandesa y descubrió que Weil nunca había sido condenado a muerte, y que Nevanlinna nunca había tenido nada que ver con el caso. (En una entrevista realizada en Estados Unidos en 1934, Hermann Weil había calificado a Nevanlinna de «nazi finlandés», y durante la segunda guerra mundial, Nevanlinna presidió el Comité del batallón de voluntarios finlandeses de las Waffen SS). Osmo Pekonen, «L'affaireWeil à Helsinki en 1939», *Gazette des mathématiciens* 52 (abril de 1992), pp. 13-20.

conciencia me exige que antes de ir más lejos, ponga mis demostraciones a punto...». El 3 de mayo de 1940 fue condenado a cinco años de cárcel que le serían inmediatamente conmutados si aceptaba entrar en combate. El 17 de junio de 1940, «llegó la orden de reunirse con el regimiento en la playa dejando abandonadas las armas. Nos embarcaron en un pequeño barco a vapor y... al día siguiente desembarcamos... en Plymouth»[151]. Weil llegaría más tarde a Estados Unidos, donde proseguiría su ilustre carrera.

§. Matemáticas y política

Chandler Davis, el editor del *The Mathematical Intelligencer*, fue compañero de clase de uno de los autores, estudiante de posgrado de matemáticas en Harvard en la época en la que R.H. se especializaba en inglés en su estudios de grado. Durante el «terror rojo» de McCarthy en la década de 1950, la carrera de Davis fue interrumpida cuando se negó a responder las preguntas que le hizo el comité de actividades antiamericanas del Congreso de Estados Unidos. Mencionó con orgullo a sus antepasados revolucionarios que participaron en la revolución norteamericana y se negó a cooperar en los procedimientos que infringían la primera enmienda a la constitución de Estados Unidos, la que garantiza la libertad de expresión. Davis fue despedido del puesto que ocupaba en la Universidad de Michigan, profesor ayudante de matemáticas. Fue condenado por desacato al Congreso y, después de agotar las apelaciones, sentenciado a seis meses de cárcel en la prisión federal

[151] Weil, pp. 140-152.

de Danbury en Connecticut. Más tarde, tras su liberación, fue incluido en todas las listas negras de las universidades de Estados Unidos. El gran geómetra canadiense Donald Coxeter le invitó a solicitar una plaza en la Universidad de Toronto. Al principio, el gobierno se negó a permitir la entrada de Davis en el país, pero después de una campaña por medio de cartas enviadas por correo, cedió, y Davis se trasladó a Canadá para enseñar en la Universidad de Toronto. En el año 1994, un número especial de la publicación *Linear Algebra and its Applications*, dedicado a su contribución a la teoría de matrices, describe el tiempo que pasó en prisión: «Durante todo el tiempo que duró su difícil situación, Chandler conservó su interés por la investigación en las matemáticas. También conservó su sentido del humor. En una nota a pie de página en su artículo sobre un problema extremal, concebido mientras estaba en prisión pero publicado más tarde, puede leerse: "investigación financiada en parte por el sistema federal de prisiones. Las opiniones expresadas en este artículo son las del autor y no son necesariamente las del departamento de prisiones"». Davis afirma que este «elegante fraseo» le fue sugerido por Peter Lax, un antiguo miembro del Instituto Courant y a quien le agradece la sugerencia.

Que quede claro que no todos los matemáticos que pasaron tiempo en prisión tuvieron tanta suerte como André Weil o Chandler Davis. El analista uruguayo José Luis Massera escribe que se sintió atraído por la actividad política gracias a la influencia de los matemáticos refugiados del fascismo, Luis Santaló de España y Beppo Levi de Italia.

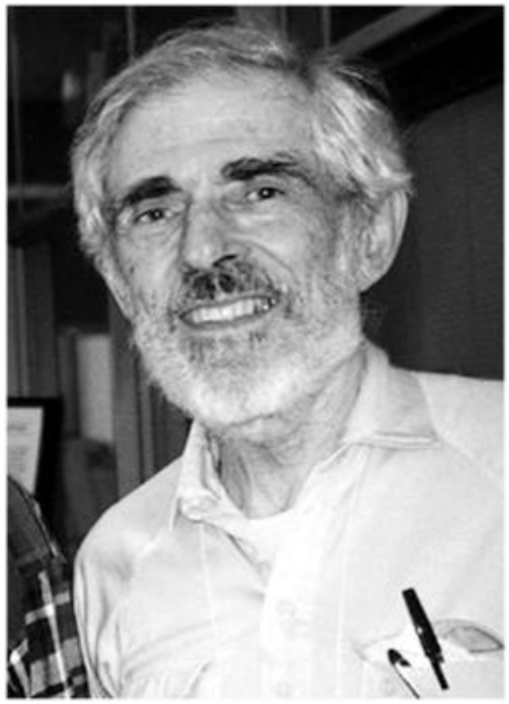

Figura 3.3. Chandler Davis, matemático de la Universidad de Toronto. Cortesía de Silvia Wiegand.

Massera nos ha dejado una crónica detallada, tanto de su carrera anterior a la prisión como del tiempo que pasó encarcelado. «En esa época, en torno al gran movimiento de solidaridad con el pueblo español, comencé mi actividad política que comparte [*sic*] con la matemática el resto de mi vida»[152]. En 1943 se afilió al Partido Comunista.

Tras acabar la carrera en Montevideo, Uruguay, Massera obtuvo una beca Rockefeller para ir a estudiar a Stanford, donde trabajó con Polya y Szegö, pero entonces aumentó su interés por las ecuaciones diferenciales (ecuaciones que tienen que ver con el ritmo de cambio de la función desconocida), así que se trasladó a la Costa

[152] Massera (1998).

Este donde se movía entre Nueva York y Princeton, trabajando de forma simultánea con Richard Courant en superficies mínimas y con Salomon Lefschetz en métodos topológicos para las ecuaciones diferenciales ordinarias. En 1966, tras su regreso a Uruguay, publicó su conocido libro *Linear Differential Equations and Function Spaces* con su discípulo J.J. Schaffer. También fue elegido diputado del Partido Comunista en el parlamento de Uruguay. Cuando la dictadura militar ilegalizó el partido en 1973, se convirtió en su presidente en la clandestinidad.

Fue encarcelado en octubre de 1975. El primer día,

> *estando de plantón y con manos y tobillos atados, un soldado me tomó de los hombros y me desplazó bruscamente, caí y me fracturé el cuello del fémur derecho, no obstante lo cual siguieron los plantones hasta que se convencieron de que era imposible que me mantuviera en pie y me acostaron en un jergón de alambre donde estuve un mes sin asistencia.*

Finalmente fue trasladado a un hospital militar, donde le hicieron una radiografía y le dieron un bastón, «el organismo mismo se encargó de soldar la fractura». (De hecho, Massera durante el resto de su vida caminó con una pierna más corta que la otra).

Figura 3.4. José Luis Massera de Uruguay y Lee Corch de Canadá, matemáticos y luchadores por la justicia social. Fuente: Archivo General de la Universidad de la República (Uruguay), sub fondo Archivos Personales, José Luis Massera, Caja 3, carpeta 3B.

Permaneció en prisión nueve años y medio, en una cárcel conocida con el nombre de Penal de la Libertad, un irónico nombre que respondía al hecho de que la prisión estaba ubicada en las afueras de una ciudad que lleva este nombre. Las celdas de la prisión albergaban cada una dos reclusos a quienes se les permitía una hora al día de recreo.

> *... una hora en que los que podían hacían deportes y los que no, como era mi caso, caminábamos conversando con otro preso; y las visitas familiares cada quince días, también de una hora de duración. Como puede verse, las relaciones humanas estaban limitadas casi exclusivamente a la celda.*

En ella podían leerse libros de la buena biblioteca que se había ido formando con las donaciones que hacían los familiares de los presos cuando se lo permitían. Eso sí, con exclusión de libros políticos... y de matemáticas. ¡Vaya a saber qué misteriosos mensajes podían contener aquellos signos raros e incomprensibles!

Los compañeros de celda fueron varios, comunistas y tupamaros, con los que se conversaba libremente de los más variados temas. Un obrero de una fábrica de papel, comunista, me acompañó durante años y nos hicimos grandes amigos; muy inteligente e inquieto, hablamos de los más diversos temas; incluso, recordando enseñanzas de la Facultad, pude darle cursillos de física, química, etc., que absorbía con pasión. En otras celdas estuvieron presos jóvenes matemáticos como Markarian y Accinelli, a los que veía sólo en los recreos y en alguna tarea colectiva[153]*; corriendo algunos riesgos, hicimos algunos trabajitos matemáticos como el titulado «¿Es cierto que dos más dos son siempre cuatro?», que podían interesar e intrigar a presos no matemáticos.*

A todo esto, Martha, mi esposa, también había caído presa, fue torturada y recluida en una cárcel de mujeres, instalada en lo que había sido un monasterio. Estuvo allí tres años hasta

[153] Cada día, durante varias horas, cada prisionero podía tener algunas herramientas en su celda, entregadas por otro preso con el objetivo de producir objetos de artesanía. La venta de estos objetos, durante el enojoso y frustrante tiempo que faltaba hasta la liberación, contribuía al mantenimiento de las familias.

avanzado el año 1979; pudo recuperar nuestro apartamento, que había sido ocupado y saqueado por los militares.

A las propias memorias de Massera podemos añadir una nota titulada «recuerdos», parte de un artículo escrito por Elvio Accinelli y Roberto Markarian, matemáticos que compartieron con Massera más de tres años de prisión:

escrito a escondidas, con letra chiquita, el manuscrito era llevado de celda en celda por el compañero que repartía el pan o las herramientas, quien arriesgaba con esta osadía ser sancionado e ir a la «Isla»[154]*. Aquellos papelitos circulaban en abierto desafío y Massera escribía de dialéctica, de lógica y de matemática, haciendo realidad nuestra afirmación de que la ciencia y la cultura no pueden ser destruidas. En ese entonces, pensar estaba terminantemente prohibido. Manifestar por algún medio lo pensado era un desafío y un acto de valor, más allá del valor intrínseco que pudiera tener lo escrito o manifestado.*

Y en esas condiciones conquistamos un espacio para pensar y discutir.

…

Así era como, a pesar de todo, en los intersticios de la represión se vivía libremente.

[154] La Isla era un lugar de castigo en el que el prisionero permanecía en total aislamiento; lo único que había entre los cuatro muros era su cuerpo. Por la noche se le entregaba una manta y una esterilla. Tres veces al día, un soldado, con quien tenía prohibido establecer comunicación, le entregaba una escasa ración de comida. Era el lugar más frío e inhóspito de la prisión.

Un día, un libro sobre los «Problemas de Hilbert», que había sido enviado y dedicado a Massera por Lipman Bers (entonces Presidente de la American Mathematical Society), consiguió ser visto en el piso por algunos compañeros. Vaya a saber cuánta presión de muchos organismos internacionales hizo falta para que le fuera permitido a Massera tener por un día ese magnífico presente en su celda. Y vaya a saber cuánta compasión hubo en el cabo que permitió que dicho libro recorriera el ala.

Ser comunista era peligroso. Y en aquel lugar lo era también ser matemático.

...

La vida y la matemática nos han mantenido unidos a algunos de los que fuimos protagonistas de esta historia. Massera ha sido para nosotros un maestro, más allá de lo estrictamente científico. Y un amigo con quien compartimos con orgullo muchos momentos alegres y de los otros.

Hoy casi no hablamos ni escribimos de estas cosas. Sin embargo recordamos aquellos años, que algunos consideran «vacíos», muchas veces con una sonrisa en la cara. Pero no olvidamos ni su dolor ni el aprendizaje de vida que hiciéramos. Es extraño decirlo, pero hasta aspectos positivos tuvieron para nosotros aquellos años de prisión y de aislamiento. No seríamos quienes somos, incluso profesionalmente, sin la «mácula» de aquel período[155].

[155] La entrada de libros escritos en otros idiomas que no fueran el castellano estuvo siempre prohibida, y en la época sobre la que escribimos, también tenía prohibida la entrada cualquier libro de matemáticas: tal vez podían contener códigos que los censores no podrían interpretar.

§. Mis pensamientos son libres

Los matemáticos no son los únicos que, al estar prisioneros, descubrieron alivio y consuelo en su profesión. En una fascinante colección titulada *The Great Prisoners*, Isidore Abramowitz reunió las cartas y testimonios de hombres y mujeres, desde Sócrates hasta los prisioneros del siglo XX, documentos que, en su mayoría, presentan justificaciones muy sentidas de los escritores, filósofos y políticos que fueron injustamente encarcelados. Otros como, por ejemplo, Fiodor Dostoievski, narran su experiencia en la cárcel a miembros de su familia o al público. El parecido entre los matemáticos y los hombres y mujeres de los que trata la obra de Abramowitz radica en que todos ellos, estando prisioneros, cuando tuvieron acceso a papel y lápiz, pudieron encontrar el modo de evadirse de sus difíciles circunstancias.

El escritor inglés Oscar Wilde, en sus escritos y en su comportamiento, cortejó el sensacionalismo, pero pagó un precio muy alto por su homosexualidad. Le acusaron de seducir al padre de uno de sus amantes, fue llevado a juicio, perdió el caso y pasó dos años muy difíciles en la cárcel. En una carta a un amigo escribía:

> *No necesito recordarte que la mera expresión es para un artista el único y supremo modo de vida. Es mediante la palabra por lo que vivimos. De las muchas muchas cosas que tengo que agradecerle al director de la prisión, ninguna tanto como la del permiso para escribir siempre y tanto como yo desee. Durante casi dos años,*

sentí el peso de una amargura creciente de la que ahora me he liberado casi por completo. Al otro lado del muro de la prisión hay algunos árboles negros y cubiertos de hollín que justo ahora están floreciendo en capullos de un verde casi escandaloso. Sé perfectamente bien por lo que están pasando. Están encontrando el modo de expresarse[156].

Todos estos presos tienen la misma capacidad de mantener su intensa vida interior incluso bajo las circunstancias más horrorosas. Cuando las circunstancias les permiten recurrir a su pasión y a su conocimiento, éstos pueden convertirse en un medio de supervivencia.

Acabemos ahora con una historia edificante. En su juventud, Pál Turán, un miembro del Grupo Anónimo de Erdös (capítulo 6), fue encarcelado en un campo de trabajo fascista desde donde mantuvo una correspondencia matemática con Erdös. Los equipos de trabajo a los que Turán fue incorporado se habían creado para dar apoyo a las operaciones del ejército y los formaban personas a las que no se consideraba lo bastante fiables como para entregarles armas y permitirles ingresar en el ejército regular: disidentes políticos, gitanos y judíos. Los jóvenes que integraban estas fuerzas estaban desarmados y servían bajo el mando de oficiales del ejército regular. Se les ordenaba limpiar las líneas de ferrocarril y construir puestos de observación cercanos a las zonas de combate. Cuando estalló la guerra, no pudieron defenderse de los ataques enemigos porque no

---

[156] Abramowitz, I. (1946). *The Great Prisoners*. Nueva York: E.P. Dutton, p. 142.

tenían armas, y un gran número de ellos murió. Para Turán fue una época muy dolorosa, pero él no dejó de trabajar, refugiándose en la resolución de problemas matemáticos.

En septiembre de 1940 fui llamado por vez primera para prestar servicio en un campo de trabajo. Nos trasladaron a Transilvania para trabajar en la construcción del ferrocarril. Nuestra tarea principal era cargar las traviesas del ferrocarril. No era un trabajo muy difícil, pero cualquier espectador podría haberse dado cuenta de que la mayor parte de nosotros era muy torpe, y yo no era ninguna excepción. En una ocasión, uno de mis camaradas más expertos lo dijo explícitamente, e incluso mencionó mi nombre. Cerca de nosotros había un oficial en pie que nos observaba trabajar. Cuando oyó mi nombre, le preguntó a mi camarada si yo era matemático. Resultó que aquel oficial, Joseph Winkler, era un ingeniero que en su juventud había participado con excelentes resultados en un concurso de matemáticas, y en la vida civil trabajaba como revisor en el taller donde se imprimía la publicación periódica de la Academia que trataba de ciencias matemáticas y naturales. Allí había leído algunos de mis manuscritos. Todo lo que pudo hacer por mí fue destinarme a un tinglado en el que se almacenaban grandes troncos para la construcción del ferrocarril y en el que se separaban según su grosor. Mi trabajo consistía en enseñarles a los grupos recién llegados dónde encontrar los troncos del tamaño deseado. Este trabajo no era tan malo. Pasaba el día caminando al aire libre en un bello entorno y una atmósfera limpia. Los problemas *[matemáticos] en los que había trabajado en agosto volvieron a mi mente, pero no pude utilizar papel para comprobar mis ideas. Entonces se me ocurrió el problema extremal formal, y sentí de inmediato que éste era el problema adecuado a mis circunstancias. No puedo describir adecuadamente lo que sentí en los siguientes días. El placer de abordar un tipo de problema muy poco habitual, su belleza, el acercarse de forma gradual a la solución y, por último, llegar a la solución concreta convirtieron aquellos días en realmente extásicos. La sensación de libertad intelectual y de ser, hasta un cierto punto, espiritualmente libre de la opresión no hacía más que añadirse a este éxtasis*[157].

Tras este estallido de éxtasis de Turán, cualquier palabra que añadamos parecerá un anticlímax. Concluiremos, sin embargo, observando la ventaja que los matemáticos encarcelados tienen sobre otros científicos.

[157] Turán, P. Nota de bienvenida. *Journal of Graph Theory* 1 (1), p. 1.

Figura 3.5. Pál Turán y Vera Sós, una pareja húngara. Él era un teórico de números y ella es una matemática especialista en combinatoria. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Poncelet sólo necesitó papel y lápiz, y sus recuerdos de la escuela politécnica, para poderse perder en la geometría proyectiva. Turán, sin ni siquiera papel y lápiz, fue capaz de recrear su mundo de identidades combinatorias y estimaciones. Según Vladimir Arnold, la matemática es sólo «la parte de la física en la que los experimentos son baratos». No hace falta laboratorio, ni siquiera una biblioteca, ¡sólo la mente y su contenido!

Capítulo 4
Adicción a las matemáticas: La lógica llevada hasta sus últimas consecuencias

Contenido:

A veces se plantea una pregunta: para ser un gran matemático, ¿ayuda estar loco? La respuesta, sencilla y clara, es no, por supuesto que no. Cuando uno trabaja en algún departamento universitario de matemáticas, o asiste a las reuniones de la American Mathematical Society, no puede evitar observar la normalidad generalizada. Aun así, los matemáticos, si los comparamos con, por poner un ejemplo, los químicos o los geólogos, o incluso con los profesores de inglés, tienen algo diferente. Es posible estar «loco», es decir, ser escandalosamente excéntrico, peculiar, incluso antisocial, y seguir ocupando un puesto de catedrático de matemáticas, incluso también, quizá, de matemático industrial en determinadas organizaciones. Si eres realmente bueno para resolver problemas difíciles y puedes comunicarte con los otros seres humanos lo suficientemente bien como para convencerles de lo que has hecho, entonces en muchas universidades a nadie le importará demasiado que trabajes toda la noche y duermas hasta el mediodía o que no te preocupe demasiado ir bien peinado o llevar los cordones de los zapatos atados. En las reuniones de matemáticos puede detectarse una cierta informalidad o «un cierto desaliño» que no se vería en una convención de neurocirujanos o de ingenieros químicos. En la comunidad de matemáticos, los estándares de conformismo y de convencionalismo son más liberales y tolerantes que en muchas otras comunidades académicas o profesionales.

Por supuesto, puede darse el caso de que un matemático padezca realmente una enfermedad mental. El libro de Silvia Nasar, *Una mente prodigiosa*, hizo famoso el caso de John Nash, que incluso llegó a convertirse en una película de Hollywood. Tras una brillante carrera en sus primeros años, una esquizofrenia paranoide dejó incapacitado a Nash, aunque al final lograría recuperarse, a tiempo para recibir el premio Nobel. Sería muy complicado separar la relación, si es que existió, entre su genio matemático y su locura.

Como mencionamos en el capítulo 3, algunos matemáticos sometidos a una extrema tensión han descubierto que su disciplina les proporcionaba consuelo y alivio. Otros, que carecían de sentido del equilibrio, al hacer de las matemáticas el centro único de su vida, la han puesto en peligro. Según parece, para algunos matemáticos, las matemáticas pueden ser una adicción destructiva. En algunos casos, sus delirios tenían un estilo y un sabor matemáticos.

Nuestro primer ejemplo es sin duda alguna el más importante y ocupa más o menos la mitad de este capítulo. Alexandre Grothendieck fue uno de los matemáticos más destacados de su tiempo, famoso sobre todo por volver a crear y transformar por completo la geometría algebraica. La historia de su vida es realmente fascinante y asombrosa, y nos obliga a hacernos algunas preguntas, no sólo sobre la naturaleza potencialmente adictiva de las matemáticas, sino también sobre la destrucción psicológica que resultó de las cataclísmicas guerras y de las persecuciones en la Europa del siglo XX. A diferencia de la mayor parte de los matemáticos, Grothendieck escribió largo y tendido sobre sus emociones. Es posible que esta aparente necesidad de compartir sus sentimientos y su experiencia, y de describir las fuentes de sus descubrimientos y la dirección que éstos tomaban se deba a su infancia solitaria.

Tras describir los logros de Grothendieck y su descenso al mundo de los delirios solitarios, presentamos otros cinco casos de matemáticos afectados por auténtica demencia criminal o suicida y que en ocasiones justificaron sus acciones violentas sosteniendo que eran «lógicas». Por supuesto, ninguno de los otros matemáticos cuya vida tratamos en este capítulo pueden compararse a Grothendieck en cuanto a talento, ni tampoco como creadores de grandes matemáticas. La lección a extraer es que a las mentes vulnerables, en circunstancias desfavorables, las matemáticas les pueden sin duda resultar peligrosas.

Pasamos ahora a explicar la increíble historia de la vida de Alexandre Grothendieck, desde sus antepasados rebeldes y revolucionarios hasta su trágico distanciamiento final de la comunidad matemática. En la actualidad, Alexandre Grothendieck es un ermitaño pacifista que vive en algún lugar secreto de un remoto pueblo de los Pirineos. Entre los años 1950 y 1970, Grothendieck le dio una nueva forma al análisis funcional y a la geometría algebraica. En 1970 empezó su retirada de las instituciones más famosas del mundo matemático, declarándolas corruptas y viciosas, aunque continuara creando matemáticas durante otros diecisiete años[158]. Comprender las creaciones de Grothendieck exige una gran preparación en geometría algebraica y teoría de categorías. Tan sólo podemos ofrecer una interpretación parcial e incompleta, y nos ayudamos para ello de su famoso, o infame, trabajo no publicado de mil páginas titulado *Récoltes et Sémailles*, en la traducción parcial al inglés realizada por Roy Lisker[159], y en la que combina reflexiones personales y matemáticas. En palabras de Allyn Jackson, se trata «de un trabajo denso y en numerosos niveles que deja ver cómo una gran mente, en ocasiones aterradora, lleva a cabo la difícil tarea de intentar comprenderse a sí misma y al mundo... a menudo logra describir cosas que a primera vista podrían parecer bastante indescriptibles»[160]. La brillante biografía y homenaje de Jackson, y el material de Leila Schneps y

[158] Schnepps, L. (2008). «Grothendieck-Serre Correspondence», reseña de libro. *Mathematical Intelligencer* 30 (1), pp. 66-68.

[159] Roy Lisker tradujo al inglés las 100 primeras páginas de *Récoltes et Sémailles* y las publicó en su revista *Ferment*.

[160] Ibíd.

del círculo Grothendieck han contribuido a nuestra propia presentación.

§. Los primeros años

El padre de Alexandre Grothendieck, Alexander (Sascha) Schapiro, hijo de padres judíos jasídicos, nació en Novozybkov, una pequeña población situada en lo que ahora es la frontera entre Rusia, Ucrania y Bielorrusia alrededor del año 1890. A los diecisiete años fue detenido por unirse a la malograda revolución rusa de 1905, pero su juventud le libró de ser condenado a muerte. Pasó diez años en una prisión en Siberia de donde se escapó y fue capturado de nuevo varias veces, y perdió un brazo al intentar suicidarse para evitar que le capturara la policía. Poco tiempo después de su liberación en el año 1917, se alzó como líder de los socialistas revolucionarios de izquierdas, un partido que Lenin ilegalizaría poco tiempo después. A continuación, participó en diversas revoluciones europeas fracasadas. Durante la década de 1920 participó en los enfrentamientos armados de los partidos izquierdistas que se oponían a Hitler y a los nazis en Alemania, mientras se ganaba la vida como fotógrafo callejero. En Berlín conoció a Hanka (Johanna Grothendieck), que había huido de su burguesa familia luterana de Hamburgo y se había unido a la vanguardia radical. El 28 de marzo de 1928, Hanka tuvo un hijo, Alexandre.

Cuando Hitler se hizo con el poder en el año 1933, Sascha huyó a París, y Hanka le siguió poco tiempo después, dejando a su hijo de cinco años, Alexander, oculto cerca de Hamburgo en una escuela privada libertaria dirigida por un idealista cristiano, Wilhelm Heydorn. Dagmar, la esposa de Heydorn, recordaría más tarde al joven Alexandre como un chico muy libre, completamente honesto y carente de cualquier inhibición. Como Alexandre recordaba en *Récoltes et Sémailles*,

> *de niño me encantaba ir a la escuela, no recuerdo nunca aburrirme en el colegio, donde los números, las palabras, los signos y los sonidos tenían una cierta magia. También la rima tenía magia, parecía tener un misterio que iba más allá de las palabras... pasé una temporada en la que siempre hablaba en rima... no era algo que se pudiera considerar precisamente «brillante». Cualquier cosa que me interesara me absorbía por completo en detrimento de cualquier otra, y no me preocupaba si el profesor lo valoraba o no.*

La repentina separación de sus padres le resultó muy traumática. Estuvieron separados seis años. En 1939 la guerra era inminente, la presión política iba en aumento y los Heydorn ya no podían mantener a los niños que tenían en acogida. Grothendieck era un caso especialmente difícil puesto que su físico judío le delataba. Dagmar, por medio del consulado francés en Hamburgo, logró comunicarse con Shapiro, que se encontraba en París, y con Hanka, en Nimes, y en mayo de 1939, Alexandre, de once años, fue embarcado en un tren que viajaba de Hamburgo a París.

En 1936, Sascha y Hanka habían ido a España durante la guerra civil, donde Sascha había combatido contra los fascistas de Franco en las filas de las milicias anarquistas. Tras la derrota, Sascha y otros combatientes del bando republicano huyeron a Francia. En 1939, Alexander pasó un breve tiempo con sus padres antes de que su padre fuera detenido y encarcelado en Le Vernet, el peor de los campos de concentración franceses. En octubre de 1940, después de la capitulación de Francia ante Hitler, el gobierno de Vichy envió a Shapiro y a otros a ser exterminados en Auschwitz. Alexander y su madre se quedaron e intentaron sobrevivir del mejor modo posible.

En sus memorias, Grothendieck escribió:

> *Durante mi primer año de escuela en Francia, en 1940, estaba internado con mi madre en un campo de concentración en Rieucros, cerca de Mende. [Durante su estancia en este campo, Hanka contrajo tuberculosis, que seguiría padeciendo hasta su muerte en 1957]. Eran tiempos de guerra, y éramos extranjeros, «indeseables», en sus propias palabras. Sin embargo, cuando se trataba de niños, indeseables o no, los administradores del campo miraban hacia otro lado... yo era el mayor y el único matriculado en la escuela, que estaba a cuatro o cinco kilómetros de distancia y a la que acudía lloviera, nevara o hiciera viento, con zapatos si tenía la suerte de encontrarlos, que se llenaban de agua... Durante los últimos años de la guerra, mientras mi madre permanecía recluida, fui internado en un orfanato gestionado por el Secours Suisse en Chambon sur Lignon. La mayoría de nosotros éramos judíos, y cuando (la policía local) nos avisaba que la Gestapo estaba haciendo una redada, nos íbamos todos al bosque a ocultarnos durante una o dos noches... En esta región de*

Cévennes abundaban los judíos ocultos, y que tantos sobrevivieran se debe a la solidaridad de la población local[161]

En la escuela Cévenol recuerdan a Alexandre como un chico muy inteligente y siempre sumido en sus pensamientos, leyendo y escribiendo. Era un jugador de ajedrez feroz, ruidoso, nervioso y brusco. En sus memorias, recuerda que devoraba los libros de texto tan pronto como le llegaban a las manos, esperando poder aprender alguna cosa realmente interesante en el curso que tenía por delante. Escribe:

... todavía puedo recordar, «el primer ensayo de matemáticas». El profesor me puso una mala nota. Tenía que hacer una demostración de «tres casos en los que los triángulos fueran congruentes»... mi demostración no era la oficial que aparecía en el libro de texto que el profesor seguía religiosamente. En cualquier caso, yo ya sabía que mi demostración no era ni más ni menos convincente que la del libro, y que estaba de acuerdo con el espíritu tradicional de «deslizar esta figura sobre aquella otra». Era evidente que este hombre era incapaz, o no quería, pensar por sí mismo en lo referente a juzgar el valor de una línea de razonamiento[162].

Una vez terminada la guerra en mayo de 1945, Alexandre y su madre se instalaron a vivir en las afueras de Montpellier. Allí,

---

[161] Ibíd.
[162] Ibíd.

Grothendieck estudió en la universidad, que le ofreció poca cosa, aparte de tiempo durante el cual desarrolló algunas de sus propias ideas y, sin saberlo, redescubrió algunas matemáticas clásicas. En otoño de 1948 se trasladó a París llevando consigo una carta de recomendación de su profesor de cálculo en Montpellier dirigida a Henri Cartan. El seminario de Cartan atraía a los jóvenes matemáticos más brillantes y agresivos, licenciados y graduados de la elitista École Normale Supérieure. Aunque Grothendieck era un extranjero desconocido y un recién llegado de provincias, reconocieron su talento y le aceptaron entre ellos. De hecho, varios de los jóvenes que conoció en aquel momento se convertirían más tarde en colaboradores suyos. No obstante, y a la vista de las deficiencias de su preparación en Montpellier, parecía que le iría mejor en un entorno de menor presión; así, le aconsejaron irse a Nancy para estudiar con Laurent Schwartz. A Laurent Schwartz, que trabajaba en un entorno académico en cierto modo aislado, «le había llegado a Nancy el regalo más fantástico, en la persona de Alexandre Grothendieck»[163].

Schwartz y su esposa Hélène le dieron a su nuevo colega, un joven que con demasiada frecuencia había vivido como un extraño, una nueva sensación de pertenencia que en muy pocas ocasiones había experimentado antes. Los Schwartz eran una pareja muy afectuosa cuyos intereses iban más allá de las matemáticas. Aquí hacemos un paréntesis para insertar la historia política de Schwartz. Durante su juventud, Schwartz había sido un trotskista activo. En 1943 se vio

[163] Schwartz (2001).

obligado a ocultarse a causa de su condición de judío y de trotskista: «la vida se había convertido en una constante serie de peligros. Teníamos que mantener los ojos abiertos y permanecer lúcidos. Por esta razón, durante ese período, decidí abandonar y mantenerme alejado de la investigación matemática, una distracción que podría haberme llevado a relajar mi vigilancia». Durante el resto de su vida, Schwartz fue un destacado activista a favor de los derechos humanos. Se opuso a las guerras coloniales de Francia en Argelia y en Indochina, y también a la represión estalinista y fascista. En venganza por su oposición a la guerra en Argelia, el edificio de apartamentos en el que vivía fue objeto de un atentado con bomba de un grupo clandestino favorable a la guerra, la Organisation de l'Armée Secrète (OAS[164]).

Como discípulo de Schwartz, Grothendieck escribió una disertación de unas trescientas páginas que contenía una extensa generalización y abstracción de la famosa teoría de las distribuciones de Schwartz. Schwartz la calificó de «una obra maestra de inmenso valor». Grothendieck escribió: «fue difícil, pasé seis meses enteros dedicado a este trabajo a tiempo completo. ¡Vaya un trabajo, pero vaya un placer!»[165]. En las escuelas dominadas por Bourbaki, este trabajo dio lugar a una importante transformación del análisis funcional, aunque los especialistas en centros más orientados a las matemáticas aplicadas, como el Instituto Courant, siguieron concentrándose en los más tradicionales espacios de

[164]] Ibíd.
[165] Ibíd.

Banach y de Hilbert. No obstante, Grothendieck no podía ser contratado en una universidad francesa porque no tenía la ciudadanía y porque, por una cuestión de principios, se negaba a solicitarla. Pasó unos cuantos años en París como becario posdoctoral. Después, enseñó en São Paulo, Brasil, y pasó parte de 1955 en Estados Unidos, en Kansas y en Chicago. Después, regresó a Francia, becado pero sin tener un trabajo estable. Fue entonces cuando sus intereses matemáticos cambiaron y dejó el análisis para dedicarse a la geometría. Escribió: «fue como si hubiera escapado de las áridas y duras estepas y me encontrara de repente transportado a una especie de “tierra prometida” de riqueza superabundante que se multiplicaba hasta el infinito dondequiera que pusiera mi mano, ya fuera para buscar o para recolectar...»[166].

En el año 1957, se establecía, primero en París y después en una colina en el campo al suroeste de París, el Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES), la contrapartida francesa del Institute of Advanced Studies de Princeton, y Grothendieck y Jean Dieudonné se incorporaron al profesorado de matemáticas. El IHES no es una institución oficial del gobierno francés, por lo que no constituía ningún obstáculo que Grothendieck no tuviera la nacionalidad.

Su madre Hanka llevaba varios años sin apenas levantarse de la cama, enferma de tuberculosis y sumida en una profunda depresión. Ella y Alexandre se habían hecho inseparables, y en los escritos personales de Alexandre, la imagen de su madre aparece

---

[166] Grothendieck, A. *Récoltes et Sémailles*, manuscrito no publicado, «promenade» #9.

repetidamente como la fuente de vida y creatividad. En sus últimos años, Hanka estaba tan amargada que le hizo la vida muy difícil a Alexandre. Una amiga íntima de Hanka, de nombre Mireille, algunos años mayor que Alexandre, le ayudó a ocuparse de ella durante los últimos meses de su vida. Mireille, fascinada por la poderosa personalidad de Alexandre, se enamoró de él. Hanka murió en diciembre de 1957, y su muerte entristeció tanto a Grothendieck, que abandonó las matemáticas durante algunos meses, tras los cuales, regresó a la investigación matemática y se casó con Mireille.

En 1958, Oscar Zariski invitó a Grothendieck a visitarle a Harvard, pero, para conseguir un visado que le permitiera entrar en Estados Unidos, tenía que firmar un juramento en el que prometía no intentar derrocar al gobierno de Estados Unidos. Grothendieck se negó a firmar ese documento. Zariski le escribió advirtiéndole que sus opiniones políticas podían llevarle a la cárcel, a lo que Grothendieck respondió que eso no era ningún problema mientras pudiera tener libros y recibir las visitas de sus alumnos. En febrero de 1959, Mireille le dio a Grothendieck su primer hijo, Johanna.

En marzo de 1959, Grothendieck empezó a impartir seminarios de geometría algebraica en el IHES. En colaboración con Jean-Paul Serre, con quien compartía muchas de sus ideas emergentes, tanto por correspondencia como en persona, empezó a desarrollar ideas importadas por Jean Leray y André Weil. Se dice que durante diez años trabajó doce horas al día y trescientos sesenta y cinco días al año. En su despacho en el IHES colgaba un retrato de su padre, Sascha Schapiro, la única decoración. En 1961, Grothendieck, acompañado por su esposa Mireille, visitó por fin Harvard, y en julio nacía un hijo que recibió el nombre de Alexander y al que llamaron Sasha en honor del padre de Alexandre.

Durante estos años de profunda inmersión en las matemáticas, Grothendieck no prestó demasiada atención al mundo exterior y a su política. En muy pocas ocasiones leía los periódicos. Ahora bien, tras el estallido del alzamiento argelino contra Francia, Grothendieck cambió. El 5 de octubre de 1961, el gobierno ordenaba el toque de queda para los musulmanes franceses de origen argelino. El 17 de octubre, miles de argelinos se echaron a la calle en París para protestar, unas protestas que acabaron en una masacre de la policía, que dejó aquel día decenas de cuerpos ensangrentados amontonados en las calles o flotando Sena abajo.

Durante la guerra contra Argelia, Grothendieck se negó a exigir la exención especial del servicio militar para los estudiantes de matemáticas. En lugar de ello, le escribió a Serre, «cuantas más personas hayan que, por cualquier medio que sea, objeción de conciencia, deserción, fraude o incluso enchufe, consigan librarse de esta idiotez, mejor»[167].

En 1965 nacía el tercer hijo de Mireille y Alexandre, Mathieu. Durante este período, Mireille describe a su marido trabajando toda la noche a la luz de la lámpara de su escritorio. Ella dormía en el sofá del estudio, junto a él. A veces, Mireille se despertaba y le veía

[167] Grothendieck, A., Colmez, P. (ed)., y Serre, J.P. (2001). *Grothendieck-Serre correspondence.* París: Société Mathématique Française. Edición bilingüe. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2004.

golpearse la cabeza con la palma de la mano, intentando así que sus ideas le salieran más rápido.

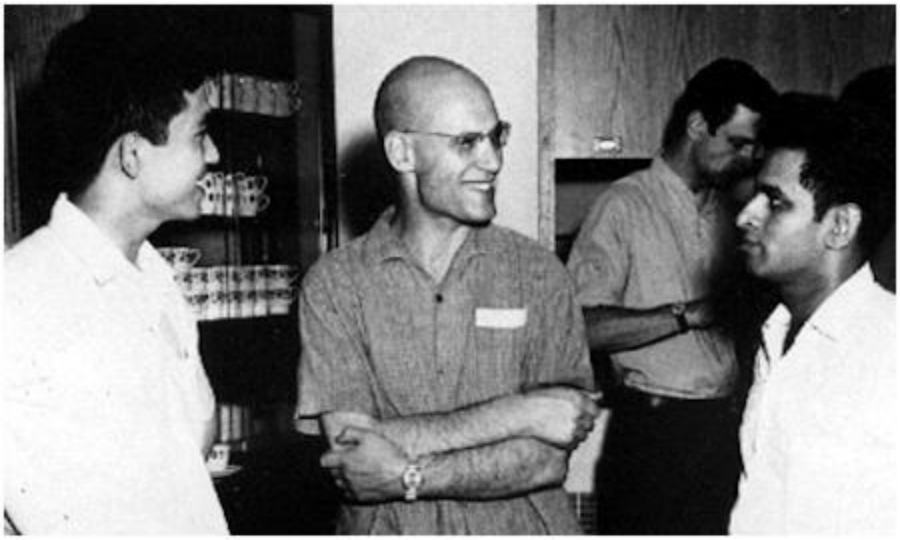

Figura 4.1. Alexandre Grothendieck (centro) entre sus colegas. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Grothendieck no dejaba de proponer nuevas ideas y Dieudonné mantenía su ritmo como su escribiente. Grothendieck fue autor o coautor de alrededor de treinta volúmenes de la serie azul del IHES, la mayor parte de los cuales tienen más de ciento cincuenta páginas. Las obras *Éléments de Géométrie Algébrique* (EGA), redactada en colaboración con Jean Dieudonné, y *Séminaire de Géométrie Algébrique* (SGA), suman alrededor de unas diez mil páginas. Sus otros trabajos también suman alrededor de un par de miles de páginas más. Son una cantidad excesiva de páginas para que Grothendieck pudiera escribirlas solo, así que contó con la colaboración de un gran grupo de estudiantes y colegas más o menos capaces y voluntariosos. Reinaba la sensación de que se estaba llevando a cabo una revolución, puesto que las ideas de Grothendieck transformaron la geometría algebraica y la convirtieron en uno de los campos más abstractos y técnicos de las matemáticas.

§. Las teorías de Grothendieck

En los párrafos que siguen intentaremos dar una idea del trabajo de Grothendieck de un modo que resulte accesible al lector no matemático y curioso, y para ello, citaremos profusamente de *Récoltes et Sémailles*. Algunas de estas citas son vagas y difíciles de entender con precisión, pero ¡son las propias palabras de Grothendieck! No hemos visto publicada en ningún otro lugar ninguna crónica de estas ideas destinada al lector profano. Algunos lectores tal vez deseen saltarse la lectura de estos párrafos.

Para empezar a captar un poco del sabor de las matemáticas de Grothendieck, considere primero el lector, ¿por qué necesitamos los matemáticos los números negativos? Pues porque queríamos ser capaces de sustraer cualquier número entero de otro número entero sin que importe cuál de ellos es mayor. Después, necesitábamos números complejos porque las soluciones de las ecuaciones cuadráticas y cúbicas no pueden ser comprendidas en su totalidad en el marco del dominio de los números reales. Lo siguiente que necesitamos fueron unas cosas llamadas cuaterniones (o vectores) para poder utilizar métodos algebraicos en un espacio tridimensional. En cada fase, se fueron creando nuevos tipos de números para poder resolver problemas más difíciles.

De modo similar, tres audaces conjeturas de André Weil exigían la creación de nuevos tipos de geometría. Grothendieck escribió:

> *Estas conjeturas, absolutamente asombrosas, permitían imaginar, en el caso de las nuevas variedades discretas (o «espacios»), la posibilidad de determinados tipos de construcciones y argumentos que hasta aquel momento no parecían ser concebibles fuera del marco de los únicos «espacios» que se consideraban merecedores de la atención de los analistas; es decir, lo que se había dado en llamar espacios «topológicos» (en los que es aplicable la noción de variación continua). Podría afirmarse que esta nueva geometría es, por encima de todo, una síntesis de la unión de estos dos mundos, que, aunque fueran contiguos y mostraran una íntima solidaridad, se consideraban separados: el mundo aritmético, a partir del cual uno encuentra lo que llamamos «espacios» sin continuidad, y el mundo de las magnitudes continuas, «espacio» en el sentido convencional de la palabra. Según esta nueva visión, estos dos mundos, antes separados, forman una única unidad. La visión embrionaria de esta geometría aritmética (éste es el nombre que propongo para designar esta nueva geometría) puede encontrarse en las conjeturas de Weil. En el transcurso del desarrollo de algunas de mis principales ideas, estas conjeturas constituyeron mi principal fuente de inspiración, entre los años 1958 y 1969*[168].

---

[168] Ibíd., promenade #11.

Las conjeturas de Weil eran muy precisas y muy específicas, y Weil podía demostrarlas en determinados casos especiales e importantes. Sin embargo, en general, presentaban una enorme dificultad porque no podía precisarse su significado sin desarrollar toda una nueva teoría que no existía. Una de las conjeturas de Weil proponía que un tipo de álgebra que había sido inventada para el estudio de las funciones continuas podía encontrar el número de soluciones de una ecuación diofántica, una ecuación cuyas soluciones han de ser números enteros. Por una parte, la información deseada, el número de soluciones a una ecuación diofántica, pertenecía al reino de lo discreto, los números enteros, y por la otra, la solución propuesta, los «números Betti», era parte de la teoría homológica, lo que sólo tenía sentido en el contexto de variedades continuas (esferas, toros y sus análogos de dimensiones superiores). Faltaba algo muy grande, una teoría general que pudiera unificar lo discreto y lo continuo, que pudiera hacer que la maquinaria de la homología y de la cohomología, eficaz y poderosa en topología, fuera válida también en el remoto reino de los números enteros.

La teoría que faltaba exigía generalizar el concepto geométrico de un espacio. En matemáticas se consideran muchos espacios: euclidiano y no euclidiano, el plano proyectivo al que se adjunta una línea al infinito, variedades curvadas diferenciables y no diferenciables, espacio-tiempo de Einstein-Minkowski, nudos y trenzas, pretzels y multipretzels, incluso los espacios de infinitas dimensiones utilizados en mecánica cuántica. Todos ellos pueden verse como un conjunto de puntos sometidos a condiciones y restricciones de un tipo u otro. Sin embargo, Grothendieck fue más allá, a espacios sin puntos. ¿Qué sentido tiene hablar de espacios sin puntos?

El truco consiste en «algebraizarlo» todo. Éste es nuestro propio ejemplo (mucho más sencillo, por supuesto, que los de Grothendieck). A partir del álgebra pura, uno puede crear un espacio geométrico conocido, el plano complejo (el conjunto bidimensional de puntos representado por los números complejos del tipo $a + bi$). Empecemos por el conjunto de todos los polinomios cuadráticos, $ax^2 + bx + c$, donde a, b y c son números reales arbitrarios. Este conjunto de polinomios es un conjunto cerrado en el caso de la suma y de la multiplicación por números reales. Este tipo de estructura algebraica se denomina «anillo». A continuación aceptamos lo siguiente: si dos de estos polinomios difieren por un múltiplo del polinomio especial (x^2+1), los consideraremos «equivalentes». En otras palabras, ¡decidimos tratar a (x^2+1) como cero! El conjunto de todos los múltiplos escalares de (x^2+1) se denomina «ideal», y existe una razón para ello. Por esta relación de equivalencia, el anillo de todos los polinomios en x se descompone en subconjuntos. Cada subconjunto lo componen polinomios equivalentes entre sí, lo que significa que los polinomios en cada subconjunto difieren por un múltiplo de (x^2+1). Así, parece que existe un modo natural y conveniente de sumar estas clases de equivalencias y de multiplicarlas las unas por las otras. De hecho, esta estructura algebraica de clases de equivalencia y los números complejos, ¡son isomorfos!

¿De dónde procede *i*, la raíz cuadrada de –1? Si reflexionamos un momento, veremos que si (x^2+1) es equivalente a 0, entonces x^2 es equivalente a –1, y así, la clase de equivalencia de {x} funciona como *i*, la raíz cuadrada de –1. Por lo tanto, en lugar de definir números complejos como puntos en el plano dotados de determinadas propiedades aditivas y multiplicativas, partimos de un álgebra de polinomios y conseguimos al final construir el espacio de números complejos del álgebra de polinomios. Por lo tanto, un anillo de polinomios que contenga una cierta relación de equivalencia definida, ¡resulta ser un espacio!

En este ejemplo, estamos trabajando con un anillo muy específico, los polinomios reales en *x*. En contextos más generales, entre ellos los problemas de teoría de números asociados a las ecuaciones diofánticas, volvemos a encontrar la estructura algebraica, con operaciones de suma y de multiplicación, denominada anillo. La idea de Grothendieck, a grandes rasgos, consistía en imponer a cualquier tipo de anillo una superestructura construida para tener las propiedades axiomáticas de lo que solemos denominar un espacio.

Una de las herramientas principales más habituales en geometría algebraica y topología era el «haz» inventado por Jean Leray. Un círculo con una línea tangente adjunta en cada punto es un ejemplo elemental de un haz. El siguiente ejemplo es cualquier superficie lisa en un espacio de tres dimensiones con el plano de la tangente variable adjunto en cada punto. Un tercer ejemplo es la misma superficie lisa pero con la línea perpendicular a la tangente adjunta a cada punto. De hecho, podemos tomar cualquier variedad (como por ejemplo una esfera de dimensiones superiores, un toro o un multitoro) y a cada punto adjuntarle un plano, un hiperplano, o alguna otra estructura algebraica.

Grothendieck tuvo la audacia de considerar, con cada objeto geométrico, por ejemplo, una variedad, en términos generales, el conjunto de todos los objetos algebraicos adjuntos posibles, incluyendo líneas o planos. Definió axiomáticamente estas enormes estructuras y las llamó «esquemas» o «topos». A continuación, demostró cómo hacer matemáticas, es decir, demostrar teoremas, sobre ellos, y lo hizo posible utilizando métodos de una nueva y super abstracta rama de las matemáticas llamada «teoría de las categorías», que había sido desarrollada en el reciente pasado por Samuel Eilenberg, Saunders MacLane, y Henri Cartan, entre otros. En la teoría de las categorías, no partimos de conjuntos, sino de funciones («flechas») que conectan objetos no definidos. Los topos de Grothendieck, por lo tanto, están definidos axiomáticamente para ser como espacios con todas las posibles estructuras de haz. No tienen puntos. Lo que tienen es «cohomología», una determinada estructura algebraica que funciona para clasificar los espacios topológicos.

Grothendieck creía que un teorema tenía que ser correcto y exacto en todos los detalles. Así es como él describía su propio método de trabajo:

> *La primera analogía que me vino a la mente es la de sumergir una nuez en algún líquido ablandador, ¿y por qué no sencillamente*

agua? De vez en cuando frotamos la nuez para facilitar la penetración del líquido, o si no, dejamos pasar el tiempo. Con el paso del tiempo, semanas y meses, la cáscara se hace más flexible y, cuando llega el momento oportuno, basta con la presión de la mano; ¡la cáscara se abre igual que un aguacate perfectamente maduro!

Grothendieck escribió:

las dos poderosas ideas que mejor podrían contribuir a dar inicio y a desarrollar la nueva geometría son los esquemas y los topos. El concepto mismo de esquema es de una sencillez infantil, es tan sencillo, tan humilde, de hecho, que nadie antes que yo se atrevió a tomarlo en serio[169].

Grothendieck piensa en los haces como:

diversos «pesos y medidas» [que] han sido diseñados para aplicarse a una función general, buena o mala, la función de adjuntar «medidas» (llamadas «invariantes topológicas») a esos espacios desparramados por ahí que parecen resistirse, igual que brumas esquivas, a cualquier tipo de metrización... una de las más antiguas y más fundamentales de estas invariantes, introducida en el siglo pasado (por Betti, el matemático italiano), está formada a partir de los varios «grupos» (o «espacios») que se conocen como la «cohomología» asociada a dicho espacio... fueron los números de Betti los que figuraron («entre líneas» naturalmente) en las

[169] Ibíd., promenade #13.

conjeturas de Weil, y ellos la «razón» fundamental «de su existencia» y los que les dan sentido. Sin embargo, la posibilidad de asociar estas variantes con las variedades algebraicas «abstractas» que entran en estas conjeturas... esto era algo que sólo podíamos esperar.

También escribiría:

El punto de vista y el lenguaje introducidos por el uso de los conceptos de haces de Leray nos indujo a observar los «espacios» y «variedades» bajo una nueva luz. El «nuevo principio» que necesitaba ser descubierto era la idea del topos, una idea que engloba, en una única intuición topológica, tanto los espacios topológicos tradicionales que encarnan el mundo del tamaño continuo, como los llamados «espacios» (o «variedades») de los impenitentes geómetras algebristas abstractos, además de un gran número de otros tipos de estructuras que hasta aquel momento habían parecido pertenecer irrevocablemente al «mundo aritmético» de los agregados discontinuos o «discretos». Considere el lector el conjunto formado por todos los haces sobre un espacio topológico dado, o, si lo prefiere, el formidable arsenal de todas las «reglas» que pueden ser utilizadas para tomarle medidas... trataremos ese «conjunto» o «arsenal» como si estuviera equipado de su estructura más «evidente», que aflora ante nuestros propios ojos, es decir, una estructura categórica. Ocurre que funciona como una especie de «superestructura de medición», denominada «categoría de haces» (sobre el espacio dado) y que podemos «reconstituir», en todos los *respectos, el espacio topológico por medio de la «categoría de haces» asociada (o arsenal de instrumentos de medición)... la idea del topos tenía todo lo que uno podía esperar para desconcertar, principalmente a causa de su naturalidad y de su simplicidad... a través de esa cualidad especial que tan a menudo nos hace exclamar: «¡ah!, así que no era más que eso» en un tono en el que se mezclan la decepción y la envidia, esa alusión a lo «extravagante», lo «frívolo», que solemos reservar para todo aquello que desconcierta a causa de su imprevista y excesiva simplicidad, para aquello que nos incita a recordar, tal vez, aquellos largos días de nuestra infancia olvidados desde hace tiempo*[170].

§. Los últimos años de Grothendieck

En este punto, regresamos a la historia cronológica de la vida de Grothendieck. En 1966, el Congreso Internacional de Matemáticos reunido en Moscú decidió concederle la medalla Fields, el galardón internacional más importante de la investigación matemática. Grothendieck se negó a asistir a la ceremonia de entrega y recoger el premio en protesta por las políticas represivas del régimen soviético.

Se dice que en 1970, a la edad de cuarenta y dos años, en la cumbre de su fama internacional y de su capacidad creativa, Grothendieck se enteró de que el 5 por 100 del presupuesto del IHES, el instituto en el que trabajaba, procedía de los militares franceses. Exigió que el dinero militar fuera rechazado y la administración del IHES, al principio, prometió hacerlo, pero

[170] Ibíd., promenade#13.

después aceptó el dinero de todos modos. Grothendieck abandonó entonces el instituto para no regresar nunca más.

Lo que se ha dado en llamar «el período productivo» de mi actividad matemática, es decir, el período del que dan fe los artículos publicados según las normas establecidas, abarca el período entre 1950 y 1979, es decir, treinta años. Y, a lo largo de un período de veinticinco años, entre 1945 (cuando yo tenía diecisiete años) y 1969 (cuando me acercaba a los cuarenta y dos años) dediqué prácticamente toda mi energía a la investigación matemática. Una inversión exorbitante, sin duda alguna. El precio a pagar fue un largo período de estancamiento espiritual, una progresiva opacidad a la que me refiero en más de una ocasión en las páginas de Récoltes et Sémailles... la mayor parte de mi energía estaba dedicada a lo que uno podría describir como trabajo detallista: el minucioso trabajo de dar forma, ensamblar y hacer que las cosas funcionaran, todo lo que era esencial para la construcción de todas las habitaciones de las casas que alguna voz interior (¿tal vez un demonio?) me exhortaba a construir...

Al evaluar su propia contribución a las matemáticas del siglo XX, Grothendieck describe el ritmo febril al que trabajaba y su convicción, en la que muchos otros coincidían, de que había creado una nueva estructura de ideas, en especial en la geometría algebraica:

En muy pocas ocasiones tuve tiempo para escribir en negro sobre blanco, ni siquiera a grandes rasgos, el plan maestro que a todos *(como se hizo muy claro más tarde), salvo a mí mismo, les era invisible y que, a lo largo de los días, meses y años, guiaba mi mano con la seguridad de un sonámbulo... cientos, si es que no fueron miles, de conceptos originales que han pasado a formar parte del patrimonio común de las matemáticas, conservando incluso los propios nombres que les di cuando fueron postulados. Creo haber sido la persona que ha introducido en nuestra ciencia la mayor cantidad de nuevos conceptos en toda la historia de las matemáticas... La parte de mi programa sobre el tema esquemático y sus prolongaciones y ramificaciones, que había logrado completar en el momento de mi marcha, representa por sí solo el mayor trabajo sobre los fundamentos de las matemáticas nunca realizado en toda la historia de las matemáticas, y, sin duda, uno de los trabajos de mayor envergadura de toda la historia de la ciencia*[171].

En 1975, tras la retirada de Grothendieck del mundo de las matemáticas, Pierre Deligne, uno de sus discípulos, demostraba por fin la última conjetura de Weil. Su demostración constituía la continuación del trabajo de Grothendieck, pero Deligne utilizaba un resultado de las matemáticas clásicas del que seguramente Grothendieck no quería saber nada. Grothendieck expresó su profunda desaprobación. El método de Deligne para terminar la demostración no seguía el plan, más grandioso y más difícil, de Grothendieck.

[171] Ibíd., promenade#7.

Durante unos pocos años, Grothendieck se dedicó con fervor a la causa del medio ambiente. Con la colaboración de dos colegas suyos matemáticos, Pierre Samuel y Claude Chevalley, fundó una organización de defensa del entorno ecológico, *Vivre et Survivre*. Pierre Cartier, miembro de Bourbaki, compartía las preocupaciones medioambientales de Grothendieck, pero se quejó de que Grothendieck hablaba de política cuando se le invitaba a dar una conferencia sobre matemáticas, provocando la irritación de todos los que acudían a escucharle, aun cuando estuvieran de acuerdo con su política. En el congreso internacional de matemáticos de Niza de 1970, Grothendieck distribuyó panfletos e intentó montar una mesa para *Vivre et Survivre*. Su antiguo amigo y colaborador, Jean Dieudonné, en aquel momento uno de los decanos en la Universidad de Niza y uno de los organizadores del congreso, prohibió la mesa de Grothendieck, así que Grothendieck instaló su mesa en la calle junto al recinto. El jefe de la policía apareció y le pidió a Grothendieck que trasladara su mesa y la instalara unos pocos metros más allá en la misma acera, pero Grothendieck se negó. «Quería que le encarcelaran», recordaba Cartier, «¡realmente quería que le encarcelaran!». Finalmente la mesa fue trasladada la distancia suficiente para satisfacer a la policía.

Durante este tiempo, Grothendieck ocupó un puesto en el Collège de France en París, y, más tarde, otro en la Universidad de Montpellier, donde él había estudiado. David Ruelle, un destacado físico matemático y colega de Grothendieck en el IHES desde el año 1974, ha escrito hace poco tiempo que

> *el programa de Grothendieck era de una generalidad, magnitud y dificultad abrumadoras. Ahora somos conscientes del enorme alcance de su trabajo, y pensar en la valentía intelectual, en la fuerza necesaria para lograr iniciar este proyecto y hacerlo avanzar nos hace sentirnos humildes. Sabemos que los mayores éxitos matemáticos de finales del siglo XX se fundamentan en la visión de Grothendieck... Nuestra gran pérdida es que no sabemos qué otros nuevos caminos de conocimiento podría haber abierto si no hubiera abandonado las matemáticas, o si las matemáticas no le hubieran abandonado a él*[172].

Y continúa:

> *resulta difícil creer que un matemático del calibre de Grothendieck no pudiera encontrar un puesto académico adecuado en Francia después de su marcha del IHES. Estoy convencido de que si Grothendieck hubiera sido un antiguo alumno de la École Normale y se hubiera integrado en el sistema, se le hubiera podido encontrar una posición a la medida de sus logros matemáticos... Ha ocurrido algo vergonzoso y la eliminación de Grothendieck será siempre un descrédito en la historia de las matemáticas del siglo XX*[173].

En mayo de 1972, en el curso de una visita a la Universidad Rutgers en Nueva Jersey, Grothendieck conoció a una joven

---

[172] Ruelle, D. (2007). *The mathematician's brain.* Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 40.

[173] Ibíd.

estudiante de posgrado de matemáticas llamada Justine (ahora, Justine Bumby). A su regreso a Francia, Justine le acompañó, vivieron juntos dos años y tuvieron un hijo, John, que ahora es matemático. En una ocasión en la que acompañó a Grothendieck a una manifestación pacífica en Aviñón, llegó la policía y cargó contra los manifestantes. Grothendieck se enfadó y dos policías empezaron entonces a importunarle. En una entrevista con Allyn Jackson, Justine explicaba: «Lo siguiente que recuerdo es que los dos policías estaban en el suelo». Grothendieck, que en el pasado había practicado el boxeo, había tumbado él solito a dos agentes de policía. En la comisaría, el jefe de policía manifestó su deseo de evitar problemas entre la policía y los profesores, y Grothendieck y Justine fueron liberados.

Durante un largo tiempo, Grothendieck se mostró muy hospitalario con todo tipo de «hippies» marginales. En 1977, fue procesado y juzgado al amparo de una ley de 1945 que convertía en delito menor reunirse con un extranjero. Fue condenado a seis meses de prisión y a una multa de veinte mil francos (unos 21 euros actuales), y la sentencia fue suspendida.

Siguió escribiendo sobre matemáticas, y haciendo circular sus ideas entre sus conocidos. Su obra de mil páginas *Récoltes et Sémailles* fue redactada entre 1983 y 1988, un texto extraordinario lleno de hermosas imágenes e inspirada retórica. La mayor parte de la obra la dedica a atacar a sus discípulos y seguidores, tanto por no llevar a cabo los proyectos que había dejado para ellos como por utilizar sin ningún reparo fragmentos y trozos de su trabajo para sus propios fines.

En 1988, Suecia le concedió el premio Crafoord, dotado con 160.000dólares, compartido con Pierre Deligne. Grothendieck, sin embargo, rechazó el premio y escribió:

> *El trabajo que ha atraído la benévola atención de la academia data de hace veinticinco años, de una época en la que yo formaba parte de la comunidad científica y en la que compartía, para lo esencial, su espíritu y sus valores. Abandoné aquel entorno en 1970, y aunque sin renunciar por ello a mi pasión por la investigación científica, interiormente, me he alejado cada vez más del entorno científico. No obstante, en las dos décadas transcurridas, la ética de la comunidad científica (al menos entre los matemáticos) se ha degradado hasta un punto tal, que el saqueo descarado entre colegas (sobre todo, a expensas de aquellos que no están en posición de poder defenderse) se ha convertido prácticamente en la norma general, y, en cualquier caso, todos lo toleran incluso en los casos más evidentes y más inicuos... No me cabe ninguna duda de que antes que acabe el siglo, acontecimientos totalmente imprevistos modificarán por completo nuestro concepto de «ciencia», sus objetivos y el espíritu en el que se desarrolla el trabajo científico. Sin duda alguna, la Real Academia formará parte entonces de las instituciones y de las personas que tendrán un papel importante que desempeñar en esta renovación sin*

precedentes, tras un final de la civilización igualmente sin precedentes[174].

A las personas que habían estado más próximas a él les inquietó este críptico anuncio de un apocalipsis, más aún que sus duras críticas al mundo matemático. Entonces, en 1992, desapareció y cortó cualquier contacto conocido con familia y amigos.

El resentimiento de Grothendieck hacia sus colegas y antiguos discípulos resulta sorprendente en un hombre que en otros tiempos había escrito con gran afecto sobre su trabajo en colaboración. Muchas personas trabajaron duro para redactar sus descubrimientos, un hecho que también dice mucho sobre su personalidad, admirada y valorada por sus compañeros y colegas. Sin embargo, el curso que siguió su vida en sus últimos años, incluida su creciente insatisfacción con una existencia restringida a la investigación matemática, invita a la reflexión. Un modo de intentar comprender sus paranoicas acusaciones, y su cada vez mayor alejamiento de su familia y de sus amigos, podría ser el de suponer que su dolor personal y sus luchas internas habían permanecido bajo control mientras dedicó todos los instantes de todos sus días a las matemáticas. Las matemáticas eran su gozo y su consuelo, además de una vía de escape a los trágicos acontecimientos de su infancia. Mientras estuvo comprometido con las matemáticas, participó en un mundo que tenía orden y belleza y

[174] Grothendieck, A. (1989). Carta en la que rechaza el premio Crafoord, *Le Monde*, 4 de mayo de 1988. [También en http://www.lacitoyennete.com/magazine/retro/grothendiecka.php].

que era más predecible que el desarraigo y las pérdidas de sus primeros años. Era un mundo en el que él podía compartir sus pensamientos y sus descubrimientos y poner a trabajar su increíble energía y creatividad.

No obstante, por muy profundamente que se sumergiera en las estructuras matemáticas que había creado, es muy posible que incluso durante sus años más productivos le siguieran persiguiendo los años de la guerra. Al preguntarnos sobre las muchas razones que podría haber tenido Grothendieck para darle la espalda a la vida ordinaria, podemos comprender que buscara la absorción ininterrumpida en las matemáticas. Sin embargo, es posible que esa total absorción resultara en la imposibilidad de mantener un equilibrio más sostenible entre sus intereses diversos, sus amores y los vínculos con su trabajo. Es posible que la combinación de haber sido testigo de la brutalidad de la policía contra los argelinos, y del temor a un desastre medioambiental, resultara en una fractura del mundo abstracto bien delimitado en el que había vivido durante veinte años de forma muy productiva. El modo en el que anhelaba este equilibrio puede percibirse en muchos pasajes de *Récoltes et Sémailles*:

> *En el trabajo de descubrimiento, esta intensa atención, esta ardiente solicitud constituyen una fuerza esencial, igual que lo es el calor del sol para la oscura gestación de las semillas plantadas en la tierra que las hará nacer, y para su sencilla y milagrosa eclosión a la luz del día... He utilizado las imágenes del constructor y del pionero o explorador... En esta impulsión masculina del*

«constructor» que parece empujarme incansablemente hacia nuevas obras, puedo discernir al mismo tiempo la impulsión hogareña de quien se siente profundamente vinculado a su «hogar». Ante todo, es «su» hogar, el de las personas «cercanas» a él; el lugar que alberga una entidad íntima de la que él se siente parte... Y en este impulso de «hacer» casas (de la misma manera que uno «hace» el amor...) hay también, y sobre todo, ternura. También, el impulso de sentir el contacto con estos materiales a los que uno da forma, uno tras otro, con amoroso cuidado, y que uno sólo conoce a través de este amoroso contacto... porque el hogar, ante todo, y en secreto en el interior de cada uno de nosotros, es la madre, lo que nos rodea y nos protege, refugio y alivio al mismo tiempo[175]...

En septiembre de 1995 se anunció (por medio de Roy Lisker) que Jean Malgoire, de la Universidad de Montpellier, había visitado a Grothendieck en un pueblo de los Pirineos. Allí, Grothendieck medita y se sustenta llevando una vida totalmente inofensiva hacia el medio ambiente. En París existe un círculo Grothendieck que reúne, traduce y publica sus escritos, mientras Grothendieck se mantiene totalmente alejado de su anterior vida matemática. Hace poco tiempo exigió que se dejara de trabajar en sus publicaciones.

§. Hacia la locura

Las matemáticas suponen trabajar sólo con papel y lápiz, o tal vez con tiza o con el teclado de un ordenador. Y sin embargo, se ha

[175] Grothendieck (1986), promenade #17.

dicho sabiamente que las matemáticas pueden ser una profesión muy peligrosa, peligrosa especialmente para sus practicantes más vulnerables. Cuando yo (R.H.) era un estudiante de posgrado, asistí a una conferencia sobre aplicaciones contractivas pronunciada por un catedrático de Rutgers llamado Wolodymyr V. Petryshyn. El profesor Petryshyn sería más tarde encarcelado: había asesinado con un martillo a su querida esposa Arcadia Olenska-Petryshyn, artista de cierta fama[176]. Según aquellos que lo conocían, Petryshyn había descubierto un error en su recomendable libro *Generalized Topological Degree and Semilinear Equations*. Sus editores le aseguraron que el problema no era tan grave, pero él, no obstante, sintió que esta omisión de una hipótesis necesaria significaba la deshonra total. Citamos a Felix Browder, que conocía a Petryshyn desde hacía décadas: «Parece como si su perfeccionismo le hubiera conducido a la demencia».

Cuando yo (R.H) llegué a Stanford en 1972 para iniciar un período de formación de dos años, conocí al profesor Karel de Leeuw. Karel observaba sentado mientras yo desembalaba mis libros. Era muy conocido en el departamento por el excepcional interés que mostraba por los estudiantes como seres humanos individuales. Cada año ofrecía una fiesta en su casa para celebrar el fin de curso de su posgrado, pero uno de los estudiantes de matemáticas de Stanford, Ted Streleski, decidió que, en pago a sus diecinueve años de sufrimiento allí sin lograr avanzar ni conseguir un título, era

[176] El *Ukrainian Weekly* informaba el 12 de mayo de 1996 y el 31 de agosto de 1997 de esta inquietante historia, que también está disponible en la web.

«completamente lógico» asesinar a Karel de Leeuw. Le explicó a un periódico que «la universidad de Stanford me robó diecinueve años de mi vida con impunidad, y decidí que no podía dejarlo pasar».

Tal vez parezca algo morboso recordar ese tipo de historias tristes, pero las explicamos porque la total inmersión en la vida matemática, con sus expectativas de alcanzar la perfección, puede contribuir a la demencia. La erupción de Petryshyn fue demente, pero a un compañero matemático le puede parecer, en cierto modo, comprensible. Se supone, y todos lo sabemos, que nuestros resultados, nuestras publicaciones han de ser de una corrección absoluta y lógicamente irrefutables. También sabemos que en muchos casos, aun cuando una solución nos parezca correcta, siempre queda una dolorosa incertidumbre. ¿Es realmente correcto sin lugar a dudas? ¿No habré pasado alguna cosa por alto? ¿Qué pasa si resulta que está todo equivocado? Junto a esta ansiedad persistente, a menudo queda la sensación latente de que, si ése fuera el caso, entonces el desastre y la vergüenza serían totales y definitivos. Todo eso, de hecho, no es más que delirios, y sin embargo forma parte, en cierto modo, de la escala de valores que interiorizamos en algún momento a lo largo de nuestra formación y adoctrinamiento. «O es correcto o no lo es. Se supone que sabemos la diferencia».

Así, una personalidad especialmente rígida e inflexible podría tener la sensación de que todo su mundo se viene abajo si el soporte matemático en el que se apoya, perfecto y riguroso, resultara tener alguna brecha o estar roto. Y entonces, ¿entonces qué?, ¿entonces qué?

Aunque los matemáticos trabajan con una frecuencia cada vez mayor en pareja o en grupo, generalmente, en el pasado hemos trabajado solos. Para algunos, trabajar solo es una cuestión de orgullo, de identidad personal. Sin embargo, trabajar solo te hace especialmente vulnerable. Un colaborador puede detectar el error. A solas, podemos engañarnos a nosotros mismos y seguir adelante sin haber corregido el error. Si crees que sabes lo que es correcto, lo que es una demostración, puedes seguirte a ti mismo hasta arrojarte a las llamas. Una situación que tiene menos probabilidades de ocurrir en un tipo de trabajo inherentemente cooperativo y social.

§. Ted Kaczyinski

En 1996 y 1997, Ted Kaczyinski fue el matemático más famoso en Estados Unidos. Doctor por la Universidad de Michigan y antiguo profesor de Berkeley, no había publicado ni enseñado en los años anteriores y, desde luego, no fue bien recibido por la profesión matemática como uno de sus representantes, pero estaba formado como matemático y tenía cualificaciones, y su particular tipo de demencia no se encontraría en un vendedor o en un mecánico de automóviles.

Para aquellos que no recuerden la historia, el Unabomber fue un personaje misterioso durante años. Entre 1978 y 1995, alguien se dedicó a enviarles bombas a los científicos estadounidenses provocando daños muy graves. David Gelernter de Yale quedó permanentemente desfigurado cuando abrió uno de estos desagradables paquetes sorpresa. Gilbert Murray, presidente de la asociación forestal de California, fue asesinado. En 1995, el misterioso Unabomber exigió que el *New York Times* publicara su manifiesto.

Intentamos aquí resumir su razonamiento, que podía incluso ser considerado un teorema. Lo presentamos, no sólo por su interés intrínseco sino también para demostrar la naturaleza matemática de su obsesión.

Figura 4.2. Ted Kaczyinski, antes de convertirse en el Unabomber. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

***1.** La industrialización está destruyendo el mundo natural que dio origen a la raza humana y del que depende la raza humana para su existencia. Al mundo natural ya se le han causado daños muy graves, incluso irreparables: extinción de especies, agotamiento de recursos y contaminación generalizada por muchos y diferentes contaminantes.*

***2.** El aumento de la población y la exigencia de capital para el crecimiento constante genera una mayor destrucción del mundo natural a un ritmo cada vez más acelerado. Podemos ver la catástrofe que tendrá lugar en pocas décadas.*

***3.** Esta catástrofe que se avecina supera con creces cualquier otra consideración de humanidad, moralidad o tradición. Es el deber de cualquier persona pensante comprenderlo y, sobre esta base, actuar inmediatamente y de la forma más eficaz posible.*

***4.** Sin embargo, los intereses egoístas y a corto plazo del gobierno, de los medios de comunicación y de los partidos políticos inducen a todos a cerrar los ojos y a mirar hacia otro lado para no ver esta aplastante y amenazante realidad.*

***5.** Cualquier medida para despertar a la gente, u obligarles a prestar atención, está justificada, es incluso imprescindible.*

***6.** Amenazar con matar, o realmente matar, a las personas implicadas en este terrible proceso es un medio, tal vez el único medio, de atraer la atención que esta causa necesita.*

***7.** Yo, Ted Kaczyinski, comprendo esto, y con este fin, el más importante de todos, salvar a la humanidad y la tierra,* *considero por lo tanto que es mi deber absoluto proceder a llevar a cabo estas amenazas y proceder a los asesinatos.*

Tras leer el manifiesto, el matemático John Allen Paulos adivinó por el tono, el contenido y la estructura que su autor era un matemático, opinión que manifestó abiertamente en un artículo de opinión publicado en el *New York Times*. El artículo provocó la indignación de algunos matemáticos que creyeron que daba una imagen negativa de ellos, y el *Wall Street Journal* consagró un largo artículo a esta controvertida polémica. En su ensayo, Paulos había expresado la opinión de que el doctorado en matemáticas de Kaczyinski «no era tal vez tan anómalo como parecía (a pesar de que la mayoría de los matemáticos son del tipo gracioso, no solitarios antisociales, y que la única ocasión en la que la mayor parte de nosotros utilizamos la expresión "saltar por los aires" es cuando piensa en la división por cero)».

Doron Zeilberger, un matemático de la Universidad de Rutgers, se sintió impulsado a leer los artículos de Ted Kaczyinski y opinó que: «¡Son un parangón de precisión! Están escritos en un estilo sensato, conciso, paso a paso y sin embargo completo, que hace que la mayor parte de los artículos matemáticos parezcan sociología verbosa. ¡Sus matemáticas también son hermosas! Qué lástima que dejara las matemáticas para dedicarse a las bombas». Observe el lector que aunque ya fuera una vergüenza que Ted Kaczyinski se convirtiera en un terrorista, dicha vergüenza se intensifica ¡cuando nos damos cuenta de que sus publicaciones realmente prometían!

El hermano de Kaczyinski, David, reconoció la mente tras el manifiesto y las bombas y llevó a cabo la dolorosa pero necesaria tarea de entregar a su hermano al Federal Bureau of Investigation (FBI). Ted Kaczyinski fue encontrado en su barraca de ermitaño en Montana, donde había pasado muchos años en una profunda reflexión sobre cómo impedir que la humanidad destruyera el planeta. El *New York Times* lo cita, el 23 de enero de 1998; «Mi trabajo es una pregunta sin respuesta. En el pasado fui profesor ayudante de matemáticas. Desde entonces, he pasado tiempo viviendo en los bosques de Montana».

Ahora está cumpliendo una condena de cadena perpetua en una prisión federal de alta seguridad, desde donde sigue manteniendo una correspondencia con fanáticos anti industrialización como él.

Puesto que la conclusión de su manifiesto es el asesinato, sin duda sólo puede llevarse a la práctica si se tiene la certidumbre absoluta de que es correcta. Este tipo de certidumbre absoluta es la característica especial del razonamiento matemático. Si Kaczyinski no hubiera sido un matemático, tal vez hubiera seguido creyendo en un desastre medioambiental inminente, tal vez hubiera cometido los asesinatos de todas maneras, ajustándose a sus convicciones, pero lo cierto es que no hubiera defendido sus argumentos con tanta racionalidad.

La respuesta a la argumentación de Kaczyninski, creo, es sencillamente la antigua exclamación de Oliver Cromwell: « ¡Te suplico, por los clavos de Cristo, que consideres la posibilidad de que, a lo mejor, estás equivocado!».

§. André Bloch

El matemático francés André Bloch vivió entre 1893 y 1948 y fue galardonado con el premio Becquerel por descubrir la constante de Bloch, un elemento importante en la teoría de funciones analíticas univalentes de una variable compleja. Fue paciente de Henri Baruk, según Cartan y Ferrand, «uno de los más grandes psiquiatras franceses de mediados del siglo XX». En su autobiografía *Hombres como nosotros* Baruk escribe acerca de Bloch:

> *Cuarenta años durante los cuales igualmente se sentó cada mañana a una mesa en un pequeño corredor contiguo al cuarto que ocupaba. No se movía hasta la noche, salvo a la hora de la comida... Borroneaba en unas hojas signos algebraicos o matemáticos. O bien, sumido en una atención que nada podía distraer, leía, anotándolos, libros sobre matemáticas cuyo nivel era el de los grandes especialistas... A eso de las seis y media de la tarde vuelve a su cuarto... cena... y se desliza en la cama, donde duerme hasta el día siguiente... Contrariamente a otros enfermos, no me pide recuperar la libertad. Su existencia normal es la que lleva aquí. No abandona sus estudios sino para mantener su correspondencia al día*[177].

A diferencia de otros pacientes, Bloch se negó a salir del edificio a pasear por los jardines afirmando que «las matemáticas me bastan». Bloch terminó un importante volumen de trabajo: cuatro artículos

[177] Baruk, *Hombres como nosotros*, pp. 255-257.

sobre funciones holomorfas y meromorfas y artículos breves sobre teorías de funciones, teoría de números, geometría, ecuaciones algebraicas y cinemática. Fue autodidacta, puesto que sus estudios habían sido brutal y prematuramente interrumpidos por la primera guerra mundial. Su último artículo fue una colaboración con otro matemático que había sido hospitalizado con él durante un breve tiempo en la Maison de Charenton.

Pocos meses después de la muerte de Bloch en el año 1948, el profesor Georges Valiron explicó su historia en la conferencia anual de la Société pour l'Avancement des Sciences (sociedad para el avance de las ciencias). «En 1910 los tuve a ambos [André y su hermano Georges] en mi clase [en la Escuela Politécnica], que abandonaron en 1914 a causa de la guerra». El público del profesor Valiron no necesitaba que les recordara aquel conflicto, la guerra de trincheras y los ataques suicidas, su miseria, su degradación y su horror, y pasó directamente a las consecuencias.

> *El 17 de noviembre de 1917, al final de un permiso y tres días antes de su vigésimo cuarto cumpleaños, en el curso de un ataque de demencia, [André] mató a su hermano Georges, a su tío y a su tía. Declarado demente, fue confinado en el hospital de Saint Maurice, donde permaneció hasta su muerte el 11 de octubre de 1948.*

Tras varios meses en el frente, durante un bombardeo, André Bloch había caído desde su puesto de observación y la conmoción le inhabilitó para el servicio activo. Su hermano Georges, a quien mató, había sido herido en la cabeza y perdido un ojo. Los asesinatos tuvieron lugar durante una comida en el piso familiar del Boulevard de Courcelles de París. Después del asesinato, André se precipitó dando gritos a la calle y se dejó detener.

Cuando el doctor Baruk leyó el historial de su paciente, le resultó muy difícil imaginar que un hombre tan encantador, cultivado y educado pudiera haber cometido un acto así, «el interno modelo querido por todos»[178]. Un día, un hermano menor de André se presentó en el hospital. Había estado viviendo en México y estaba de paso en París y quería ver a André. André no mostró ningún signo de cariño ni hizo ningún gesto de bienvenida hacia su hermano. Sus modales fueron de lo más fríos... al día siguiente le explicó al doctor Baruk:

> *Es un problema de lógica matemática. Hubo enfermedades mentales en mi familia, precisamente en el grupo materno. Lo natural sería que de eso se derivara la desaparición de toda esa rama. Empecé mi trabajo en aquella famosa comida. No está terminado.*

El doctor Baruk le dijo a Bloch que sus ideas eran terribles. «Usted habla en lenguaje emotivo», le respondió Bloch. «Por encima están las matemáticas y sus leyes. Sabe muy bien que mi filosofía se inspira en el pragmatismo y en el racionalismo absoluto». El doctor Baruk diagnosticó «racionalismo mórbido». Un «crimen de lógica

[178] Ibíd., p. 256.

cumplido en nombre de un racionalismo absoluto tan peligroso como la pasión asesina»[179].

André Bloch fue un ejemplo extremo. Trabajó en problemas de matemáticas durante décadas, el mismo número de horas cada día, sentado en el mismo rincón de un corredor del manicomio de Charenton. Aunque fue capaz de realizar un importante trabajo matemático, su juicio social y ético era completamente defectuoso, similar al de un paciente que sufriera daño cortical prefrontal. El suyo fue un caso extremo e infrecuente. No obstante, resulta útil para recordar el daño que puede causar el aislar el conocimiento abstracto de los usos de la vida real, o construir una vida dedicada por completo a un esfuerzo mental intenso sin vínculos sociales ni intereses diversos.

§. Kurt Gödel

Al lógico más grande del siglo XX, o de cualquier otro siglo, también podría habérsele diagnosticado racionalismo morboso, aunque él indudablemente nunca mató a nadie, ni siquiera alzó la mano en un acceso de cólera. Cuando Gödel, acompañado por su amigo Oskar Morgenstern, se presentó ante un juez estadounidense para obtener su ciudadanía, insistió en corregir al juez cuando éste afirmó que los acontecimientos como los ocurridos en Alemania, y que desembocaron en la dictadura de Hitler, jamás podrían ocurrir al amparo de la Constitución de Estados Unidos. ¡Gödel había visto el modo en el que esto sí podía ocurrir al amparo de la Constitución!

[179] Ibíd., pp. 260-261.

Morgenstern consiguió detener ese conato de clase magistral, y el proceso de obtención de la ciudadanía pudo continuar. En sus últimos años, después de la muerte de Morgenstern y de la de su otro amigo del Institute for Advanced Studies, Albert Einstein, Gödel, simplemente, no hablaba con nadie, es decir, no hablaba de sus auténticas preocupaciones e intereses, las matemáticas y la filosofía. Escribía artículos destinados al cajón de su escritorio. Su esposa, Adele, por supuesto, le preparaba la comida, pero, por desgracia, enfermó y tuvo que ingresar en un hospital. Sin la protección de Adele, Gödel no tenía ninguna prueba de que la comida que se le ofrecía era segura y, haciendo gala de gran ingenio, para evitar ser envenenado, se negó a comer. Adele regresó del hospital a finales de diciembre y convenció a Gödel de ingresar en el hospital de Princeton. Kurt Gödel falleció a la edad de setenta y dos años, en posición fetal, a la una de la tarde del sábado 14 de enero de 1968. Pesaba treinta kilos. Según el certificado de defunción, archivado en Trenton, falleció a causa de la malnutrición y de la inanición provocada por desequilibrios de personalidad.

¡Así falleció el lógico más grande de todos los tiempos! ¿Y qué pasó con Adele? ¿Cuánto tiempo sobrevivió? ¿Cómo pudo soportar décadas de servir a su genial marido en un aislamiento total de cualquier otro contacto humano? ¿Qué hizo? ¿Qué pensaba? Al mirar hacia atrás y observar estas inquietantes historias, no podemos evitar recordar las explicaciones de Streleski y Bloch: ¡Sus crímenes eran completamente lógicos! Muchos políticos y militares cometen asimismo crímenes aún mayores y también ellos afirman que sus actos son «completamente lógicos».

Figura 4.3. Kurt y Adele Gödel. Cortesía de los Archivos Kurt Gödel, The Shelby White and Leon Levy Archives Center, Institute for Advanced Study, Princeton, N.J., USA, en depósito en la Universidad de Princeton.

Algunos filósofos afirman realmente que los cálculos proposicionales y de predicados, la lógica formal moderna, son infalibles (por ejemplo, John Worrall y Elie Zahar en la edición de *Proofs and refutations* de Lakato). «A las premisas verdaderas les siguen infaliblemente conclusiones verdaderas». ¡Qué peligroso puede llegar a ser este dogma! La lógica nunca puede ser más que una herramienta, un acto o un procedimiento llevado a cabo por un ser humano (o por una máquina creada y programada por un ser humano). La lógica, esa herramienta tan esencial de la ciencia y de la filosofía, se convierte en ocasiones en una especie de falso Dios que supera en rango a los impulsos humanos más fundamentales tales como «no matarás», o incluso, «come para mantenerte en vida».

En respuesta a nuestra pregunta: « ¿pueden las matemáticas convertirse en una adicción peligrosa?», debemos responder: «sí, en el caso de una mente susceptible y bajo condiciones desfavorables, algo así, desde luego, ha ocurrido».

Capítulo 5
Amistades y asociaciones

Contenido:

¿Tienen amigos los matemáticos? La imagen popular del matemático es la de un hombre solitario, sentado solo ante su escritorio o delante de su pizarra. En este capítulo, veremos lo alejada que está esta imagen de la verdad. Y si bien es cierto que la concentración sostenida, necesaria para la investigación matemática, exige un estado mental muy centrado, la búsqueda prolongada y realizada de forma independiente puede llevar a un callejón sin salida. Ahora bien, el investigador que escucha las opiniones de sus colegas puede encontrar una salida y ver más allá de su punto de vista particular.

Una mañana temprano durante mis (Hersh) años de estudiante de doctorado con Peter Lax, entré en el despacho de mi director de tesis y le encontré con una sonrisa radiante. « ¡Louis ha vuelto!», exclamó. ¿Louis?, me pregunté. ¡Ah sí!, Louis Nirenberg, otro de los especialistas en derivadas parciales y profesor del Instituto Courant de la Universidad de Nueva York. Había pasado una temporada en Inglaterra y ahora ¡había regresado a casa! En aquel momento, no lo entendí. Louis Nirenberg y Peter Lax habían estudiado juntos el posgrado en la Universidad de Nueva York; después, los dos se habían quedado allí y se habían convertido en profesores famosos, Louis, en un maestro mundial de las ecuaciones diferenciales parciales (PDE *partial differential equation*) elípticas, y Peter, en un maestro mundial de las PDE hiperbólicas. Casi nunca habían colaborado ni publicado algo juntos, pero sus conversaciones y sus interacciones emocionales e intelectuales constituían una parte vital de su creatividad y de su éxito.

En la historia de las matemáticas muchos nombres aparecen emparejados: Hardy y Littlewood, Cayley y Sylvester, Weierstrass y Kovalevskaya, Polya y Szegö, Riesz y Nagy, Hardy y Ramanujan, Minkowski y Hilbert, y Lax y Phillips. Cada una de estas parejas era diferente. Karl Weierstrass y Sonia Kovalevskaya no eran sólo profesor y discípula sino que estuvieron profundamente implicados emocionalmente el uno con el otro. David Hilbert y Hermann Minkowski fueron amigos íntimos, y se dieron apoyo y estímulo mutuo, aunque nunca colaboraron en una publicación. G.H. Hardy y J.E. Littlewood fueron coautores de casi cien artículos a lo largo de treinta y cinco años, y sin embargo apenas se reunieron nunca en persona. Littlewood dijo: «Hardy sólo era feliz cuando la conversación era brillante... Nuestras costumbres no podían ser más opuestas»[180].

Tomamos un camino histórico para describir algunas de las amistades más interesantes entre colegas y a través de las generaciones. A continuación hablaremos de dos matrimonios matemáticos muy diferentes, el de Grace Chisholm y Will Young, y el de Julia Bowman y Raphael Robinson. Concluiremos nuestro análisis de las amistades matemáticas con un apartado que trata de las amistades entre mujeres, entre ellas Olga Taussky-Todd y Emmy Noether.

§. Mentores

Dos matemáticos pueden relacionarse como profesor y discípulo, como colaboradores o como amigos. Una relación fundamental en la vida de los matemáticos de mayor éxito ha sido la de aprendizaje con un maestro. Una de las historias más famosas entre maestro y aprendiz es la relación entre una principiante rusa casada y de veinte años, Sonia Kovalevskaya, y el maestro del análisis complejo, el soltero de cincuenta y cinco años Karl Weierstrass. Kovalevskaya llegó a Berlín, en octubre de 1870, donde obtuvo una audiencia con el gran profesor Weierstrass y le suplicó que la aceptara como alumna. Aunque algo así era en aquel momento imposible, Weierstrass, sin embargo, le dio a resolver varios problemas a título de prueba. Cuando Kovalevskaya regresó una semana más tarde, sus soluciones no eran sólo correctas, sino que además eran

[180] Bollobás (1986), p.8.

originales. Weierstrass dijo que el trabajo demostraba «el talento del genio intuitivo en un grado que él había encontrado en muy pocas ocasiones entre sus estudiantes de más edad o más avanzados»[181]. Weierstrass recabó entonces la ayuda del destacado fisiólogo Emil DuBois-Reymond, del famoso patólogo Rudolf Virchow y del famoso fisiólogo y físico Hermann Helmholtz para solicitar el permiso de matricular a Sonia como estudiante de la Universidad de Berlín. Pese a ello, el ¡consejo universitario votó en contra! Entonces, Weierstrass le ofreció hacer una recapitulación de sus clases magistrales para ella y, por añadidura, hablarle de su propia investigación. Durante los cuatro años que permaneció en Berlín, Sonia visitó a Weierstrass cada domingo, y él la visitó a ella una vez por semana en el apartamento que Kovalevskaya compartía con una amiga[182]. Kovalevskaya afirmaría que «estos estudios ejercieron la mayor influencia posible en mi carrera matemática, puesto que determinaron final e irrevocablemente la dirección que yo seguiría más tarde en mi trabajo científico; todo mi trabajo se ha desarrollado precisamente según el espíritu de Weierstrass»[183].

El papel de Weierstrass en los asuntos científicos y personales de Kovalevskaya trascendía con mucho la habitual relación maestro-discípula. Weierstrass descubrió que Sonia participaba de todos sus pensamientos con un entusiasmo refrescante, y las ideas que él había buscado a tientas se hacían claras en sus conversaciones con ella. En 1873, mientras estaba de vacaciones en Italia, Weierstrass

---

[181] Koblitz, A. (1983). *A convergence of lives*. Boston: Birkhäuser, pp. 99-101.
[182] Ibíd., p. 101.
[183] Ibíd., p. 113.

le escribió a Sonia: «Durante mi estancia en este país he pensado en usted muy a menudo y he imaginado cómo sería si tan sólo pudiera pasar algunas semanas con usted, mi querida amiga, en un entorno natural tan magnífico. Qué maravilloso sería que pudiéramos estar aquí, usted con su imaginativa mente, y yo, estimulado y refrescado por su entusiasmo, sueños y fantasías sobre tantos enigmas que nos quedan por resolver sobre espacios finitos e infinitos, sobre la estabilidad del sistema solar y sobre todos los otros grandes problemas de la física matemática del futuro. No obstante, hace tiempo que aprendí a resignarme a que no todos los hermosos sueños se hagan realidad». A Weierstrass le parecía como si hubieran estado muy cercanos toda su vida y «nunca he encontrado a nadie que me hiciera comprender hasta tal punto los objetivos más altos de la ciencia, o que hiciera que mis intenciones y principios básicos se pusieran felizmente de acuerdo, como ha hecho usted»[184].

Aun así, su relación no transcurrió sin problemas. Weierstrass desaprobaba los vínculos de Sonia con los círculos socialistas, su trabajo literario y su defensa de la emancipación de las mujeres. Muchas de las cartas que le envió a Sonia no recibieron respuesta y, en un momento dado, ella dejó de contestar durante tres años... Sonia Kovalevskaya falleció el 10 de febrero de 1891, el año que cumplía cuarenta años, a causa de una infección pulmonar. Su muerte prematura cuando todavía estaba en lo mejor de su vida le

[184] James (2002), pp. 233-234.

causó un gran dolor a Weierstrass, que quemó todas las cartas que ella le había escrito[185].

Figura 5.1. Karl Weierstrass, el gran analista alemán.

Otra amistad famosa fue la que entablaron el gran matemático alemán David Hilbert y su colega Hermann Minkowski. Minkowski, nacido en 1864, era el hijo de un comerciante ruso. Él y Hilbert se conocieron por primera vez en el instituto y después trabaron una estrecha amistad cuando ambos estudiaban en la Universidad de Königsberg.

Aunque los dos tenían personalidades muy diferentes, tenían en común un amor entusiasta por las matemáticas y un gran y

[185] Ibíd.

fundamental optimismo[186]. Hilbert expresó abiertamente la necesidad que tenía del compañerismo y la estimulación de Minkowski. Ellos, y su joven profesor, Adolf Hurwitz, se reunían cada día a las cinco de la tarde y su amistad fue de por vida[187]. Estos jóvenes matemáticos, al darse cuenta de los muchos beneficios que les reportaba su relación, intentaron por todos los medios permanecer geográficamente cercanos. Incluso cuando estuvieron separados, seguían dependiendo del consejo del otro. En el año 1900, Hilbert estaba preparando su famoso discurso ante el Congreso Internacional de Matemáticos en París donde planeaba presentar a grandes rasgos los 23 problemas que los matemáticos debían resolver en el siglo que estaba a punto de comenzar, y Minkowski, pese a encontrarse en Zurich, estaba ansioso por ayudar. Hilbert, Minkowski y Adolf Hurwitz mantuvieron una correspondencia frecuente sobre la forma y el contenido de la conferencia. Hilbert hizo mucho caso de sus críticas al texto de la conferencia, titulada «Problemas matemáticos», hasta que logró terminar la redacción del borrador final. A principios de siglo, la Universidad de Gotinga, bajo el liderazgo de Hilbert, se convirtió en el centro más avanzado de trabajo matemático. Sin embargo, Hilbert no estuvo totalmente satisfecho hasta que pudo conseguirle a Minkowski una plaza de catedrático. Tras la llegada de Minkowski en otoño de 1902, Hilbert ya no se sentía solo. Tan sólo necesitaba una llamada telefónica, o una piedrecita golpeando contra la

---

[186] Reid, C. (2004). *Hilbert.* Nueva York: Springer, pp. 12-13.
[187] Ibíd., p. 14.

pequeña ventana en la esquina de su estudio, y estaba a punto para reunirse con su amigo[188].

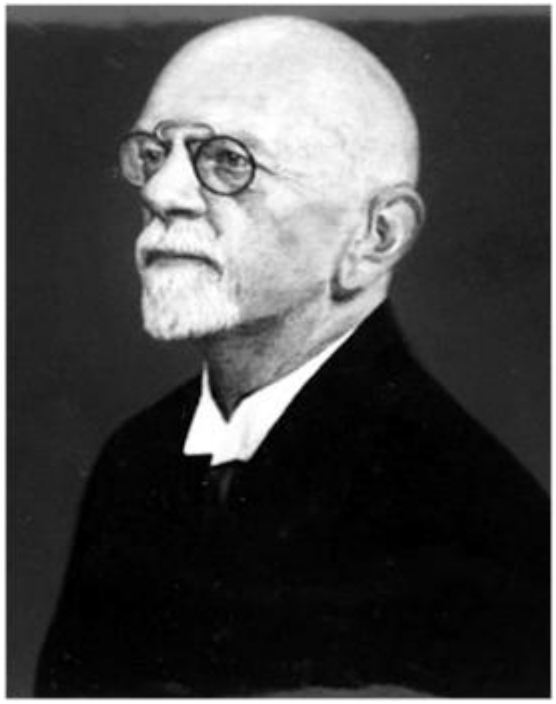

Figura 5.2. David Hilbert. Fuente: Mathematical people: Profiles and interviews. Eds. Donald J. Albers y G.L. Alexanderson. Boston: Birkhäuser, 1985, p. 285. Con el permiso de Springer Science and Business Media.

La relación entre estos dos hombres deslumbró e instruyó a aquellos que los rodeaban. Max Born recordaba: «la conversación de los dos amigos era una exhibición de fuegos artificiales intelectuales, cargada de genialidad y humor y, sin embargo, también de una enorme seriedad»[189]. Minkowski le prestaba un oído

[188] Ibíd. p. 91.
[189] Ibíd., p. 95.

crítico a Hilbert mientras éste preparaba sus clases; impartieron juntos un seminario y ambos sentían interés por la física. Esta amistad llegó a un trágico final cuando Minkowski, a la edad de cuarenta y cuatro años, murió de un ataque de apendicitis. Escribimos sobre Gotinga en el capítulo que trata de las comunidades matemáticas.

§. Hardy, Littlewood y Ramanujan

G.H. Hardy fue el matemático inglés de mayor proyección de los primeros veinticinco años del siglo XX. (Sus clases magistrales convencieron a Norbert Wiener de dejar la filosofía para dedicarse a las matemáticas). Su ensayo, *Apología de un matemático*, magistralmente redactado, y donde defiende una vida dedicada a las matemáticas puras, es muy conocido. Su defensa se sostiene en que, aunque él nunca hizo nada «útil», contribuyó al conocimiento del mundo guiado por la belleza y por la verdad. Escribió que

> *las configuraciones construidas por un matemático, lo mismo que sucede con las de un pintor o un poeta, deben poseer belleza; las ideas, los colores y las palabras deben ensamblarse de un modo armónico. La belleza es la primera piedra de toque; en el mundo no hay un lugar permanente para las matemáticas desagradables*[190].

(Ya hemos abordado en el capítulo 2 la cuestión de la belleza en las matemáticas).

[190] Hardy, *Justificación de un matemático*, p. 86.

El ensayo es melancolía. A los sesenta años, afirma Hardy, él ya es demasiado viejo para tener nuevas ideas, y es por ese motivo por el que ha quedado reducido a escribir libros en lugar de hacer lo que le corresponde propiamente a un matemático, descubrir y crear nuevas matemáticas. C.P. Snow, en el prólogo a una edición póstuma del ensayo de Hardy, dibujó una emotiva imagen de la vida de Hardy. (Snow, un físico reconvertido en burócrata científico, escribió novelas en las que relata maniobras políticas entre el profesorado universitario, y pronunció una conferencia muy citada, que más tarde sería publicada en forma de libro, *Las dos culturas*, en la que se quejaba de la ignorancia de la física que mostraban los literatos).

En lo mejor de su vida, escribió Snow, Hardy vivió en compañía de algunos de los mejores intelectuales del mundo, y fue uno de los jóvenes más destacados de su círculo.

> *Su vida siguió siendo la de un joven brillante. Incluso en su vejez, su espíritu, sus aficiones y sus intereses poseían la ligereza de los de un hombre joven. Y como sucede con gran parte de aquellos hombres que mantienen sus intereses juveniles hasta pasados los sesenta, sus últimos años fueron, por esta misma razón, más sombríos*[191]

Hardy opinaba que el panorama que ofrecían el análisis y la teoría de los números en Inglaterra era desolador, y él los elevó a estándares continentales. Escribió:

---

[191] Snow, prólogo a *Autojustificación de un matemático*, p. 26.

> *Nunca olvidaré el asombro que me embargó al leer esta notable obra [el famoso Cours d'analyse de Jordan], fuente básica de inspiración para tantos matemáticos de mi generación. Mientras lo leía, aprendí por primera vez cuál era el significado real de las matemáticas... El auténtico punto de arranque de mi carrera se presentó unos diez o doce años después, en 1911, al iniciar mi larga colaboración con Littlewood, y en 1913, cuando descubrí a Ramanujan. Mis mejores trabajos aparecieron durante la época en la que trabajé con ellos y tales asociaciones constituyeron el acontecimiento decisivo de mi vida profesional*[192].

La colaboración de Hardy con Littlewood empezó en 1911 y se prolongó treinta y cinco años. Hardy realizó su trabajo más importante con Littlewood o Ramanujan y, en el Reino Unido, la asociación Hardy-Littlewood dominó el campo de las matemáticas puras durante toda una generación. Hardy declararía que Littlewood «era la persona que más probabilidades tenía de lanzarse de cabeza contra un problema realmente profundo y formidable y aplastarlo y resolverlo» y que «no conocía a ningún otro que reuniera tal combinación de penetración técnica y poder»[193]. El teórico de los números Edmund Landau afirmaría por su parte que «el matemático Hardy-Littlewood era el mejor del mundo, donde Littlewood era el genio más original y Hardy, el mejor periodista»[194].

[192] Hardy, *Autojustificación de un matemático*, pp. 141-142.
[193] Snow, prólogo a *Autojustificación de un matemático*, p. 30.
[194] Bollobás (1986), p. 13.

A Littlewood se le recuerda ahora sobre todo por la prodigiosa productividad de sus últimos años. Sin embargo, de joven, era la antítesis del estereotipo del matemático: musculoso y atlético, y un experto escalador de montañas. Era soltero, igual que Hardy, pero a diferencia de éste, le gustaba la compañía de las mujeres. Era un «secreto» a voces que una joven a la que llamaba su sobrina era realmente su hija, nacida de una relación con la esposa de un colega.

Figura 5.3. Tres destacados matemáticos en conversación: Richard Courant, G.H. Hardy y Oswald Veblen. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

El contraste entre el tono emocional de las dos grandes amistades de Hardy, la que mantuvo con su colaborador inglés John

Littlewood, y la que entabló con su colaborador indio Srinivasa Ramanujan, es fascinante. ¡Qué diferente era la relación entre Hardy y Littlewood a la que mantenían Hilbert y Minkowski! El matemático danés Harald Bohr (hermano del físico Niels) explica:

> *En una ocasión en la que Hardy se alojó en mi casa en Copenhague, cada día le llegaban gruesas cartas matemáticas de Littlewood, que evidentemente se sentía muy trabajador, y yo veía a Hardy arrojar las cartas a un rincón de la habitación con toda tranquilidad, diciendo, «supongo que algún día querré leerlas». Esta actitud se ajustaba a uno de los «axiomas» de la colaboración entre Hardy y Littlewood: «Cuando uno recibía una carta del otro, no tenía ninguna obligación en absoluto de leerla, y aún menos de contestarla, porque, tal como decían ellos, pudiera ser que el receptor de la carta prefiriera no trabajar en aquel momento en concreto, o tal vez que simplemente estuviera interesado en otros problemas»*[195].

La discípula de Hardy, Mary Cartwright, observó la relación entre Hardy y Littlewood desde otro ángulo. Cuando Hardy regresó a Cambridge a ocupar su cátedra Sadleir en Oxford, Mary le preguntó si ofrecería un seminario similar al de las sesiones de los viernes por la tarde a las que ella había asistido en Oxford. Hardy le contestó que probablemente podría llegar a algún acuerdo con Littlewood. Poco tiempo después, la lista de clases anunciaba una asignatura

[195] Ibíd., p. 11.

impartida por Hardy y Littlewood y cuyas clases tendrían lugar en el aula de Littlewood[196].

En opinión del matemático de Oxford E.C. Titchmarsh (1899-1966), este seminario era un modelo de lo que debía ser un seminario. Matemáticos de todas las nacionalidades y edades fueron animados a presentar su propio trabajo, todo el seminario era de una deliciosa informalidad y cada trabajo se discutía libremente después de su lectura[197]. Cartwright recordaba que en la primera clase de Hardy y Littlewood, el que hablaba era Littlewood. Hardy llegó tarde, se sirvió té con generosidad y empezó a hacer preguntas, como si estuviera intentando encontrar errores de Littlewood en los detalles. Littlewood le dijo a Hardy que no estaba dispuesto a que le atosigaran. A partir de aquel momento, Hardy y Littlewood alternaron las clases. Cartwright no recuerda que en las sesiones posteriores estuvieran los dos presentes a la vez. Al final, Littlewood dejó de participar, aunque la clase siguió impartiéndose en su aula. La clase llegó a ser conocida con el nombre de «la clase de conversación Hardy-Littlewood en la que Littlewood no está nunca presente»[198]. Pese al estrecho vínculo matemático que unía a Hardy y Littlewood, parece que no se tenían demasiado afecto mutuo. ¡Su única interacción era por correo y en su correspondencia sólo hablaban de sus profundas y difíciles matemáticas!

---

[196] Tattersall, J., y McMurran, S. (2001). «An interview with Dame Mary L. Cartwright, D.B.E., F.R.S»., *College Mathematics Journal* 23 (4), p. 249.
[197] Bollobás (1986), p. 13.
[198] URL en las referencias.

En una ocasión que se ha hecho famosa se vieron obligados a reunirse: tenían que hacer frente a un problema humano sin precedentes.

Figura 5.4. Dame Mary Cartwright, la famosa analista británica. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Hardy había recibido una carta de un desconocido en la remota India:

> *Estimado señor, le ruego que me permita presentarme: soy un administrativo en el departamento de contabilidad de las oficinas del consorcio portuario de Madrás con un salario de veinte libras anuales. Ahora ya tengo veintitrés años. No he recibido ninguna educación universitaria pero he asistido a los cursos normales de*

la escuela. Desde que dejé la escuela, he empleado el tiempo libre a mi disposición para trabajar en matemáticas. No he podido asistir a las clases convencionales que se imparten en un curso universitario, pero me estoy abriendo un nuevo camino. He llevado a cabo una investigación especial de las series divergentes en general, y los matemáticos locales han definido los resultados que he obtenido como «sorprendentes»[199].

La ocasión exigía una verdadera conversación cara a cara con Littlewood, que vivía cerca, en otro apartamento en Cambridge. Juntos, Hardy y Littlewood llegaron a la conclusión de que Ramanujan no era un impostor sino un genio de las matemáticas. (Otros dos destacados matemáticos británicos habían hecho caso omiso de las cartas de Ramanujan).

Hardy se puso manos a la obra de inmediato para llevar a Ramanujan a Inglaterra, un asunto muy delicado, porque Ramanujan era un hindú practicante y su religión le prohibía cruzar el océano. Al final, no obstante, aceptó la invitación de Hardy y pasó tres años en el Reino Unido, durante la primera guerra mundial, trabajando intensamente con Hardy. Todavía hoy en día, sesenta años más tarde, su voluminosa producción matemática sigue inspirando y planteando un reto a los teóricos de números. Algunas de sus fórmulas son incluso de gran importancia en física nuclear.

Hardy escribió:

---

[199] Tattersall, J., y McMurran, S. (2001).

durante varios años, lo veía y charlaba con él casi cada día y sobre todo, colaboré realmente con él. Le debo más a él que a cualquier otro en el mundo con una excepción, y mi asociación con él es el único incidente romántico en mi vida... me gustaba y lo admiraba... un hombre en cuya compañía uno podía sentirse bien, con quien uno podía tomar el té y hablar de política o de matemáticas... todavía recuerdo con satisfacción haber sido capaz de reconocer de inmediato el tesoro que había descubierto[200].

Sin embargo, Hardy también escribió: «Ramanujan era indio, y supongo que siempre resulta un poco difícil que un inglés y un indio lleguen a entenderse correctamente».

La amistad entre los dos hombres, aunque muy lograda científica e intelectualmente, y sin duda fascinante para ambos, posiblemente no incluyera demasiada auténtica comunicación emocional. El clima frío, la comida extraña, los ingleses de rostro pálido y expresión distante, el ambiente bélico y el vivir separado de su esposa y de su madre fueron demasiado para el joven matemático indio. Contrajo tuberculosis y tuvo que ser ingresado en un sanatorio donde, seguramente, se sentiría aún más solitario. En enero o febrero de 1918, se arrojó a la vía del metro de Londres ante un tren que entraba en al estación, pero un guardia le vio y consiguió detener el tren, que frenó en medio de un gran chirrido. Ramanujan estaba cubierto de sangre y sus pantorrillas malheridas. Fue detenido y llevado a Scotland Yard, desde donde la policía llamó a Hardy, quien

[200] Hardy, G.H. (1978). *Ramanujan.* Nueva York: Cambridge University Press, pp. 2-3.

recurrió a todo su encanto y a su estatus académico para convencer a la policía de que el gran Srinivasa Ramanujan, un caballero miembro de la Royal Society, simplemente, no podía ser detenido. «Nosotros en Scotland Yard no queríamos malograr su vida», explicaría más tarde el oficial responsable del caso[201].

Figura 5.5. Srinivasa Ramanujan, el gran teórico de los números indio. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Pocas semanas más tarde, la mentira de Hardy se hacía realidad. De regreso al sanatorio, Ramanujan recibió una carta en la que se le notificaba su nombramiento como miembro de la Royal Society. El 13 de marzo de 1919 se embarcó en un buque que zarpaba hacia la

[201] Kanigel, R. (1991). *The man who knew infinity*. Nueva York: Simon and Schuster, p. 294.

India. A su regreso a Madrás, se había convertido en una celebridad a la que honrar, pero su enfermedad siguió empeorando y murió en abril de 1920 a la edad de treinta y cuatro años.

Resulta extraordinario lo diferente que es el tono que utiliza Hardy para escribir sobre Ramanujan. De las dos grandes colaboraciones matemáticas de Hardy, una duró treinta y cinco años, con un colega inglés de estatus, educación y cultura similares, y fue mantenida a una distancia prudencial a través de cartas que podían no ser respondidas aun cuando su colaborador estuviera a pocos metros de distancia. La otra colaboración, que sólo duró unos pocos años, la llevó a cabo con un hombre por cuyas matemáticas Hardy sentía un intenso interés, pero cuya forma de pensar le resultaba totalmente extraña. Esa segunda relación fue diaria, cara a cara y de afecto mutuo.

Hardy sufrió una trombosis coronaria en 1939. Pocos años más tarde, en su *Apología*, escribiría:

> *Cuando estoy deprimido y me veo obligado a escuchar a personas pomposas cuya conversación a lo sumo produce tedio, me digo a mí mismo, «bueno, yo he hecho una cosa que usted nunca habría podido lograr, colaborar con Littlewood y Ramanujan algo así como en términos de igual a igual». A ellos les debo una desacostumbrada madurez creativa tardía, pues produje mis mejores trabajos durante mi estancia de profesor en Oxford cuando contaba algo más de cuarenta años. A partir de aquel momento sufrí un continuado deterioro que es el destino comúnmente reservado a los hombres cuando alcanzan cierta*

edad, y ello ocurre especialmente entre los que se dedican a las matemáticas. Un matemático puede seguir desarrollando su trabajo de una forma competente hasta alrededor de los sesenta años, pero es bastante ilusorio esperar que siga teniendo ideas originales. Es obvio que en cuanto se refiere a creatividad con un cierto valor, mi vida ha terminado y nada puedo hacer que incremente o disminuya de modo perceptible su valoración global[202]*.*

Snow describió la *Apología* de Hardy como «una forma estoica de lanzar un apasionado lamento por el poder de creación del que se ha gozado y que ya nunca jamás volverá»[203]. Hardy era como «si un gran atleta, durante largos años en el esplendor de la juventud y habilidad y mucho más joven y alegre que cualquiera de los otros, tuviera que aceptar de repente que había perdido todas sus facultades»[204]. De hecho, Hardy, igual que Ramanujan, intentó suicidarse con barbitúricos, pero no tomó bastantes. Después de eso, Snow lo visitó cada semana. Dos o tres semanas antes de su muerte, la Royal Society le informó de que le iban a conceder el máximo honor, la medalla Copley. «Con su sonrisa mefistofélica iluminándole el rostro, en pleno esplendor por primera vez durante aquellos tristes meses, dijo: “Ahora sé que el final debe estar próximo. Cuando la gente se da prisa en conceder honores tan sólo

202 Hardy (1967), p. 142.
203 Snow, prólogo a *Autojustificación de un matemático*, pp. 51-52.
204 Ibíd., p. 52.

puede extraerse de ello una conclusión perfectamente determinada"»[205].

§. Kolmogorov y Aleksandrov

Otra extraordinaria amistad fue la que mantuvieron los dos famosos matemáticos rusos Andréi Nikolaievich Kolmogorov (1903-1987) y Pavel Serguéievich Aleksandrov (1896-1982). Kolmogorov fue uno de los matemáticos más originales e influyentes de su generación, y Aleksandrov, el principal creador de la topología y el director de un programa de posgrado de matemáticas durante los «años dorados» de la Universidad de Moscú (capítulo 6). Poco tiempo antes de su muerte Aleksandrov escribía: «Mi amistad con Kolmogorov ocupa un lugar único y bastante excepcional en mi vida: esta amistad, en el año 1979, ya duraba desde hacía cincuenta años, y a lo largo de ese medio siglo nunca se produjo ninguna tensión, ni tampoco fue acompañada de alguna disputa. Durante este período no tuvimos ninguna diferencia en cuestiones importantes para nuestra visión de la vida. Incluso cuando nuestra opinión en algún tema difería, tratábamos la opinión del otro con total comprensión y simpatía»[206].

Tres años más tarde, en 1986, a la edad de ochenta y tres años, Kolmogorov escribía: «Pavel Serguéievich Aleksandrov murió seis meses antes de mi octogésimo cumpleaños. Para mí, estos cincuenta y tres años de amistad, estrecha e indisoluble, fueron la

[205] Ibíd., pp. 58-59.

[206] Aleksandrov, P.S. (2000). «A few words on A. N. Kolgorov», *Russian Mathematical Surveys* 39 (4), pp. 5-7, en *Kolmogorov in perspective*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 142.

razón por la que toda mi vida estuvo llena de felicidad, y la base de esta felicidad fue la constante atención que recibí de Aleksandrov»[207].

Los dos hombres se habían conocido en el año 1911, pero su estrecha amistad se inició en 1929 a la edad de veintiséis y treinta y tres años, respectivamente, cuando realizaron juntos un viaje de tres semanas. En el Cáucaso se alojaron en un monasterio vacío en el lago Sevan. Kolmogorov escribió en sus memorias de 1986: «en la isla, ambos nos pusimos a trabajar. Con nuestros manuscritos, máquinas de escribir y mesas plegables salíamos a buscar bahías retiradas. En los intervalos entre nuestros estudios, nos bañábamos mucho. Para estudiar yo me refugiaba en la sombra mientras Aleksandrov yacía durante horas bajo el sol protegido sólo con unas gafas oscuras y un panamá blanco. Conservó la costumbre de trabajar completamente desnudo bajo el ardiente sol hasta una edad avanzada»[208].

En 1930 y 1931 viajaron a Francia y a Alemania. Aleksandrov ya había visitado antes estos países en compañía del brillante joven matemático Pavel Uryson, su amigo íntimo y colaborador. Uryson había encontrado una muerte trágica cuando se ahogó mientras nadaba en la costa de Bretaña, y Kolmogorov y Aleksandrov fueron a Bretaña a visitar su tumba. «Las desiertas playas de granito contra las que rompen las enormes olas con gran estruendo

---

[207] Kolmogorov, A.N. (2000). «Memories of P.S. Aleksandrov», *Russian Mathematical Surveys* 41, pp. 251-256, en *Kolmogorov in perspective*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 145.

[208] Ibíd., p. 150.

presentan un contraste total con las costas del Mediterráneo. La tumba de Uryson está muy bien atendida porque la cuida Mademoiselle Cornu, en cuya casa se alojaban Aleksandrov y Uryson en el momento de su muerte. El carácter deprimente de Bretaña y el recuerdo de Uryson hacía que nos sintiéramos inclinados a pasear en silencio a lo largo de la costa»[209].

En 1935 Kolmogorov y Aleksandrov les compraron a los herederos del famoso actor y director Konstantin Stanislavski parte de una antigua casa señorial en el pueblo de Komarovka. Kolmogorov escribió: «como norma, cuatro de los siete días que tiene la semana los pasábamos en Komarovka, y uno de ellos lo dedicábamos por entero al recreo físico: esquí, remo, largas excursiones a pie (cuando salíamos a esquiar, solíamos recorrer de promedio unos treinta kilómetros, a veces, incluso, cincuenta). En los soleados días de marzo, salíamos a esquiar hasta cuatro horas seguidas vestidos solamente con pantalones cortos... nos encantaba, en particular bañarnos en el río justo cuando el hielo empezaba a fundirse, aun cuando en las orillas todavía quedara algo de nieve»[210]. En Komarovka se les solían unir a menudo sus alumnos, y también allí recibieron la visita de matemáticos extranjeros, entre ellos Hadamard y Frechet de París, Banach y Kuratowski de Varsovia y el colaborador suizo de Aleksandrov, Hopf.

Kolmogorov cita una carta que le escribió Aleksandrov desde Princeton (Estados Unidos) a él, en Alemania, el 20 de febrero de

[209] Ibíd., p. 156.
[210] Ibíd., p. 152

1939: (tenían cuarenta y tres y treinta y nueve años, respectivamente) «Has escrito muy poco sobre tus actividades deportivas, pero me gustaría tener un informe detallado y continuo... ¿Fuiste a nadar al Schwimmhalle? ¿Qué tipo de gimnasia hiciste y dónde? Tampoco has escrito sobre cómo te sientes. ¿Toses? ¿Estás afónico? ¿Cómo está tu resfriado? Y lo principal, ¿cómo te sientes en general? Creo que sería una muy buena idea que te compraras nata, y no sólo leche»[211].

Un año después de la publicación de sus memorias, Kolmogorov se dio un fuerte golpe contra una pesada puerta oscilante y sufrió un grave trauma cerebral. Mientras pudo, siguió dando clases en el internado para jóvenes superdotados que había fundado muchos años antes, pero la enfermedad de Parkinson que padecía desde hacía algún tiempo empeoró mucho y en los últimos seis años de su vida se quedó ciego y no podía hablar. «Falleció a los ochenta y cuatro años, mudo, ciego e inmovilizado, pero rodeado de sus alumnos, quienes durante los dos años anteriores se habían turnado veinticuatro horas al día para atenderle en su casa»[212]. La esposa de Kolmogorov, Anna Dmitrievna, falleció apenas unos meses después.

§. Amigos y colegas

Muchos jóvenes matemáticos han trabado amistad y han mantenido sesudas conversaciones con sus profesores. Stan Ulam explica:

[211] Ibíd., p. 159.
[212] Gessen, Masha (2005). *Perfect rigor*. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt, p. 43.

> *Al comienzo de mi tercer año, casi todas mis investigaciones matemáticas habían empezado en realidad en conversaciones con Mazur y Banach... Me acuerdo de una sesión (una de esas conversaciones) con Mazur y Banach en el Café Escocés que duró 17 horas sólo interrumpidas por las comidas... Había cortos brotes de conversación, después alguien escribía unos renglones en la mesa, de vez en cuando algunos soltaban unas carcajadas, y luego sobrevenían largos períodos de silencio en los que nos limitábamos a beber café y a cruzar miradas perdidas... Estas largas sesiones en los cafés... fueron probablemente únicas. Era una colaboración de tal escala y de una intensidad que no la he visto nunca superada, igualada o siquiera aproximada en ningún otro sitio, salvo, tal vez, en Los Álamos durante los años de la guerra*[213].

Incluso aquellos con una tendencia emocional menos intensa sienten la necesidad de comunicar sus propias observaciones y descubrimientos a algún amigo. Al matemático húngaro John von Neumann se le conocía sobre todo por su penetrante intelecto. Hay quien dice que abordaba sus problemas emocionales aplicándoles la lógica. Pero incluso «Johnny» buscaba el compañerismo. De joven, lo encontró en Eugene Wigner, quien recordaba las intensas conversaciones que mantenían mientras paseaban: «Adoraba hablar de matemáticas, hablaba y hablaba y yo lo absorbía todo»[214].

---

[213] Ulam, *Aventuras de un matemático*, pp. 64-65.
[214] Heims (1982), p. 42.

Von Neumann salió de Hungría en 1921 para ir a Berlín, Gotinga y Princeton. Su amistad con Wigner continuó en la capital alemana donde, al ser extranjeros y no estar integrados en la estructura social, se unieron de una forma muy especial[215]. Se reunieron de nuevo en Princeton y siguieron siendo amigos hasta la muerte de Neumann en 1957 a causa de un cáncer.

En 1936, Von Neumann invitó a Ulam al Institute for Advanced Study en Princeton, donde entablaron amistad. Sus conversaciones no se limitaban a las matemáticas, sino que también compartían bromas y cotilleos. Los dos hombres habían crecido en un entorno similar, en Europa Central y en el seno de familias judías ricas y cultas. El padre de Ulam era un banquero de Lwow, Polonia, y el de Von Neumann, un banquero de Budapest, Hungría. Durante la segunda guerra mundial Ulam y Von Neumann trabajaron en Los Álamos, y Ulam apoyaba la visión de Neumann de las ilimitadas posibilidades de la informática. De la libre interacción de sus ideas surgieron grandes avances en la matemática aplicada: el método Monte Carlo, los experimentos matemáticos utilizando una computadora, los autómatas celulares y las simulaciones de patrones de crecimiento.

A juzgar por su fantástico poder matemático y su capacidad de movilizar los diversos recursos conceptuales y económicos que llevaron a la primera computadora, uno podría pensar que Von Neumann tenía una enorme confianza en sí mismo. Sin embargo,

[215] Abelson, P. (1965). «Relation of group activity to creativity in science», *Daedalus* (verano de 1965), p. 607.

Ulam escribe acerca de las dudas de su amigo en su muy informativa obra *Adventures of a mathematician.* Gian-Carlo Rota también comenta: «Igual que cualquiera que trabaja con abstracciones, Von Neumann necesitaba que le tranquilizaran constantemente sus dudas profundas y recurrentes»[216].

Figura 5.6. Paul Erdös (derecha), matemático húngaro, con uno de sus amigos, Aryeh Dvoretsky. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Otro matemático húngaro, Paul Erdös, es legendario por la cantidad y la importancia de sus colaboraciones. En la década de 1911 encabezó un grupo de jóvenes hombres y mujeres, el autodenominado «Grupo Anónimo», que se reunía semanalmente

[216] Rota, G.C. (1987). «The lost café», *Los Alamos Science,* edición especial, 26, p. 26.

para investigar cuestiones de matemática discreta. (En el capítulo 6 trataremos más de este grupo).

Mucho tiempo después de la disolución del Grupo Anónimo, Erdös siguió encontrando colaboradores en todas partes. Publicó en total alrededor de mil quinientos artículos, tan sólo superado por el inmortal Leonhard Euler. Se dice que en una ocasión en la que Erdös tuvo que hacer un viaje largo en el tren, escribió un artículo en colaboración ¡con el revisor del tren!

Existe un número que lleva el nombre de «número de Erdös», y todos los matemáticos tienen uno. Si alguien había colaborado directamente con Erdös, el número Erdös que le corresponde es 1. A quien nunca haya colaborado directamente con él, pero sí con alguno de sus colaboradores, le corresponde el número Erdös 2. Y así sucesivamente. El número Erdös de los matemáticos conocidos y en activo mientras también lo estuvo Erdös será casi seguro inferior a 10. Y si uno no tiene un número Erdös finito, su número Erdös será infinito. Al propio Erdös, por supuesto, el número Erdös que le correspondía era el cero. Quien colaboraba con Erdös solía tener que completar los detalles y redactar los resultados para su publicación. Lo habitual era que Erdös creara el problema. Si uno tenía la suerte de lograr ser uno de sus muchos amigos matemáticos, de vez en cuando Erdös aparecía en casa y anunciaba «¡mi mente está abierta!», y en los días subsiguientes, tal vez una semana o dos, el anfitrión o su esposa tenían el privilegio de proporcionarle comida, alojamiento, hacerle de chófer y permitirle usar el teléfono para conferencias de larga distancia. Después se iba. Si se quedaba más tiempo del que uno podía tolerar, no había ningún problema en pedirle que se marchara.

En una ocasión, en la Universidad de Stanford, Erdös se instaló en casa de su amigo Gabor Szegö sin dar ninguna señal de marcha inminente. Una noche, la esposa de Szegö se encontró con su amigo Andras Vázsony en una fiesta y le dijo: «Erdös llegó a casa hace tres semanas y todavía sigue ahí. Ya no sé qué hacer». Vázsony le dijo «ningún problema, dile que se vaya». «No podría hacerlo», dijo ella, «lo queremos mucho y no podría insultarle». «Haz lo que te digo», insistió Vázsony, «no se sentirá insultado en absoluto». Una hora más tarde, Erdös se acercó a Vázsony y le pidió que le llevara en coche hasta un hotel. «¿Qué ha ocurrido?», le preguntó Vázsony, todo inocencia. «Nada, la señora Szegö me ha pedido que me vaya porque ya me he quedado demasiado tiempo», respondió imperturbable[217].

La colaboración entre Erdös y el probabilista polaco Mark Kac es famosa. Erdös se encontraba entre el público en el Institute for Advanced Study en Princeton en una ocasión en que Kac pronunció una conferencia en la que reveló un hecho asombroso: el número de factores primos de un número entero aleatorio está distribuido en forma de curva de campana. Por desgracia, a Kac todavía le faltaba una complicada estimación para poder rematar la demostración. En aquella época, Erdös no sabía nada de probabilidad, así que había estado dormitando, pero se despertó cuando Kac dijo «divisor

[217] Schechter, B. (1998). My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdös. Nueva York: Simon and Schuster, p. 196.

primo». Antes del final de la conferencia, Erdös le había enseñado a Kac la prueba que le faltaba.

Algo parecido ocurrió con el teórico de los números noruego Atle Selberg, pero con un final menos feliz. Selberg tuvo una conversación con Erdös en una época en la que perseguía incansablemente la prueba «elemental» que le faltaba desde hacía tiempo al teorema de los números primos (donde se explica cómo se distribuyen asintótica y logarítmicamente los números primos). Erdös le proporcionó a Selberg en poco tiempo una prueba para cubrir el difícil vacío que le estaba creando problemas al noruego. Por desgracia, pronto se corrió la voz, y al cabo de pocos días le dieron a Selberg la emocionante noticia de que «Erdös y un matemático escandinavo» habían encontrado la prueba elemental que faltaba. Selberg se sintió tan ofendido que se creó una brecha permanente entre ambos. El incidente le resultó todavía más doloroso a Erdös ya que a él nunca le había importado compartir ideas o méritos.

Aunque se suele describir a Erdös como un personaje peculiar y excéntrico, siempre inspiró más cariño que burla. Es cierto que no tuvo residencia o trabajo permanente, y que llevaba todo lo que necesitaba en una maleta medio vacía. Durante la mayor parte de su vida, su madre fue su compañera constante. Cuando salió de Hungría para trasladarse al Reino Unido, a los veintipocos años, parecía como si nunca antes hubiera tenido que hacer nada por sí mismo, pero todos aquellos que lo conocieron durante su larga y extremadamente productiva vida opinaban que sus rasgos más destacados eran su amabilidad y su total ausencia de egoísmo. Ingenua e inocentemente, esperaba que los demás hicieran mucho por él, pero siempre estaba dispuesto a compartir todo lo que tenía con cualquiera que lo necesitara o que pudiera aprovechar su ayuda. Cuando ganaba algún premio, entregaba inmediatamente el dinero a otros matemáticos que lo necesitaban más que él.

§. Gödel y Einstein

Otra famosa amistad, y de lo más peculiar, fue la que mantuvieron el lógico matemático Kurt Gödel, en aquel momento de treinta y algunos años, y Albert Einstein, el físico de fama mundial, cuando éste ya tenía más de setenta años.

Gödel es famoso por su «teorema de la incompletitud»: cualquier lenguaje formal y cualquier sistema de axiomas formales que sean lo bastante fuertes para generar el sistema de números naturales, incluirán también necesariamente una frase o fórmula «indecidible» que los axiomas no pueden ni demostrar ni refutar.

A Gödel y a Einstein solía vérseles caminando juntos en Princeton,enfrascados en conversación y hablando en alemán. Aunque eran muy diferentes, «valoraban enormemente la compañía del otro»[218]. Einstein era simpático, solía estar de buen humor, mientras que Gödel era temeroso, le costaba relacionarse y había pasado por varios episodios de depresión.

[218] Goldstein, R. (2006). *Incompleteness: The proof and the paradox of Kurt Gödel (Great discoveries)*. Nueva York: W.W. Thornton, p. 29.

Figura 5.7. Albert Einstein y Kurt Gödel, amigos en Princeton. Cortesía de The Shelby White and Leon Levy Archives Center, Institute for Advanced Study, Princeton, NJ, EE.UU. Donación de Dorothy Morgenstern Thomas.

A pesar de estas diferencias, los dos hombres escribieron entusiasmados sobre lo valiosa que era su relación. Gödel le escribió a su madre que «simplemente, no hay nadie más en el mundo con quien hablar, al menos no del modo en el que yo podía hacerlo con Einstein»[219]. Mucha gente se hizo preguntas acerca de esta extraña relación, pero a la novelista Rebeca Goldstein le parece comprensible: «Por muy extraño que pueda parecer en el caso de hombres cuyas contribuciones les llevaron a la celebridad, eran exiliados intelectuales... creo que eran compañeros exiliados, en el

[219] Ibíd., p. 33.

sentido en el que es posible que un pensador sea un exiliado»[220]. Einstein se había autoexiliado en su persistente búsqueda de una teoría unificada de campos, una búsqueda que se prolongó muchos años, en una época en la que la física teórica centraba su interés en la teoría cuántica, y Gödel se autoexilió de prácticamente todo el resto del mundo.

Einstein murió primero. El único vínculo estable de Gödel era su esposa Adele. Cuando Adele enfermó y se vieron obligados a vivir separados, Gödel se convenció a sí mismo de que cualquier alimento que no hubiera preparado Adele podría tener el objetivo de envenenarlo. La fatal consecuencia de esto ya ha sido descrita en el capítulo anterior.

§. Matrimonios matemáticos

Hablaremos ahora de dos ejemplos de apoyo y amor mutuo entre parejas de matemáticos casados. El primero, la extraordinaria colaboración matemática entre Grace Emily Chisholm (1878-1944) y William Henry Young (1863-1944). Grace y William dejaron tras ellos una gran cantidad de documentos y de cartas que fueron utilizados por Ivor Grattan-Guinness para escribir «A mathematical unión»[221]. Su artículo, en el que cita muchas de las cartas de los Young, es la fuente de esta crónica.

William Young obtuvo una beca en matemáticas en la Universidad de Cambridge a los dieciséis años. Después de graduarse, pasaba

---

[220] Ibíd.

[221] Grattan-Guinness, Ivor (1972). «A mathematical unión»,*Annals of Science* 29 (2), pp. 105-186.

su tiempo libre y gastaba el dinero que le sobraba en practicar deportes, en especial, remo. En 1888, fue nombrado profesor de matemáticas en la escuela universitaria para mujeres de Girton. Mientras trabajó allí logró ahorrar seis mil libras para un futuro viaje de placer. «Sin embargo, estos planes fueron interrumpidos de repente, cuando a principios del año 1896, se enamoró de Grace Emily Chisholm»[222].

Grace había superado los exámenes superiores de Cambridge en 1885 a la edad de diecisiete años. Su familia la alentó a dedicarse a las obras de caridad, tales como visitar aquellas zonas más pobres de Londres donde la policía sólo se atrevía a aventurarse en pareja. Grace, sin embargo, estudió matemáticas y obtuvo una prestigiosa beca en Girton College, en Cambridge, pero quedó desencantada al cabo de poco tiempo. Escribió que en Cambridge se creía que «las matemáticas habían alcanzado el punto máximo de perfección y que lo único que quedaba por hacer era completar los detalles». Del catedrático Arthur Cayley, el famoso matemático que reinaba en Cambridge, escribió: «Cayley se sentaba, igual que una figura de Buda, en su pedestal, un peso muerto en la escuela de matemáticas de Cambridge». Las clases magistrales de Cayley eran «un flujo de palabras... poliedros con vértices que surgían constantemente de rostros triangulares, iguales a los cristales que aparecen en una solución, árboles cuyas ramas salían en todas direcciones sucediéndose una tras otra sin interrupción, en esta y aquella dirección alrededor de la magistral cabeza, o que surgían de debajo

[222] Ibíd., p. 115

de sus ondeantes mangas mientras permanecía en pie de espaldas a su público, hablando y escribiendo al mismo tiempo en la pizarra»[223].

Grace oyó hablar del señor Young. Como profesor, tenía la reputación de someter a sus alumnos a examen tras examen y de hacer llorar a sus alumnas. Así que Grace decidió no ir a estudiar con él sino con el señor Berry en King's College, pero cuando Grace llegó al tercer curso, el señor Berry se tomó un año sabático y a Grace le asignaron a William Young como profesor temporal.

Figura 5.8. Grace Chisholm Young. Fuente: More Mathematical People: Contemporary Conversations. Eds. Donald J. Albers, Gerald L. Alexanderson y Constance Reid.

[223] Ibíd., p. 118.

La primera vez que le vio, Grace estaba sentada junto a la ventana en casa de un amigo. «Aquel temido señor Young, ese as de las matemáticas, era un joven apenas mayor que ella.

Figura 5.9. William Young, analista británico, marido de Grace.

El rostro, al que le daba sombra un sencillo gorro de marinero que llevaba los colores de su universidad, era un rostro elegante de aspecto marmóreo debido a unos rasgos de líneas puras y al tono claro y delicado de la piel... La mirada fija de sus ojos y el ligero movimiento de los labios, como si estuviera hablando, indicaban de manera clara que estaba trabajando en algún problema matemático, mientras pasaba ante ella y desaparecía bajo el arco»[224].

[224] Ibíd., p. 121.

Gracias a las clases de Will, Grace se graduó con matrícula de honor en Cambridge en el año 1892, y a continuación viajó a Gotinga para realizar estudios de posgrado. En sus cartas, habló a su familia de su profesor Felix Klein, a quien la presencia de una estudiante no le era indiferente: «... en lugar de empezar con su habitual "¡caballeros!", saludaba a los alumnos con "¡oyentes!" (*Meine Zuhörer*) y con una peculiar sonrisa; en una o dos ocasiones se olvidó y dejó caer otra vez el "caballeros", pero se corrigió a sí mismo con otra sonrisa, una sonrisa de lo más franca y agradable, todo su rostro se ilumina con ella»[225]. En 1895, Grace se doctoró con una tesis en la que aplicó la teoría de grupo de Klein a la trigonometría esférica, lo que constituyó un tremendo triunfo puesto que era el primer doctorado concedido a una mujer en Alemania en cualquier disciplina. El doctorado de Sonia Kovalevskaya había sido conseguido de forma no oficial puesto que en Gotinga no había asistido a clase, ni tampoco se había sometido a un examen oral.

A principios de febrero Will pidió a Grace en matrimonio. «Cuando Grace le dijo que no podía casarse con él ni tampoco con nadie más, Will no oyó ni una sola palabra... ella no tardó en enamorarse profundamente de él, y nunca se atrevió a desilusionarle acerca de su compromiso»[226]. Aquél fue el momento en el que Will empezó a plantearse por primera vez la posibilidad de dedicarse a la investigación. Estaba convencido de que, aunque no podría igualar

[225] Ibíd., p. 123.
[226] Ibíd., p. 131.

el talento de su esposa, podría al menos ser capaz de realizar alguna contribución propia.

Un año después de la boda, llegaba su primer hijo, Frank, y decidieron trasladarse a Gotinga. Grace escribiría: «en Cambridge, la búsqueda del aprendizaje puro era imposible... todo conducía a los exámenes, todo se juzgaba según criterios de examen. No existía el intercambio de ideas, ni el aliento, ni tampoco la generosidad»[227]. Su marido, igual que la mayor parte del profesorado, trabajaba duro para sostener a su familia: enseñaba en Girton y Newnham y presidía tribunales de exámenes locales. Este tipo de trabajo le permitió proporcionarle a su esposa el confort y el lujo que él consideraba importante, un punto de vista que, sin embargo, Chisholm rechazaba, puesto que, en su opinión, menoscababa los valores de la más antigua sociedad inglesa.

En Gotinga, y alentado por Klein, Will escribió su primer artículo original en el que abordaba problemas de geometría. En aquel momento, cuando Will ya tenía treinta y cinco años, ambos se incorporaron a la investigación a tiempo completo. Pocos años más tarde, las necesidades económicas obligaron a Will a regresar a Peterhouse en Cambridge mientras Grace y su hijo se quedaban en Gotinga. Este sería su patrón de vida durante muchos años, Will viajando y regresando al hogar familiar mientras Grace educaba a la familia y proseguía con sus propios y diferentes intereses, al mismo tiempo que los dos trabajaban intensamente en matemáticas.

[227] Ibíd., pp. 131-132.

En el año 1900, Klein les sugirió que leyeran dos artículos de Arthur Schoenflies que trataban de la revolucionaria teoría de Georg Cantor sobre conjuntos infinitos. Fue un consejo excelente. La teoría de conjuntos, y su aplicación al análisis matemático, sería el campo en el que Grace y Will trabajarían durante los siguientes veinticinco años.

> *A medida que avanzaba su trabajo, tuvo lugar un extraordinario cambio... Will tenía una mente matemática profunda y original, y, en el campo al que dedicó toda su atención, era una de las mejores mentes del mundo... Grace se convirtió en su secretaria y asistente, y si bien ella era perfectamente capaz de realizar sus propias contribuciones originales, necesitaba ver cómo el torrente de ideas que fluía de ella era perfeccionado y presentado en forma de teoremas y resultados rigurosos... El éxito del inicio tardío de Will se debía al apoyo que recibió de su esposa, dotada de un gran talento. En los veinticinco años que dedicaron a la investigación matemática, publicaron conjuntamente tres libros y alrededor de doscientos cincuenta artículos. Cuando estaban separados, sus cartas analizaban constantemente cuestiones matemáticas, y cuando estaban juntos, su conversación la dominaban los mismos temas*[228].

En una de sus cartas, Will justificaba el hecho de que, con frecuencia, publicara artículos de su trabajo conjunto únicamente con su nombre.

---

[228] Ibíd., p. 140.

> *Nuestros artículos deberían ser publicados con nuestros dos nombres, pero si lo hiciéramos, ninguno de los dos sacaría provecho de ello. Míos ahora, los laureles y el conocimiento. Tuyo, sólo el conocimiento. Ahora todo a mi nombre, y más adelante, cuando ya no podamos procurarnos así los panes y los peces, todo o casi todo con tu nombre... El caso es que debemos inundar a las sociedades con artículos. No todos deben estar a la altura de los estándares continentales, pero deben exhibir el conocimiento que otros no tienen, y tienen que ser numerosos*[229].

Al llegar el año 1904, Will había construido de forma independiente su propia teoría de la integración, equivalente a la de Lebesgue, que había sido publicada antes. La integral de Lebesgue es una de las piedras angulares del análisis funcional. El enfoque de Young era significativo en aquel momento, y algunos autores posteriores lo prefirieron al de Lebesgue. Justo antes de Pascua de 1907, Will fue nombrado miembro de la Royal Society.

En febrero del año 1900 nacía su segunda hija, Rosalind Cecilia Hildegard, en diciembre de 1901, llegaba la tercera, Janet Dorothea Ernestine, y la cuarta, Helen Marian Kinnear en septiembre de 1903. En julio de 1904, Grace traía al mundo a Laurence, que al crecer se convertiría en matemático y ocuparía durante muchos años una plaza de profesor numerario en la Universidad de Wisconsin. Siguiendo la tradición familiar, la hija de Lawrence,

[229] Ibíd., pp. 141-142.

Sylvia Wiegand se convirtió en algebrista de la Universidad de Nebraska y en presidenta de la asociación de mujeres matemáticas.

El último hijo de los Young, Patrick Chisholm, nació en marzo de 1908. Aquel año, se trasladaron de Gotinga a Suiza. En 1908, Will publicó casi veinte artículos, y veintidós en 1910, y sin embargo, sus candidaturas a una cátedra fueron rechazadas por la Universidad de Liverpool en 1909, por las de Durham y Cambridge en 1910, y por la de Edimburgo y el King's College de Londres en 1912.

En la biografía conjunta de Grace y Will escrita por Grattan-Guinness, éste escribe:

> *parece increíble que un hombre que estaba produciendo tanta investigación, y tan profunda, no pudiera lograr una plaza fija en su propio país... su carrera había sido de un poco convencionalismo imperdonable: después del tiempo que pasó enseñando en Cambridge, no había ocupado ningún puesto fijo, ya había llegado a una edad mediana y vivía en el extranjero, y tuvo un repentino estallido de trabajo original después de años de silencio. Will había roto las reglas, y no se le permitía reincorporarse a las filas... pero Will no era la persona más fácil con la que convivir o a la que conocer. Sus cartas muestran su impaciencia y su excesiva sensibilidad, y su deseo de imponer su punto de vista sobre el de los demás*[230].

[230] Ibíd., p. 148.

Finalmente, en agosto de 1913, Will obtuvo la cátedra Hardinge de matemáticas en la Universidad de Calcuta, con un sueldo de mil libras anuales más gastos para unos pocos meses de clase al año. Sin embargo, Will le escribió a Grace: «el sol es un enemigo feroz... con la malaria, la viruela, la fiebre tifoidea y las insolaciones, uno debería recibir un soborno muy importante para venir aquí»[231].

En aquel momento, Grace empezó a escribir artículos y a firmarlos otra vez con su propio nombre. Escribió una serie de artículos que trataban del razonamiento del cálculo diferencial, y empezó con buenos auspicios, publicó un artículo en 1914 en la revista sueca *Acta mathematica*, y alcanzó el apogeo con un largo ensayo por el que fue galardonada con el premio Gamble en Cambridge en el año 1915.

> *Cuando Will estaba en casa, monopolizaba por completo la vida y los deberes de Grace, no podía evitarlo, y se dio cuenta de que una de las ventajas de viajar era que así le daba a Grace un período de tranquilidad en el que trabajar sin que nadie la molestara*[232].

En 1914 estalló la Gran Guerra. Su hijo mayor, Frankie, interrumpió sus estudios de ingeniería en Lausana para presentarse voluntario al Royal Flying Corps. El 14 de febrero de 1917, a 2800 metros de altura, nueve cazas alemanes lanzaron un ataque contra el avión de Frank, que recibió un tiro en la cabeza y murió[233].

Grace escribiría más tarde:

---

[231] Ibíd., p. 149

[232] Ibíd., p. 151.

[233] Ibíd., p. 156.

era domingo por la mañana, el 18 de febrero, cuando alguien llamó a la puerta. ¡Ah! Que la campana de la puerta suene en un momento tan inesperado suele siempre significar una sola cosa. ¡Qué cierto es! Ahí delante esperaba el cartero con un telegrama. Lo abrí, «Ministerio de la Guerra...». ¡Vosotros, los cientos de miles que habéis pasado por lo que pasamos nosotros podéis imaginar las tremendas horas de agonía[234]!

Grace y Will se enteraron de que Émile Picard y Jacques Hadamard habían perdido dos hijos cada uno; Emile Borel, a su hijo adoptado; que el hijo menor de E.W. Hobson había sufrido una crisis nerviosa; y que George Polya había perdido a su hermano.

Will siguió trabajando y durante los años 1916 y 1917 publicó más de veinte artículos. Aquel verano, le fue concedida la medalla De Morgan de la London Mathematical Society, un galardón otorgado cada tres años que premiaba contribuciones destacadas a las matemáticas. En 1919 obtuvo una cátedra en la Universidad de Gales, en Aberystwyth. Tenía alrededor de cincuenta y cinco años. Sir Graham Sutton, que visitó Aberystwyth en otoño de 1920, escribiría más tarde:

Will era un hombre alto y vigoroso con la barba más inmensa que jamás he visto. La primera impresión que se llevaba uno de él era que rebosaba energía. Todo lo que hacía lo hacía deprisa, era dado a hablar con gran franqueza pero cuando quería, podía ser el hombre más convincente y encantador... hizo que las matemáticas

[234] Ibíd

> *fueran excitantes. Fue una de las experiencias más memorables de mi vida, sentarse a los pies de alguien que sabía tanto de matemáticas*[235].

Will presidió la London Mathematical Society durante un mandato. En su discurso de despedida, en noviembre de 1922, también anunció que se retiraba de la investigación matemática activa. No sólo su capacidad había disminuido, sino que Grace tampoco podía ya mantener su papel en su asociación. Terminó su discurso con una cita de la despedida de Próspero en La Tempestad: «pero aquí abjuro de esta violenta magia... romperé mi vara, la enterraré a varias brazas en el suelo, y echaré al agua mi libro, más hondo de lo que jamás llegó ninguna sonda»[236].

Para Grace, la jubilación de Will significó la libertad de poder alcanzar algún objetivo propio importante. Sufría de cálculos biliares y las tareas del hogar, cuidar los jardines y las viñas, hacer mermelada y vino, le tomaban mucho tiempo, y sin embargo, en 1929 empezó a escribir *The Crown of England*, una novela histórica al estilo de las de Sir Walter Scott. El trabajo exigía una enorme cantidad de fuentes originales, y le costó cinco años acabarlo; la obra tenía casi cuatrocientas páginas, además de ilustraciones dibujadas por ella misma. Will presentó el libro a varios editores durante sus visitas a Londres, pero ninguno de ellos lo aceptó.

[235] Ibíd., p. 163.
[236] Ibíd., p. 166. Shakespeare, *La Tempestad*, acto V, esc. 1, p. 154.

En 1929, Will asumió la presidencia de la International Mathematical Union. Tenía planes ambiciosos para reformar la organización internacional de matemáticas, pero a pesar de sus muchos esfuerzos, no lo logró. «La decepción y la desilusión se cernieron sobre la mayor parte de su vida a partir de aquel momento»[237].

Cuando estalló la segunda guerra mundial, Grace estaba en Inglaterra. Regresar a Suiza para reunirse con Will hubiera exigido una peligrosa travesía por mar hasta España y después un arriesgado viaje cruzando ese país y las zonas no ocupadas de Francia. Su salud no podía resistir ese esfuerzo. Will, atacado por la senilidad, fue trasladado a un asilo, y murió el siete de julio de 1942, pocos meses antes de cumplir setenta y nueve años. A Grace, la muerte de Will le supuso un alivio. «Ésta es la solución»[238]. En marzo de 1944 se propuso su candidatura para el raro galardón de profesora honoraria del Girton College, pero antes que pudiera ser aprobada, Grace murió víctima de un ataque al corazón la tarde del día 19, dos semanas antes de cumplir setenta y seis años.

§. Julia y Raphael Robinson

El matrimonio entre Grace Chisholm y Will Young había sido controlado y modelado por la relación entre sexos tal como era a principios del siglo XX, antes de la Gran Guerra, el nombre con el que se conocía entonces a la primera guerra mundial, y durante el

[237] Ibíd., p. 177.
[238] Ibíd., p. 181.

período de entreguerras. La historia del matrimonio de Julia Bowman y Raphael Robinson, según la explica la hermana de Julia, la autora Constance Reid, en un breve libro titulado *Julia*, ilustra los cambios sufridos por las relaciones entre hombres y mujeres en las décadas recientes. La biografía que escribió Constance de su hermana está redactada en primera persona. Mientras Constance la escribía en el año 1985, Julia, a la edad de sesenta y cinco años, estaba muriendo de leucemia, pese a lo cual, escuchó y aprobó todo lo que escribió Constance.

Julia Robinson se hizo famosa por el papel fundamental desempeñado en la resolución del problema número 10 de la lista de noventa y tres problemas propuestos por David Hilbert en el congreso internacional de 1900. Éste es el enunciado del décimo problema: encontrar un método o algoritmo que determine si una ecuación polinómica con coeficientes enteros tiene solución entera (lo que se conoce con el nombre de «ecuación diofántica»). Junto a Martin Davis y Hilary Putnam de Estados Unidos, Julia Robinson obtuvo resultados parciales que, una vez completados por el joven ruso Yuri Matyasevich, demostraron que un algoritmo así no existe.

La vida de Julia como matemática estuvo estrechamente ligada a la de su marido Raphael, profesor de matemáticas en Berkeley. De niña, Julia contrajo la escarlatina, y después fiebre reumática, lo que la obligó a permanecer en cama casi dos años. Sin que ella lo supiera en aquel momento, sufrió daños en el corazón que la afectarían el resto de su vida. Estas experiencias le enseñaron a tener paciencia (un rasgo importante para los matemáticos). En el instituto se matriculó en clases de matemáticas, donde, muy a menudo, solía ser la única chica. Más tarde, en la Universidad Estatal de San Diego quiso estudiar matemáticas, pero los cursos que ofrecía la universidad eran limitados, puesto que en esa época esta universidad todavía no ofrecía estudios de posgrado. Hasta que no se trasladó a estudiar a la Universidad de Berkeley, Julia Bowman no encontró los retos y los estímulos que necesitaba.

Citamos del libro de Reid tal como lo escribió la autora, en la primera persona de Julia Robinson:

> *En Berkeley me sentía muy feliz, de verdad, sumamente feliz. La mía es la historia del patito feo. En San Diego no había nadie como yo... de repente, en Berkeley, descubrí que yo era realmente un cisne... sin lugar a dudas, el mayor impacto matemático que recibí en Berkeley fue las clases particulares que recibí de Raphael* [239]. *Durante nuestros paseos, cada vez más frecuentes, me habló de varias cosas muy interesantes en matemáticas. En mi opinión, es un profesor excelente. Dudo de que yo me hubiera convertido en matemática si no hubiera sido por Raphael. Ha seguido enseñándome, me ha alentado, y me ha apoyado de muchos modos, entre ellos económicamente*[240]*... Me ofrecieron un trabajo como administrativa nocturna en Washington D.C. con un sueldo de mil doscientos dólares al año. Mi madre opinaba que debía aceptarlo, pero Raphael tenía otras ideas... pocas semanas*

[239] Reid (1996), p. 35.
[240] Ibíd., p. 38.

después del ataque de los japoneses a Pearl Harbor, Raphael y yo nos casamos[241].

A mediados de siglo, las normas para prevenir el nepotismo seguían vigentes. Un marido y su esposa no podían ser miembros del profesorado de la facultad de matemáticas de Berkeley al mismo tiempo. «A causa de las normas para evitar el nepotismo, yo no podía enseñar en el departamento de matemáticas, pero este hecho no me preocupaba especialmente. Ahora que estaba casada, esperaba y deseaba tener una familia»[242].

Figura 5.10. Raphael y Julia Robinson. Cortesía de Dolph Briscoe Center for American History, The University of Texas at Austin. Identificador: di_05556. Título: Raphael and Julia Robinson, Fecha: 1978/04. Fuente: Halmos (Paul) Photograph Collection.

[241] Ibíd., p. 37
[242] Ibíd., p. 43.

Julia quedó embarazada pero tuvo un aborto, tras lo cual, contrajo una neumonía viral. Su médico descubrió que tenía un grave problema de corazón y le aconsejó que bajo ninguna circunstancia se quedara embarazada de nuevo. Raphael le dijo a la madre de Julia que probablemente moriría antes de los cuarenta años, puesto que llegado aquel momento su corazón habría fallado por completo.

«Descubrir que no podíamos tener hijos me sumió en una larga y profunda depresión, hasta que Raphael me recordó que todavía quedaban las matemáticas»[243]. Empezó a preparar un doctorado con Alfred Tarski, el gran lógico que dirigía el grupo de lógica en Berkeley. No logró un puesto de profesora estable en Berkeley hasta que se anunció que había sido elegida para ingresar en la National Academy of Sciences (academia nacional de la ciencia) en 1976. Cuando la oficina de prensa de la universidad recibió la noticia, un miembro del departamento de prensa allí llamó al departamento de matemáticas para averiguar quién era Julia Robinson. «Pero si es la esposa del profesor Robinson». «Pues la esposa del profesor Robinson», replicó la persona que llamaba, «acaba de ser elegida para ingresar en la academia nacional de las ciencias»[244].

«La universidad me ofreció un puesto de profesora numeraria con obligación de enseñar unas diez horas por semana, y yo lo acepté»[245]. En 1982, Julia fue nombrada candidata a la presidencia de la American Mathematical Society. «Raphael opinaba que debía

---

[243] Ibíd., p. 45.
[244] Ibíd., p. 79.
[245] Ibíd.

rechazar la propuesta y reservar mi energía para las matemáticas, pero decidí que, como mujer y como matemática, no tenía más alternativa que aceptar. Estoy planeando utilizar su trabajo como el tema de mi discurso presidencial en la reunión de la AMS en Nueva Orleans este invierno»[246].

§. Amistades entre mujeres matemáticas

Las crónicas disponibles sobre mujeres y sus vínculos con otras mujeres en el mundo matemático son pocas. Hasta el impacto del movimiento feminista, las mujeres matemáticas, en las aulas y en el trabajo, solían estar rodeadas de hombres. Un alto porcentaje de estas mujeres estaban (y están) casadas con matemáticos, en quienes confían con frecuencia para hablar de su trabajo y recibir apoyo.

Con el aumento de la participación de las mujeres en la profesión matemática, empezaron a establecerse más amistades entre ellas. En un ensayo autobiográfico escrito al final de su vida, Olga Taussky-Todd recuerda su infancia en Olmutz, Austria (ahora en la República Checa). De niña, mantuvo estrechas relaciones con jóvenes mujeres con inclinaciones intelectuales, entre ellas su hermana. Sin embargo, después de matricularse en la Universidad de Viena, sólo trató con matemáticos varones. De aquellos años, describe a sus profesores, su investigación y sus presentaciones, una de las cuales desembocaría en un puesto temporal para enseñar en Gotinga, donde su tarea consistió en editar el trabajo de

[246] Ibíd., pp. 39, 79.

Hilbert sobre la teoría de números. Fue entonces cuando conoció a Emmy Noether, por la que sentía una gran admiración. Noether fue una de las más importantes matemáticas del siglo XX, la principal creadora del álgebra abstracta moderna. Como mujer, pacifista y judía, no se la consideró capacitada para ocupar una cátedra en Alemania, y pasó sus años más creativos como adjunta sin sueldo al profesorado de Gotinga.

Taussky-Todd escribe:

> *tuve la gran suerte de lograr su confianza gracias a un gesto que tuve hacia ella y que a mí me pareció muy natural, y nos hicimos buenas amigas. Presencié una escena en la que uno de los máximos responsables del departamento se dirigió a ella en un tono muy desagradable y que a mí no me gustó nada. Al día siguiente, le dije a ese hombre que su modo de dirigirse a Emmy me parecía indignante... y él se excusó ante la señorita Noether*[247].

Tras abandonar Gotinga, se encontraron de nuevo en el colegio universitario Bryn Mawr y empezaron a pasar más tiempo juntas. El atractivo de Bryn Mawr se debía a la reputación de Anna Pell Wheeler, directora del departamento de matemáticas y gran defensora de la participación de las mujeres en esta disciplina. Al invitar a Emmy Noether a su institución, Wheeler le dio al programa una visibilidad tal, que su departamento gozó de gran fama durante décadas. A la llegada de Olga Taussky a Estados Unidos en 1934,

[247] Taussky-Todd, O. (1985). *Ensayo autobiográfico*, en Albers, Donald J., y Alexanderson, G.L. (1985),*Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, p. 231.

Noether estaba enferma, aunque intentó ocultarles este hecho a sus colegas y alumnos y siguió dando clases y visitando Princeton. Taussky solía viajar con ella, unos viajes que fueron el punto culminante del año que pasó en Bryn Mawr[248]. La descripción que Taussky-Todd hace de Noether presenta a una mujer compleja: generosa, brillante, dedicada a sus amigos y a sus alumnos, pero también una persona con habilidades interpersonales limitadas que necesitaba el tipo de apoyo que le proporcionaba Taussky.

Posteriormente, Taussky regresó a Inglaterra, donde obtuvo una beca en la Universidad de Cambridge, y donde conoció a su futuro marido, Jack Todd, también matemático, con quien estableció un vínculo personal muy estrecho e intensamente intelectual. Durante la segunda guerra mundial colaboraron mutuamente en áreas aplicadas. En su ensayo autobiográfico, Taussky-Todd recuerda una extraordinaria cantidad de interacciones estimulantes y productivas con matemáticos a lo largo de toda su carrera, pero ninguna de esas colaboraciones igualó en impacto el que le causó su amistad con Emmy Noether.

La relación que mantuvieron estas dos mujeres tuvo un carácter bastante excepcional, según ilustran los descubrimientos de la psicóloga Ravenna Helson, que realizó una investigación sobre las mujeres matemáticas de la década de 1950. Entrevistó a mujeres a quienes sus colegas identificaban como creativas y descubrió que tenían menos amigos y colaboradores que sus homólogos masculinos.

---

[248] Ibíd., p. 325.

Figura 5.11. Olga Taussky-Todd, algebrista y teórica de los números austro-americana. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

A partir de este hallazgo (que resulta sorprendente puesto que, en general, las mujeres informan de un mayor número de vínculos interpersonales que los hombres), se plantearon dos cuestiones. La primera, que las mujeres en la década de 1950 tenían muy pocas colegas femeninas. Por ejemplo, Vera Pless, una matemática de la Universidad de Illinois, escribió que, en todos sus años de estudiante, nunca vio una condiscípula[249]. Aunque conocía el trabajo de Emmy Noether (que tal vez influyera en su elección de área de especialización, álgebra), lo cierto es que sólo trataba con

[249] Birman, J., *et al.* (1991).

hombres. La segunda cuestión es la del tiempo. En las entrevistas de Helson,

> *algunas de ellas mencionaron el exceso de trabajo y los bajos sueldos. Una de las participantes en el estudio habló de los escasos estímulos y de la falta de tiempo para ella misma que experimentó en un colegio universitario femenino; así que se trasladó a una universidad cuya biblioteca le encantaba y le proporcionaba estímulo intelectual, pero donde su carrera no avanzó al mismo ritmo que la de sus colegas varones que habían publicado menos*[250].

La experiencia de las mujeres matemáticas afroamericanas refleja lo complejas que pueden ser la discriminación y el apoyo mutuo. El tema de las mujeres, matemáticas o no, pertenecientes a las minorías aparece en varios capítulos de este libro. Ya mencionamos por primera vez a Vivienne Malone-Mayes en el capítulo 1, y dedicamos el capítulo 8 a cuestiones raciales.

Malone-Mayes fue estudiante de posgrado en la Universidad de Texas a principios de la década de 1960 y recordó su experiencia en aquella institución en una mesa redonda en la que participó: «En la Universidad de Texas en Austin, mi aislamiento personal fue total y absoluto, en especial durante el verano de 1971. En ocasiones, tuve la impresión de que me hubiera dado lo mismo matricularme en un curso por correspondencia. Tanto para los que lograron terminar el programa de posgrado como para los muchos que abandonaron a lo

[250] Helson, R. (2005). Comunicación personal.

largo del camino, la falta de intercambio con los condiscípulos constituyó un enorme obstáculo en el camino del éxito académico»[251].

Las diversas universidades trataban a las mujeres de modo diferente. Ya hemos visto en el capítulo 1 que en el Instituto Courant de la Universidad de Nueva York, a mediados de siglo, varios miembros del profesorado ya alentaban y apoyaban a las mujeres matemáticas.

Joan S. Birman, en la actualidad catedrática en la Universidad de Columbia, empezó sus estudios de posgrado a una edad algo avanzada. Mientras estudió en el Instituto Courant, encontró que sus condiscípulos, tanto varones como mujeres, estaban siempre dispuestos a interactuar con ella, y que se ayudaban los unos a los otros en la preparación de la defensa de su tesis. Esta experiencia en los primeros años de sus estudios la alentó a seguir colaborando asiduamente con sus colegas a lo largo de su carrera. Escribe:

> *a menudo me he preguntado: si la comunidad matemática les abriera los brazos a las mujeres ya mayores y estudiantes de posgrado de una forma seria y sin condescendencia, y si las mujeres rechazaran el mito de que la matemática es cosa de hombres jóvenes, ¿podríamos tal vez ver cambios reales en esta desalentadora situación y asistir a un aumento de esas cifras tan lamentablemente bajas*[252]?

---

[251] Case, B.A., y Legget, A.M. (eds). (2005). *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 189.

[252] Birman, J., *et al.* (1991), p. 702.

A principios de la década de 1970, la Universidad de Michigan admitió un número de estudiantes afroamericanos que superaba al de cualquier otra universidad. Janice Brown Walker hace una descripción positiva de su experiencia universitaria. Escribió:

> *[en otoño de 1971] me sentí aliviada y emocionada al ver que había más de seis estudiantes afroamericanos... [que] formaron un grupo muy unido que sigue existiendo. Éramos una familia. Celebrábamos los éxitos y compartíamos los fracasos... [este grupo] también formó el núcleo de una sociedad matemática organizada como un foro para darnos apoyo e información entre nosotros, nos dábamos charlas matemáticas los unos a los otros e interactuábamos socialmente... Sólo el número de estudiantes que participamos ya facilitó el desarrollo de un sentido grupal de poder, valor y autoestima. Por otra parte, fuimos bien aceptados y recibimos el apoyo de unos cuantos [estudiantes de posgrado y] miembros del profesorado*[253].

El poder de la amistad radica en la creación de un entorno donde poder explorar las nuevas ideas antes de someterlas al escrutinio más riguroso y crítico de la comunidad profesional en general. El psicólogo Howard Gardner escribe que los avances creativos se sustentan en los amigos, colaboradores y colegas de dos maneras: emocionalmente, «donde el creador recibe el aliento del apoyo incondicional», y cognitivamente, «donde el que da su apoyo intenta

[253] Case, B.A., *et al.*, p. 190.

comprender y proporcionar retroinformación útil sobre la naturaleza del avance»[254].

[254] Gardner (1993), p. 385

Capítulo 6
Comunidades matemáticas

Contenido:

¿En qué tipo de comunidades se reúnen los matemáticos? ¿Cómo configuran estas comunidades la vida de los matemáticos? Describiremos algunos grupos informales que se formaron para cubrir necesidades específicas de sus miembros. Integradas en las universidades o fuera de ellas, las comunidades que fueron alimentadas por una visión común han introducido cambios significativos en el mundo de las matemáticas.

§. Los de dentro y los de fuera

Stan Ulam ha escrito:

> *gran parte del desarrollo de las matemáticas ha tenido lugar en centros bien concretos. Éstos, grandes o pequeños, se han formado en torno a una sola persona o a unos pocos individuos, y a veces*

> *como resultado del trabajo de una serie de gente, un grupo en el que ha florecido la actividad matemática. En un grupo así, se comparten no sólo intereses, sino también unas inclinaciones y un carácter que se manifiestan tanto en la elección de temas de interés como en modos de pensar... Cada uno de los grandes centros de matemáticas del siglo XIX, como Gotinga, París y Cambridge (Inglaterra), ejerció su peculiar influencia en el desarrollo de las matemáticas*[255].

En este capítulo analizaremos las tres comunidades del siglo XX que gravitaron alrededor de los departamentos matemáticos universitarios: Gotinga en Alemania, entre la década de 1890 y la década de 1930; su ramificación neoyorquina, el Instituto Courant, que inició su andadura en la década de 1930; y el departamento de mecánica y matemáticas (Mekh-Math) de la Universidad Estatal de Moscú en su «época dorada» de la década de 1960. Gotinga y Moscú son ejemplos trágicos que dan fe de la fragilidad de las comunidades intelectuales bajo regímenes hostiles.

Observaremos asimismo cuatro comunidades, cuyos objetivos trascendían los puramente organizativos, fundadas por personas que compartían un poderoso objetivo o interés común y que no habían encontrado ninguna organización existente que sirviera a sus propósitos. Un ejemplo fue el de la Universidad del Pueblo Judío en Moscú entre los años 1978 y 1983, otro de ellos, el Grupo Anónimo de Budapest liderado por Paul Erdös, y uno más famoso

[255] Ulam, *Aventuras de un matemático*, p. 68.

aún sería el grupo francés Bourbaki. Bourbaki, inspirado originalmente por el deseo de renovar y de modernizar las matemáticas en Francia, centraría más tarde su trabajo en la producción de una serie de textos cuyo vínculo de unión consistía en una visión común que propugnaba lo que podían o deberían ser las matemáticas (formales, axiomáticas y abstractas) y que mantenía una actitud rebelde y combativa hacia el programa clásico francés de matemáticas que seguía postulando la teoría de la función analítica.

Nuestro último ejemplo es un grupo contemporáneo, la Association for Women in Mathematics (AWM, asociación de mujeres matemáticas), que proporciona un lugar de encuentro para las mujeres matemáticas y estudiantes de matemáticas, y cuyos miembros trabajan y luchan por mejorar su estatus y el reconocimiento que reciben. (La asociación no está restringida a las mujeres, también acepta miembros varones). Se trata de una comunidad de creencias y de prácticas que tiene mucho en común con la National Association of Mathematicians (NAM, asociación nacional de matemáticos), que aborda las necesidades y las preocupaciones de los matemáticos y estudiantes de matemáticas afroamericanos. También existe un grupo de matemáticos chicanos y nativos americanos, la Society of Chicanos and Native American in Science (SACNAS, sociedad de matemáticos chicanos y nativos americanos en ciencia), aunque ésta no se dedica exclusivamente a las matemáticas. Las comunicaciones electrónicas y los encuentros cara a cara contribuyen en gran medida al mantenimiento de estas comunidades contemporáneas, que son comparables al Grupo Anónimo o a Bourbaki por cuanto son autónomas, han sido creadas por sus propios miembros y se fundamentan en un interés común.

Es evidente que existen muchas comunidades matemáticas de diversos tamaños, tipos y duración que se solapan e interactúan: comunidades de investigación, comunidades de publicación, comunidades de enseñanza, e incluso también existen comunidades burocráticas (por ejemplo, los grupos de matemáticos asociados a la National Science Foundation, fundación nacional de la ciencia). Uno puede imaginar el conjunto de la comunidad matemática como la unión de todas estas sub comunidades de menor tamaño.

Los investigadores en activo siempre son, en cierto modo, miembros de comunidades en determinadas áreas temáticas. Algunos investigadores como Kurt Gödel y Andrew Wiles se han mostrado, durante una temporada, muy reservados, incluso secretistas; otros, como Bill Thurston y Paul Erdös, se han mostrado extrovertidos y comunicativos, pero, en cualquier caso, la investigación está motivada, y en último término evaluada, por alguna comunidad de algún tipo, ya sea vía el contacto personal o el electrónico. La lista de miembros de este tipo de comunidad es menos definida, y la pertenencia es una cuestión de grado, puede ser variable, e incluso controvertida.

El historiador David Rowe ha escrito:

> *Un tipo fundamentalmente nuevo de comunidad matemática ha hecho que los modos de comunicación e invención tradicionales del siglo XIX hayan quedado, en la actualidad y en su mayor parte,*

obsoletos. Las matemáticas hoy en día son esencialmente una cultura oral. Si uno quiere mantenerse al día, debe asistir a conferencias y talleres o, mejor todavía, estar asociado a un centro de investigación puntero donde se discutan constantemente los últimos avances de aquí o de otros centros más alejados. Hoy en día, cuando un resultado importante aparece ya impreso, es muy probable que haya dejado de ser una novedad; en cualquier caso, será imposible comprender el trabajo sin la ayuda de un «interventor» que ya conoce la idea fundamental de la argumentación gracias a alguna fuente oral[256].

En los veinte años desde que Rowe escribiera este párrafo, las redes de correo electrónico han transformado una vez más la comunicación matemática y la ha hecho mucho más rápida. Su argumento sobre la necesidad de estar «conectado al bucle» para mantenerse al día con la investigación vigente es mucho más válido en la actualidad.

En el American Institute of Mathematics de Palo Alto en California, y a lo largo de todo el año, se organizan talleres muy centrados en un solo tema y a los que se invita a varios matemáticos que estudian el mismo problema. Los investigadores allí reunidos pasan una semana en la que unen sus esfuerzos.

En febrero de 2009, Timothy Gowers, de la Universidad de Cambridge en Inglaterra, cuyo trabajo en combinatoria le ha hecho

[256] Rowe, D.E. (1989). «Klein, Hilbert and the Göttingen mathematical tradition», en M. Oleska (ed)., *Science in Germany: The intersection of instituitiona and intelectual issues. Osiris* 5, pp. 189-213.

merecedor de una medalla Fields, lanzó una forma totalmente nueva de colaboración matemática. Gowers lo bautizó Proyecto Polymath, y consistió en seleccionar cuidadosamente un problema, que se colgó en una página web de acceso público, con el siguiente enunciado: «encontrar una prueba elemental de un caso especial del teorema de la densidad de Hales y Jewett (DHJ), un resultado fundamental de la matemática combinatoria». Cualquiera que deseara participar podía colgar sugerencias o cálculos que condujeran a la resolución del problema. El experimento produjo resultados impresionantes. En unas pocas semanas, y gracias al esfuerzo compartido de más de dos docenas de personas de varios países que propusieron soluciones, pudo resolverse un problema de gran importancia. Gowers escribió:

> *Este ejercicio de colaboración analítica se inició el día 1 de febrero, y el arranque fue lento; pasaron más de siete horas antes que Jozsef Solymosi, un matemático de la Universidad de British Columbia en Vancouver, hiciera el primer comentario. Trece minutos más tarde, llegaba un segundo comentario procedente de un profesor de instituto de Arizona, Jason Dyer, y tres minutos después, el de Terence Tao (galardonado con una medalla Fields, el máximo honor en matemáticas) de la Universidad de California, Los Ángeles. A lo largo de los 37 días siguientes, participaron 27 personas, escribiendo aproximadamente ochocientos comentarios significativos que contenían ciento setenta mil palabras... el avance fue mucho más rápido de lo que nadie esperaba. El 10 de marzo, Gowers anunció que estaba bastante seguro de que los*

> *participantes en Polymath habían descubierto una prueba elemental de ese caso especial de DHJ, y también algo muy sorprendente, que el argumento podía ser generalizado de forma clara para demostrar todo el teorema*[257].

¿Dónde se encuentra el aspecto emocional de esto? En cualquier comunidad participan miembros y personas que no lo son. Ser una comunidad significa incluir y excluir. Pertenecer a una comunidad proporciona derechos y privilegios, y la no pertenencia excluye todos o algunos de estos derechos y privilegios. Tal vez haya algunas personas que desearían estar incluidas, pero que son excluidas. Así que, por supuesto, la pertenencia o no pertenencia a una comunidad tiene un aspecto emocional. La pertenencia ofrece seguridad y significa solidaridad, mientras que la exclusión, cualquiera que sea la razón, buena o mala, puede provocar resentimiento y hostilidad.

Lo ideal sería que el acceso a la comunidad matemática dependiera únicamente del mérito matemático. Un matemático creativo, o hábil en la resolución de problemas difíciles o capaz de inventar conceptos interesantes, debería ser acogido con los brazos abiertos. Y, en general, eso es lo que suele ocurrir.

Por otra parte, las cosas no son siempre tan sencillas. La comunidad matemática nunca existió en un vacío. Alguien tiene que pagar las facturas, y los fondos tienen que venir de algún lugar.

[257] Gowers, T., y Nielson, M. (2009). «Massively collaborative mathematics», *Nature* 461, pp. 897-881.

Como veremos en este capítulo, el dinero puede llevar adjuntos valores y prejuicios, prejuicios políticos, prejuicios nacionalistas, prejuicios religiosos, de raza, de género y de edad. En el siguiente capítulo veremos el precio que pagaron Sophie Germain, Sonia Kovalevskaya y Emmy Noether por ser mujeres; también son relevantes las cuestiones de raza, de idioma, de nacionalidad y de ideología, el ejemplo de las cuales lo encontramos en la Guerra Fría. La edad puede ser asimismo un problema si uno es demasiado joven o demasiado mayor (véase el capítulo 7).

Hay quien opina que su incorporación a la comunidad matemática fue un proceso difícil y, en ocasiones, desalentador. En una ocasión, al famoso matemático y estadístico Herbert Robbins le preguntaron: « ¿hubo algún matemático que le ofreciera guía y aliento durante los períodos críticos de su desarrollo profesional?». «No», respondió, «lo que me dieron fue algo quizá más importante. Los matemáticos destacados que conocí me dieron ganas de decirles, "tú, hijo de la gran puta, tú crees que eres inteligente y que yo soy tonto. ¡Pues voy a demostrarte que yo también puedo hacerlo!". Era como ser el nuevo del barrio. Sales a la calle y el primer chico que te encuentras se acerca a ti, te suelta un puñetazo y te tumba. Eso no es precisamente guía y aliento, pero bueno, tiene su efecto». En la misma entrevista, Robbins también declaró, sin embargo, que «Marston Morse me causó una profunda impresión. Pude ver su ardiente pasión creativa... era, en cierto modo, el tipo de persona que a mí me hubiera gustado ser»[258].

---

[258] Albers y Aleksanderson (eds). (1985).

Entre los matemáticos, se han hecho famosas algunas patéticas historias de promesas incumplidas y de exclusión y Eric Temple Bell las ha explicado en el muy difundido libro *Men of Mathematics*. Evariste Galois (1811-1832) murió antes de cumplir veintiún años en un absurdo y estúpido duelo. Ya había llamado la atención y destacado como un matemático joven y brillante que había llegado, por sí solo, hasta lo más profundo de la teoría de polinomios, el álgebra de permutación de las raíces, lo que ahora llamamos la teoría de Galois. Ahora bien, era la época de la restauración de la monarquía borbónica en Francia que siguió a la Revolución Francesa a finales del siglo XVIII. El padre de Galois había tomado partido por la revolución, y la persecución a la que le sometieron los monárquicos y los sacerdotes le empujó al suicidio. El joven Evariste también era un revolucionario y por eso, en su tiempo, su profunda y transformadora contribución al álgebra no fue ni aceptada ni comprendida. El mundo establecido de las matemáticas, dominado entonces por el gran y famoso AugustinLouis Cauchy (1789-1857), un monárquico y católico muy piadoso y reverente, había marginado a Galois.

En la misma época, Niels Abel (1802-1829) también destacó por su brillantez, tanto en el campo de las ecuaciones polinómicas como en el todavía joven campo de la teoría analítica de funciones. Tuvo la desgracia de ser noruego y, por lo tanto, un extranjero marginado de la aristocracia matemática de Berlín y París. Tras grandes esfuerzos por obtener algún reconocimiento, le ofrecieron por fin una cátedra, pero cuando le llegó la propuesta, había fallecido de una tuberculosis que el exceso de trabajo y la pobreza habían agravado.

§. Bourbaki

Un grupo muy influyente que inició su andadura fuera del entorno matemático establecido fue Bourbaki. En 1934, un grupo de jóvenes matemáticos se reunió para almorzar en el barrio latino de París, en el café A Capoulade, en el número 63 del boulevard Saint Michel, en la esquina con la calle Soufflot. (En la actualidad, el café ha sido sustituido por un restaurante estadounidense de comidas rápidas). El grupo nació a raíz de un proyecto de André Weil y Claude Chevalley: proceder a una nueva redacción del obsoleto texto de análisis escrito por Édouard Jean-Baptiste Goursat (1898-1936) (narramos los principios de la carrera de André Weil en el capítulo 3). Chevalley, un devoto del arte vanguardista y miembro de un grupúsculo anarquista, tenía en mente un proyecto concreto: «Definir para los próximos veinticinco años el programa de enseñanza para el certificado en cálculo diferencial e integral mediante la redacción colectiva de un tratado sobre el análisis»[259]. Las primeras incorporaciones al grupo fueron las de Jean Dieudonné, que asumiría el cargo de secretario del grupo, Henri Cartan y Jean Delsarte. Decidieron darle a su grupo un nombre caprichoso, Nicolas Bourbaki, un personaje ficticio que se convertiría en un «matemático» famoso.

[259] Beaulieu (1993). «A Parisian café and ten proto-Bourbaki meetings (1934-1935)», *Mathematical Ingelligencer* 15 (1), pp. 27-35.

Durante décadas, el redactado final de cada una de las palabras publicadas por Bourbaki fue revisado por la pluma de Dieudonné, un personaje notorio por su gran tamaño, su vozarrón y su dogmatismo. No sólo recordaba todas y cada una de las palabras, sino que también recordaba en qué página había aparecido cada palabra. Otro miembro de Bourbaki, Henri Cartan, llegaría a ser uno de los matemáticos más importantes de su tiempo, especializándose en los grupos de Lie, funciones de varias variables complejas, y sería el coautor, junto a Sammy Eilenberg, de la primera exposición importante sobre la teoría de categorías. Su padre era el famoso geómetra Élie Cartan, y su abuelo, el padre de Élie, un herrero.

Su objetivo no tardó en hacerse mucho más ambicioso: renovar y modernizar las matemáticas francesas, a las que veían atascadas en la tradición clásica francesa que se centraba en la teoría analítica de funciones. Jean Dieudonné escribió:

> *La primera guerra mundial fue una terrible hecatombe de jóvenes científicos franceses. Si abrimos el directorio de la École Normale de la época de la guerra, encontramos enormes vacíos que significan que las vidas de dos tercios de las filas fueron segadas por la guerra. Esta situación tuvo repercusiones desafortunadas para las matemáticas en Francia. Nosotros, los otros, demasiado jóvenes para haber tenido contacto directo con la guerra, pero que ingresamos en la universidad en los años de la posguerra, deberíamos haber tenido como guías a aquellos jóvenes matemáticos, algunos de los cuales sin duda habrían tenido un*

gran futuro. Aquellos fueron los jóvenes brutalmente diezmados y cuya influencia fue destruida. Evidentemente, quedaban las generaciones anteriores, grandes sabios a quienes honramos y respetamos, que seguían en vida y muy activos, pero aquellos matemáticos tenían ya casi cincuenta años o más. Había una generación entre ellos y nosotros. Es indudable que un matemático de cincuenta años conoce las matemáticas que aprendió a los veinte o a los treinta, pero sólo tiene algunas nociones, a menudo bastante vagas, de las matemáticas de su época, es decir, el período de tiempo en el cual tiene cincuenta años. Éste es un hecho que debemos aceptar así, puesto que nada podemos hacer al respecto. [En 1970, cuando se publicó su artículo, Dieudonné tenía sesenta y cuatro años]. Así pues, tuvimos profesores excelentes que nos enseñaron las matemáticas de, digamos, por poner un ejemplo, hasta el año 1900, pero no aprendimos gran cosa de las matemáticas de 1920. La escuela alemana de matemáticas en los años posteriores a la guerra tenía un brillo francamente excepcional... y en Francia no sabíamos nada de ella. No sólo esto, sino que tampoco sabíamos nada de la escuela rusa, en rápido desarrollo, ni de la brillante escuela polaca que acababa de nacer, ni de muchas otras. Tampoco conocíamos el trabajo de F. Riesz ni el de Von Neumann. La única excepción era Élie Cartan, pero al estar veinte años por delante de su tiempo, nadie lo comprendía[260].

[260] Dieudonné, J.A. (1970). «The work of Nicolas Bourbaki», *American Mathematical Monthly* 77, pp. 134-145.

Weil y Chevalley intentaron emular el espíritu del álgebra abstracta moderna que en aquel momento nacía en Gotinga bajo el liderazgo de Emmy Noether. El gran libro de texto *Moderne Algebra* estaba escrito por un matemático holandés, B.L. van der Waerden, con la participación de Emil Artin y siguiendo el espíritu de Emmy Noether.

Figura 6.1. Heinrich Behnke y Henri Cartan. Cortesía de Ludwig Danzer.

El libro de Van der Waerden es una obra maestra de organización y concisión. Todo se presenta exactamente cuando y donde es necesario, nada necesita ser repetido y no hay ninguna necesidad de hacer referencia a ningún otro libro. Este estilo se convirtió en el ideal de Bourbaki: rigor absoluto, completa contención, ningún comentario, explicación, diagrama o ilustración, ni aplicación del pensamiento geométrico que no fuera absolutamente necesario. ¡Y evitar con el máximo rigor cualquier contacto con la física!

Al principio, se reunían una vez al mes. Querían escribir colectivamente y su objetivo consistía en presentar cada tema a través de un concepto general tal como «campo, operación, conjunto o grupo». Henri Cartan escribiría más tarde que el momento parecía ser el adecuado para llevar a cabo un estudio exhaustivo de todas las ramas importantes de las matemáticas, partiendo de la premisa de que nada estaba dado y haciendo comprensibles las interrelaciones básicas; así, él y sus amigos decidieron emprender ellos mismos esta tarea. Reconoció que sólo los jóvenes podían haber tomado una decisión tan audaz. Eran conscientes de las dificultades que su proyecto implicaba, es más, una empresa de esta envergadura sobrepasaba, y mucho, la capacidad de una sola persona, y tenía que ser por necesidad un esfuerzo comunitario.

No optaron por la habitual división de tareas, donde cada persona escribe sobre una única especialidad, sino que todo el grupo al completo debatía cada tema, un sistema que suponía largos debates y en el que al final resultaba imposible determinar quién había escrito qué. El trabajo se convirtió realmente en un trabajo colectivo en toda la extensión de la palabra. Los miembros aportaban ideas y métodos que habían adquirido en el extranjero. Enseñaban en universidades de provincias, lo que contribuía a que pensaran de forma diferente y ajena a la de la comunidad establecida y centralizada en París. Se opusieron conscientemente a las instituciones existentes. Se reunían fuera de la universidad y eligieron un editor (Hermann) que, en aquel momento, se mantenía al margen de los matemáticos que dominaban la disciplina.

No obstante, esos hombres eran un grupo de élite en un sistema muy jerarquizado y aspiraban a ocupar una posición de liderazgo en el mundo de las matemáticas en Francia. De hecho, treinta años más tarde, Bourbaki dominaba las matemáticas en Francia, y su gran influencia se extendía a muchos otros países. Su estilo y su modo de hacer no sólo se convirtieron en los criterios a seguir por la mayor parte de la investigación avanzada, sino que también se filtraron a las universidades y de ahí, a la enseñanza secundaria y primaria. El proyecto de las «nuevas matemáticas» en Estados Unidos, conocido como el School Mathematics Study Group (SMSG, grupo de estudio para las matemáticas en la escuela), constituía una ramificación de Bourbaki. En noviembre de 1959, en el círculo cultural de Royaumont, en Asnières-sur-Oise, en Francia, en una conferencia que trataba de la reforma de la educación matemática en Francia, Dieudonné se puso en pie y gritó, «À bas Euclide! Mort aux triangles!» (¡Abajo Euclides! ¡Muerte a los triángulos!). El objetivo de Bourbaki consistía en desterrar la geometría de los institutos y sustituirla por el álgebra lineal. En aquel momento, Dieudonné había sobrepasado los cincuenta años y ya no era un miembro activo de Bourbaki.

El presidente de la conferencia de Royaumont, y uno de los espíritus impulsores de las nuevas matemáticas, era Marshall Stone, de la Universidad de Chicago. Stone resumió maravillosamente su punto de vista declarando que un matemático moderno definiría su disciplina como «el estudio de los sistemas abstractos generales, cada uno de los cuales está formado por elementos abstractos específicos y estructurado por la presencia de relaciones arbitrarias pero especificadas de un modo nada ambiguo, entre ellos». Este credo abstraccionista de Stone es un resumen perfecto del bourbakismo.

Figura 6.2. Jean Dieudonné, de Bourbaki. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Bourbaki excluía las matemáticas aplicadas de cualquier tipo, y evitaba y prescindía por completo de la física. Weil había vivido en Gotinga en 1926, cuando el mundo de la física rebosaba entusiasmo y excitación con el nacimiento de la mecánica cuántica. Aun así, escribiría Weil más tarde, no se dio cuenta en absoluto de lo que estaba ocurriendo a su alrededor.

El primer volumen de la serie Bourbaki, *Éléments de mathématiques*, apareció en 1939, año en el que sus reuniones quedaron interrumpidas por la segunda guerra mundial. Después de la guerra, publicaron uno o dos volúmenes cada año hasta 1983, algunos de ellos bastante extensos. Los primeros tomos trataban de teoría de conjuntos, álgebra, topología general, cálculo elemental y teoría de la integración. Al principio, muchos miembros se opusieron a la inclusión de la lógica matemática, pero Chevalley logró que cambiaran de opinión. Los volúmenes posteriores abordaban los grupos de Lie y el álgebra conmutativa. En la década de 1950, Cartan describió su método de trabajo: los miembros se reunían tres veces al año en los denominados congresos Bourbaki. Se solían reunir entre ocho y doce participantes en un lugar tranquilo alejado del ruido de las ciudades. Dos de las reuniones duraban una semana, y la tercera, durante las vacaciones de verano, duraba catorce días. Trabajaban de promedio unas siete u ocho horas al día, y el resto del tiempo paseaban y comían. Era bastante habitual que los participantes empezaran a hablar todos al mismo tiempo.

La redacción de cada uno de estos libros podía pasar por entre seis y ocho borradores, cada uno de ellos escrito por un autor diferente. El tratamiento que se le daba a los temas importantes se modificaba después de intensos debates. En 1970, Dieudonné escribía:

> *La diferencia de hasta veinte años que puede existir entre dos hombres no impide que el más joven increpe al mayor, quien, cree, no ha entendido nada de lo que dice. Uno tiene que saber tomárselo, como ha de ser, con una sonrisa... Siempre hay algunos extranjeros, invitados como espectadores a la reunión de Bourbaki, que salen de ahí con la impresión de que se trata de una reunión de dementes. No habían podido ni siquiera imaginar cómo esta gente que habla de matemáticas a gritos, en ocasiones dos o tres de ellos al mismo tiempo, pueden llegar a decir alguna cosa inteligente... cuando hemos visto el mismo capítulo seis, siete, ocho o hasta diez veces, todos estamos tan hartos que votamos unánimemente para enviarlo a la imprenta... nos preguntamos entonces si no debemos sustituir a los miembros afectados por el límite de edad... un joven brillante que promete un gran futuro se hace notar rápidamente, y cuando esto ocurre, se le invita a asistir a los congresos como conejillo de Indias... y el desgraciado joven es sometido a la bola de fuego que constituye una discusión Bourbaki. No sólo debe entenderlo sino que además debe participar. Si permanece en silencio, no se le invita de nuevo, así de sencillo*[261].

La abrumadora solemnidad de los libros de texto de Bourbaki no deja traslucir en absoluto la despreocupada alegría que reinaba en las reuniones del grupo. Cuando la publicación por entregas de *Éléments de mathématiques* se convirtió en un éxito comercial, los

261 Ibíd

derechos de autor pagaron los gastos de viaje, el vino y las actividades extracurriculares que animaban sus encuentros. Según *La tribu*, su boletín informativo, jugaban al ajedrez, al futbolín, al balonvolea o al *frisbee*. Organizaban excursiones por la montaña o en bicicleta, y también expediciones de natación, e incluso retozaban en los autos de choque. Salían a cazar mariposas o a coger setas. Tomaban el sol, se atiborraban de delicadezas locales y bebían hasta coger unas borracheras monumentales, coñac, champán, ponches a base de ron, o vino. Se cuenta incluso que en una ocasión en la que bebieron vino en cantidad muy respetable, se vio a algunos miembros bailando un *can-can* francés muy viril, o una lasciva danza del vientre.

Cartan hizo hincapié en que la estrecha colaboración de Bourbaki exigía amistad, sentimiento de pertenencia a la comunidad, una total sinceridad y estar de buen humor, y que cada individuo reprimiera su egoísmo por el bien del grupo. En un estudio sobre círculos de colaboración, el sociólogo Michael Ferrell insiste en el papel desempeñado por los críticos atentos y el público entusiasta. Igual que muchos otros que han escrito sobre la colaboración, subraya que la característica más importante es la confianza. Los matemáticos que formaban Bourbaki se proporcionaban unos a otros estos recursos. Se escuchaban con paciencia y, oradores competentes, debatían con pasión, y supieron, de una forma extraordinaria, sostener y mantener la visión que les unía.

Los participantes en aquellas reuniones también reflexionaron detenidamente sobre cómo mantener la cohesión del grupo sin sacrificar la frescura de nuevas contribuciones. Establecieron una norma según la cual un miembro tenía que salir del grupo al cumplir cincuenta años, y así, en Bourbaki, se sucedieron cuatro generaciones. Los *alumni* permanecían identificados con el grupo, aun cuando lograran alcanzar una máxima visibilidad como individuos en las comunidades matemáticas establecidas nacionales e internacionales. ¡Los antiguos marginados se convirtieron en poderosos miembros de la clase dirigente de las matemáticas! El ascenso de los miembros fundadores antisistema de Bourbaki y su incorporación al sistema inquietó a algunos de ellos. Sin embargo, durante años no abandonaron las tareas que se habían marcado, e hicieron caso omiso de las tensiones internas relacionadas con el prestigio y el poder del grupo.

A Chevalley, el anarquista, le preguntaron cómo se sentía al haber participado en un proyecto que, a fin de cuentas, llevaba al poder. Respondió que sentía un gran resentimiento hacia los miembros que habían producido este resultado. Al principio, los congresos los pagaban los propios miembros, pero más tarde se obtuvieron derechos de autor importantes, y ésta fue una de las causas de la degeneración. Antes de la guerra, se había dado por sentado que uno no hablaba sobre asuntos de carrera; «no se hacía y punto». No obstante, después de la guerra, cuando empezaron a incorporar a los jóvenes, era natural que les preocupara su carrera y, poco a poco, empezaron a hablar de ella, de la suya y de la de todos. La gota que colmó el vaso, afirmó, fue que Dieudonné hiciera propaganda de la reforma matemática.

Cuando el grupo alcanzó la cuarta generación, el objetivo común y el estilo de trabajo se habían debilitado, y los miembros se especializaron cada vez más en sus propios intereses. A finales de la década de 1970, el estilo de Bourbaki se había propagado de tal modo, y había sido tan bien comprendido, que todo el mundo sabía cómo escribir según este espíritu. Llegados a este punto, el grupo había llegado al final de su recorrido, y en lugar de iniciar nuevos trabajos, sus miembros decidieron revisar y actualizar las obras anteriores.

Alexandre Grothendieck, cuya vida hemos descrito en el capítulo 4, formó parte de la tercera generación de Bourbaki. En *Récoltes et Sémailles* escribe:

> *Fue sin duda en la década de los sesenta cuando el «tono» de Bourbaki empezó a deslizarse hacia un notorio y creciente elitismo, un cambio en el que sin duda yo participé... todavía recuerdo con asombro el momento en el que descubrí en 1970 hasta qué punto Bourbaki estaba mal visto entre los estratos más bajos... del mundo matemático. El nombre se había convertido en una especie de sinónimo de elitismo, de dogmatismo estricto de un culto que favorecía el «canonicismo» en detrimento de la comprensión activa, de hermetismo, y de una anti espontaneidad castradora, ¡y eso no es todo!... Este grupo de una calidad excepcional ya no existe. Ignoro cuándo murió, puesto que sin duda murió sin que nadie se diera cuenta y sin que ninguna campana doblara por él, sin que ni siquiera se percataran de esta muerte en el núcleo más interno del grupo. Supongo que tuvo lugar una degradación imperceptible*

> *entre los miembros, todos, durante años, seguirían adelante, y se anquilosarían. Adquirieron importancia, notoriedad y poder, y eran temidos y buscados. Es posible que la chispa aún permanezca, pero la inocencia se perdió por el camino... y también el respeto se perdió por el camino. Cuando tuvimos alumnos, tal vez era demasiado tarde para que transmitiéramos lo mejor, tal vez la chispa todavía estuviera ahí, pero la inocencia se había perdido*[262].

En 1997, a Pierre Cartier, otro miembro de la tercera generación, le preguntaron por qué Bourbaki no había publicado nada nuevo desde 1983. Cartier lo atribuyó a un enfrentamiento entre Bourbaki y su editor con relación a los derechos de autor y de traducción que había desembocado en un proceso judicial largo y desagradable, aunque añadió que la década de los ochenta era un límite natural. Al fin y al cabo, André Weil había insistido en que cada miembro debía retirarse a los cincuenta años, así que también tenía sentido que Bourbaki se retirara al llegar a los cincuenta años. Sin embargo, en su opinión, la razón principal era que Bourbaki había logrado el objetivo que se había marcado: proporcionar fundamentos para todas las matemáticas existentes.

Cartier analizó el ascenso y la decadencia de Bourbaki con relación a la ideología: era similar a otras poderosas ideologías del siglo XX cuyos líderes también habían creído en su futuro ilimitado.

> *Bourbaki tenía que ser el nuevo Euclides, escribiría un libro de texto que permanecería vigente los siguientes dos mil años... no es*

[262] Grothendieck (1986).

> *ningún accidente que Bourbaki durara desde principios de la década de los treinta hasta la década de los ochenta, ni que el sistema soviético existiera entre 1917 y 1989. El siglo XX ha sido un siglo de ideologías, una era ideológica. Cuando yo empecé en las matemáticas, la tarea principal del matemático consistía en poner orden y realizar una síntesis del material existente para crear lo que Thomas Kuhn denominó «ciencia normal»... ahora, nos encontramos otra vez al principio de una nueva revolución. Las matemáticas están sufriendo importantes cambios. Ignoro adónde nos llevarán exactamente, pero no ha llegado todavía el momento de hacer una síntesis de todas estas cosas; tal vez dentro de veinte o treinta años será el momento de un nuevo Bourbaki. Yo me considero muy afortunado por haber vivido dos vidas, una vida de ciencia normal y una vida de revolución científica*[263].

Desde una perspectiva diferente, podríamos comparar el enfoque de Bourbaki con el del positivismo lógico, una filosofía que sostiene que los argumentos metafísicos y subjetivos que no se fundamentan en datos observables no tienen ningún sentido. Los miembros en estas dos comunidades de pensamiento lucharon por la coherencia, el rigor y la claridad, y por establecer fronteras intelectuales. Su énfasis en la racionalidad pura mostraba un marcado contraste con el caótico mundo que les rodeaba.

[263] Cartan, H.M. (1980). «Nicolas Bourbaki and contemporary mathematics», *Mathematical Ingelligencer* 2 (4), pp. 175-145.

En su análisis de los descubrimientos científicos, el biólogo Ludwik Fleck describía cómo la división del trabajo, la cooperación, el trabajo preparatorio, la asistencia técnica, el intercambio mutuo de ideas y la controversia pueden dar lugar a un colectivo que contenga mucho más conocimiento que cualquier individuo aislado. Sin embargo, y junto a todas las ventajas de un estilo socialmente organizado de saber, Fleck también describe cómo los colectivos de pensamiento pueden hacerse rígidos y resistentes a los nuevos descubrimientos. En Bourbaki puede observarse un ascenso y declive similar. Empezaron como rebeldes enfrentados a los modos establecidos de pensamiento en el mundo de las matemáticas en Francia a principios del siglo XX. En su calidad de grupo escrupulosamente organizado, lograron desarrollar una sistematización rigurosa de su disciplina, pero con los nuevos descubrimientos y la interacción cada vez más intensa entre la física y las matemáticas, el enfoque excluyente de Bourbaki perdió su efectividad. Las matemáticas contemporáneas son más polifacéticas puesto que abarcan un mayor número de enfoques teóricos y aplicados diversos. Bourbaki seguirá siendo un ejemplo fascinante de un trabajo de grupo disciplinado a fin de lograr una transformación intelectual.

Nuestro siguiente ejemplo de comunidad matemática voluntaria es el Grupo Anónimo, liderado por Paul Erdös en Budapest en la década de 1930 y que describimos a continuación.

§. El Grupo Anónimo

El matemático húngaro Paul Erdös adquirió categoría de leyenda por sus amistades y sus colaboraciones. Cuando era un joven universitario, se reunía una vez por semana en un parque de Budapest con otros diez jóvenes, unas reuniones que tenían lugar junto a la estatua de un historiador del siglo XV cuyo nombre nadie conocía y al que llamaban «Anónimo», el nombre que adoptaría el grupo de Erdös. Uno de sus miembros, George Szekeres, que posteriormente llegaría a ser uno de los más destacados matemáticos australianos, recuerda aquellas reuniones con gran afecto. «Nos reuníamos quizá una vez a la semana e intentábamos resolver los problemas de un libro muy conocido, una recopilación de problemas de análisis matemático que intentábamos resolver uno tras otro. Debo decir que se trató de una experiencia maravillosa».

A este grupo pertenecían varias mujeres jóvenes. Una de ellas, Esther Klein, realizó una importante contribución al grupo cuando les hizo observar un tipo de problemas que serían conocidos más tarde con el nombre de «teoría de Ramsey». (Al principio, no sabían que, en Inglaterra, Frank Ramsey había estudiado estas cuestiones). Veamos el caso más sencillo de una pregunta tipo Ramsey: consideremos una fiesta con seis invitados, un caso en el que no resulta demasiado difícil demostrar que, o bien hay tres invitados que se conocen todos entre sí, o bien que hay tres invitados dos de los cuales no se conocían antes. El cálculo se complica cuando en la fiesta hay más invitados. A Szekeres le intrigó el modo en el que Esther, su futura esposa, había planteado la pregunta. Szekeres logró encontrar la solución de la primera parte del problema, no sin algunas dificultades, pero el resto de ese problema todavía no ha sido resuelto. Erdös bautizó el problema con el nombre de «final feliz» porque llevó a la boda entre Szekeres y Klein. Szekeres y Klein pasando por Siberia y Shanghái y huyendo de los nazis escaparon a Australia, país en el que inspiraron concursos de problemas de estilo húngaro.

A todos los miembros del grupo les interesaban los problemas de las matemáticas discretas, combinatoria, teoría de grafos y teoría de números. Los primeros de ellos se conocieron gracias a la revista de matemáticas para los institutos de secundaria que proponía problemas de difícil resolución en cada número y publicaba listas con nombre y fotografía de los lectores que habían logrado resolver los problemas.

A consecuencia de la Gran Depresión y de los cupos que excluían a los judíos del profesorado, ni uno solo de estos jóvenes matemáticos tenía un trabajo estable. Los padres de Erdös eran ambos profesores de instituto y les ayudaron a encontrar clases particulares. El Grupo Anónimo estaba formado por Pál Turán, Tibor Gallai y George Szekeres; todos ellos se convertirían en matemáticos destacados por derecho propio y en los primeros colaboradores de Erdös. Otros miembros eran Márta Wachsberger, Géza Grünwald (1910-1943), Anna Grünwald, András Vázsony, Annie Beke, Dénes Lazar, Esther (Eppie) Klein y Lászlo Alpár.

Alpár se marchó a Francia donde fue encarcelado por comunista. Tras su liberación al final de la segunda guerra mundial, regresó a su país, la Hungría comunista, y fue encarcelado de nuevo por el régimen estalinista. Tras salir de la cárcel por segunda vez, empezó a dedicarse por primera vez a las matemáticas a tiempo completo.

Turán sirvió en un campo de trabajo fascista durante la segunda guerra mundial. Antes y después de su internamiento, desarrolló una brillante carrera de investigación. En el momento de su muerte, en 1976, se había convertido en una destacada figura internacional en el campo de las matemáticas. En el capítulo 3, hemos citado su crónica de cómo trabajó en matemáticas durante su estancia en el campo de concentración.

Alpár, Erdös, Szekeres y Klein habían salido de Hungría antes del Holocausto, y de todos los que se quedaron, solamente Vázsony, Gallai y Turán sobrevivieron.

§. Gotinga

Gotinga, una pequeña e idílica ciudad en la ladera del Hainberg, está lejos de Berlín, la capital alemana. Su universidad fue fundada en 1737 por Jorge II Augusto, el príncipe elector de Hannover y rey de Inglaterra, motivo por el cual también se la conoce con el nombre de «Georgia Augusta». En 1866, tras la derrota de Hannover y de su aliada Austria, Gotinga se convirtió en parte de Prusia. Fue en Gotinga donde el príncipe de los matemáticos, Carl Friedrich Gauss, ejerció durante décadas el cargo de director del observatorio. A Gauss le sucedió su devoto colega Peter Gustave Lejeune Dirichlet, y Georg Friedrich Bernhard Riemann, alumno de Gauss y amigo de Dirichlet, fue el tercer gran matemático que trabajó en Gotinga.

Gauss, Dirichlet y Riemann, sin embargo, tuvieron pocos alumnos. No estuvieron rodeados por una auténtica comunidad matemática.

La creación de un centro científico multidisciplinario en Gotinga fue idea del que había sido niño prodigio, Felix Klein, que había obtenido una plaza de profesor titular en Erlangen a la inconcebible temprana edad de veintitrés años. En la actualidad, todavía se enseña su programa Erlangen, en el que unificó y clasificó todas las geometrías según sus grupos de simetría. En 1881 y 1882, Klein trabajó intensamente, en competencia con Henri Poincaré, en el desarrollo de la teoría de funciones auto morfas. Escribiría mucho más tarde:

> *el precio que tuve que pagar por mi trabajo fue extraordinariamente alto, mi salud se derrumbó por completo. En los años que siguieron, me vi obligado a tomar largas vacaciones y a renunciar a cualquier actividad productiva. Las cosas no empezaron a ir bien otra vez hasta el otoño de 1884, pero no he recuperado nunca mi antiguo nivel de productividad. Nunca he regresado para desarrollar mis primeras ideas. Y más tarde, en Gotinga, me dediqué a la ampliación de mi ámbito de trabajo y a la tarea general de organizar nuestra ciencia... mi actividad realmente productiva en las matemáticas teóricas terminó en 1882. Todo lo que ha seguido, en la medida en que no ha sido puramente expositivo, no ha sido más que una cuestión de refinar los detalles*[264].

[264] Klein, F. (1979). «Development of mathematics in the 19th century». Traducido al inglés por M. Ackerman. En R. Herman (ed)., *Lie Groups, history, frontiers and applications*, vol. IX. Brookline, Mass.: Math Science Press.

Una vez recuperado de su crisis nerviosa, Klein siguió siendo un gran profesor y conferenciante, más aún, se convirtió en la *éminence grise*, en el traficante de influencias y negociador de las matemáticas alemanas. Gracias a su estrecha amistad con Friedrich Althoff, el máximo responsable del sistema prusiano de educación superior, desde la década de 1880 hasta su muerte en la década de 1920, Klein gozó de capacidad decisoria sobre quién podía ser nombrado a qué cargo en las universidades alemanas.

Teniendo presentes las necesidades cada vez mayores de la industria y de la ciencia alemana, Klein imaginó Gotinga como un centro de matemáticas diferente, donde los matemáticos acogieran de buen grado la interacción con la física y la ingeniería, e incluso con la biología y la filosofía, un centro que ofreciera una alternativa a Berlín, donde, bajo el control del analista Karl Weierstrass, del matemático algebraico F. Georg Frobenius, y de los teóricos de los números Leopold Kronecker y Ernst Eduard Kummer, se estudiaban las matemáticas puras.

David Hilbert personificaba el concepto de Klein del tipo de matemáticos que necesitaba Alemania. Se incorporó al profesorado de Gotinga en 1895. Su personalidad, su erudición y su extraordinaria y poco habitual amplitud de miras como matemático le convirtieron en el núcleo central de una de las comunidades matemáticas más extraordinarias de la historia. Sus primeras grandes contribuciones a la investigación matemática fueron en el campo de la teoría algebraica de números. Después, investigó los fundamentos de la geometría, las ecuaciones integrales, la teoría de la relatividad, y la lógica y los fundamentos de las matemáticas. En cada una de estas áreas realizó contribuciones fundamentales que transformaron la disciplina. En cada uno de esos ámbitos, estimuló a los jóvenes a realizar sus propias contribuciones importantes. Los libros de Constance Reid explican toda la historia de Gotinga.

En «Reminiscences from Hilbert's Göttingen», Richard Courant escribió:

> *Si leemos las antiguas crónicas, un catedrático de Gotinga era un semidiós muy consciente de su rango, el de catedrático y también lo era, en particular, la esposa del catedrático. La llegada de Hilbert a Gotinga resultó muy molesta. Algunas de las esposas de los catedráticos de más edad se reunieron y dijeron: « ¿Te has enterado de este nuevo matemático que ha llegado? Está alterando toda la situación. Se ve que la otra noche fue visto en un restaurante jugando al billar con algunos de los Privat dozent». [El Privat dozent ocupaba un rango más bajo que el de profesor ayudante actual, puesto que la universidad no le pagaba nada; solamente recibía el dinero que se le permitía cobrar directamente a sus alumnos en pago de sus clases]. Se consideraba totalmente inaudito que un catedrático se rebajara a entablar amistad personal con personas más jóvenes. Sin embargo, Hilbert rompió con esta tradición, lo que significó un enorme paso adelante hacia la creación de la vida científica; los jóvenes estudiantes le visitaban en su casa y tomaban el té o cenaban con él. Frau Hilbert preparaba grandes y copiosas cenas*

para los profesores ayudantes, estudiantes y otros. Hilbert salía con sus estudiantes, y con quien quisiera acompañarle, a realizar largas excursiones en los bosques durante las cuales se hablaba de matemáticas, de política y de economía.

Hilbert también recibía visitas en su jardín, donde trabajaba todo el tiempo que podía, y entre tarea y tarea de jardinería, o pequeñas tareas caseras, acudía a una larga pizarra que tal vez medía más de seis metros de largo, y que estaba cubierta para poder recorrer toda su longitud incluso bajo la lluvia, en la que trabajaba en sus matemáticas en sus descansos entre los arreglos de los parterres de flores. Uno podía pasar todo el día observándolo. ... Era un profesor único y estimulante... teníamos la suerte de poder observarle forcejeando contra problemas matemáticos, en ocasiones muy sencillos, y ver cómo encontraba la solución, y eso estimulaba más que una clase magistral perfectamente ejecutada. Lo más impresionante era la gran variedad, el amplio espectro de sus intereses... Era un matemático muy concreto e intuitivo que inventó un principio y lo aplicó de forma muy escrupulosa, a saber, si quieres resolver un problema, retira primero del problema todo lo que no es esencial. Simplifícalo, especialízalo tanto como puedas sin sacrificar su núcleo. Así, el problema se hace sencillo, tan sencillo como sea posible sin que pierda su garra, y entonces lo resuelves. La generalización es una trivialidad a la que no se debe prestar demasiada atención. Este principio de Hilbert demostró ser *extremadamente útil para él y también para otros que aprendieron de él; por desgracia, ha sido olvidado*[265].

Hilbert era muy receptivo a los problemas y a las ideas de otras disciplinas, y también muy receptivo a los estudiantes de Hungría, Estados Unidos, Rusia y Japón. A Hermann Minkowski y a David Hilbert les fascinaba la teoría de la relatividad de Einstein a la que Minkowski le dio su interpretación como una variedad espacio-tiempo de cuatro dimensiones. Emmy Noether, la primera creadora del álgebra abstracta moderna, fue totalmente aceptada en la comunidad de investigación de Hilbert, incluso pese a que la burocracia académica le negara, por su condición de mujer, el reconocimiento del que su estatura científica la hacía merecedora. Grace Chisholm llegó desde Inglaterra, y John Pierpont Morgan y más tarde Willard van Orman Quine y Saunders MacLane lo hicieron desde Estados Unidos. Nos centraremos ahora en tres miembros de la comunidad de Gotinga cuyas vidas no son tan conocidas como las de Hilbert o Courant: Teiji Takagi, Fritz John y Kurt Friedrichs.

Uno de los visitantes más interesantes en Gotinga fue Teiji Takagi (1875-1960), un brillante estudiante de matemáticas de Tokio. En mayo de 1898, Takagi recibió un mensaje del Ministerio de Educación: «Se le ordena ir a Alemania para estudiar matemáticas durante tres años». Japón, a finales del siglo XIX, iniciaba su

[265] Courant, R. (1980). «Reminiscences from Hilbert'sGöttingen», *Mathematical Ingelligencer* 3 (3), p. 159.

proceso de occidentalización, y la «orden» que recibió Takagi, ir a estudiar a Europa, constituía un gran honor para un joven erudito japonés.

En primavera del año 1900, después de tres semestres en Berlín, Takagi visitó Gotinga, donde estudiaba un amigo suyo. Atraído por el trabajo de Hilbert, Takagi modificó su agenda para que incluyera una larga estancia en Gotinga. Más tarde escribiría: «el enorme contraste entre la atmósfera del departamento de matemáticas de Gotinga y la de Berlín era asombroso. En Gotinga se organizaba una reunión semanal a la que asistía un grupo de jóvenes brillantes de todo el mundo, como si Gotinga fuera el centro mundial de las matemáticas»[266]. Era muy diferente a Berlín, donde todo era más tradicional.

En su libro, *Teoría de campos numéricos algebraicos*, Hilbert había propuesto que «los campos relativamente abelianos» podrían constituir los objetos más fascinantes en este campo, puesto que contenían leyes generales ocultas y hermosas. Esta obra se convirtió en la Biblia de la vida matemática de Takagi. (Hilbert ya había pasado a otro tema y estaba estudiando en aquel momento las ecuaciones integrales). En Gotinga, Takagi realizó algunos progresos en su proyecto y publicó algún artículo. Permaneció en Alemania cinco años y después regresó a su país, se casó, se convirtió en un catedrático de matemáticas de gran prestigio en Japón y tuvo seis hijos. Sin embargo, necesitaba estímulos para ser productivo. En

[266] Honda, K. (1975). «Teiji Takagi: A biography. Commentary», Mathematica Universitatis Sancti Pauli XXIV-2, pp. 141-167.

Japón no tenía a nadie con quien hablar sobre teoría algebraica de números. Con el estallido de la primera guerra mundial, las condiciones empeoraron más puesto que ahora ya no podía ni siquiera recibir las revistas matemáticas alemanas. Ahora bien, ¡por curioso que resulte, este aislamiento intensificado logró en cierto modo estimularlo! Durante la guerra, totalmente desconectado de cualquier contacto investigador, produjo dos grandes artículos en «teoría de cuerpos de clase» y, al cabo de pocos años, sus ideas fueron comprendidas y valoradas en Europa. El momento clave fue cuando Carl Ludwig Siegel (1896-1981), un matemático alemán especializado en teoría de números, le mostró el trabajo de Takagi a su famoso colega Emil Artin.

Figura 6.3. Taiji Takagi, algebrista y teórico de números japonés. Cortesía de Ioan James.

En 1932, Takagi, uno de los delegados del Consejo Nacional de la Ciencia de Japón, visitó Europa. En Viena fue recibido por Olga Taussky, quien, junto a su madre y su hermana, le ofreció una cálida recepción y le invitó a cenar a su casa en varias ocasiones. En Hamburgo, su alumno Shokichi Iyanaga le presentó a Emil Artin, y la impresión que Artin recibió de Takagi fue la de un erudito modesto pero muy grande. La esposa de Artin, Natascha, escribiría más tarde: «Takagi me gustó mucho». En Gotinga, Takagi, acompañado por Emmy Noether, visitó a su maestro, Hilbert, que sufría una enfermedad hepática. Takagi escribió: «al ver a mi viejo profesor murmurando como si hablara consigo mismo, lloré en mi interior». Takagi ocupó una de las vicepresidencias del congreso internacional de Zurich, en el que se creó el galardón que lleva el nombre de medalla Fields, y que fue concedido por un tribunal de cinco jurados entre los cuales se encontraba Takagi.

El 11 o el 12 de septiembre, Takagi ofreció una cena en el Hotel Eden junto al lago de Zurich, donde se alojaba, una celebración que más tarde describiría como uno de los mejores momentos de su larga vida. En una carta a su esposa en Japón le habló de esta fiesta, explicando que él mismo había seleccionado especialmente los vinos que se sirvieron. Los invitados fueron Chevalley, Helmut Hasse, Shokichi Iyanaga, Y. Mimura y su esposa, M. Moriya, M. Nagano, Emmy Noether, Olga Taussky, N.G. Chebotaryev y B.L. van der Waerden. Tan sólo podemos imaginar que la felicidad que sintió Takagi al reunir a todos estos famosos matemáticos alrededor de una mesa podría tener relación con los largos períodos de aislamiento, sin colegas estimulantes con los que charlar, que vivió en su país.

Dos meses más tarde, el partido nazi se convertía en el partido más votado de Alemania. En 1934, Olga Taussky se marchó a Inglaterra y después, en 1947, a Estados Unidos. Takagi sobrevivió a los bombardeos y posterior invasión de Japón. Una vez terminada la segunda guerra mundial, la primera carta que recibió Takagi desde el extranjero era de Olga, que le preguntaba por su seguridad. Takagi falleció pacíficamente el 28 de febrero de 1960 a la edad de ochenta años, y alrededor de un millar de personas asistieron a su funeral.

Un destacado visitante de Gotinga en la década de 1920 fue el topólogo ruso Pavel Serguéievich Aleksandrov (1896-1982), más tarde director del programa de matemáticas de posgrado, durante la «edad de oro», de la Universidad Estatal de Moscú. Aleksandrov escribió que una de las características que más le atrajeron del instituto matemático de Courant era la estrecha relación entre sus miembros, que formaban un único equipo. (Courant fundó el instituto matemático de la universidad en 1922, aunque el edificio que lo albergaría no le fue destinado formalmente hasta el año 1929). Observó asimismo que, aunque el programa de Courant estaba orientado principalmente a la física matemática, la escuela de álgebra abstracta de Emmy Noether estaba muy alejada de los campos aplicados, pese a lo cual, ambas escuelas estaban estrechamente vinculadas gracias a las relaciones de amistad que unían a sus miembros. Estas dos escuelas, juntas, pensó, determinaban el rostro de las matemáticas de Gotinga. Escribió acerca de

> *su entusiasmo común, su amor altruista por las matemáticas, la conciencia que tenían de su perfección como una extraordinaria creación de pensamiento humano y, consecuencia de esta perfección, su inevitable unidad. Esta idea del carácter único y de la perfección intrínseca de las matemáticas, y de su ilimitada fuerza cognitiva, dirigida necesariamente hacia el beneficio de la humanidad, constituía el credo científico de Hilbert,*

dijo Aleksandrov, «y también el credo de las escuelas de Courant y Noether»[267].

La primera guerra mundial dividió en dos el gran período de Gotinga. La época cómoda y próspera de antes de la guerra se hizo mucho más difícil en los años que siguieron a 1918. En el comedor de la universidad se servían sopas y cocidos en una gran olla, y los estudiantes flirteaban con las camareras con la esperanza de que así les dieran raciones un poco más grandes. Pese a que pensar constantemente en la comida les hacía difícil concentrarse en los libros, la vida intelectual era intensa e idealista, e intentaban llegar a una posición firme con relación a los problemas de la época: políticos, filosóficos, religiosos, humanistas, artísticos y literarios.

Dos estudiantes de Gotinga de la década de 1920, Kurt Friedrichs y Fritz John, alcanzarían la fama en Estados Unidos y se convertirían

[267] Alexandrov (2000).

en matemáticos influyentes en las décadas de 1950 y de 1960. Kurt Friedrichs llegó a Gotinga en 1922, un joven estudiante que se sentiría abrumado por el conocimiento superior de los jóvenes profesores de Gotinga, «un grupo de personas que lo sabían todo de todo». Le cautivó la atmósfera informal y excitante que rodeaba a Courant. Aun cuando Friedrichs era muy introvertido (no se sentía demasiado cómodo consigo mismo ni con el resto del mundo), Courant no tardó en reconocer su talento. «En mi opinión, Courant era un observador vigilante y sentía auténtico y profundo interés por saber lo que tenía allí», diría otro de los famosos alumnos de Courant[268].

Incluso después que Friedrichs publicara varios trabajos, y otros más esperaran publicación, Courant reconoció que la primera impresión que daba Friedrichs seguía siendo, en cierto modo, pobre. Sin embargo, en 1930 la Technische Hochschule de Braunschweig le nombró catedrático.

Fritz John llegó a Gotinga en 1919. Escribió:

> *llegué aquí como un estudiante prácticamente sin un céntimo, con el escaso dinero que había logrado reunir mi madre viuda con grandes dificultades y trabajando muy duro... logré sobrevivir gracias a algunos de los profesores que me tendieron la mano y me ayudaron... las sesiones de prácticas les proporcionaban a los estudiantes la oportunidad de atraer la atención de los profesores. Con la ayuda de Courant obtuve una beca del Studienstiftung des Deutschen Volked [fundación universitaria alemana], que alivió mis*

[268] Lewy, Hans (1992). Citado por F. John.

problemas económicos. La falta de pomposidad de Courant y el interés que manifestaba por sus estudiantes marcaban el ejemplo entre el profesorado. Los estudiantes a los que consideraba prometedores podían contar con su ayuda, los invitaba a su casa y, si lo consideraba adecuado, les dejaba participar en las actividades musicales de su familia. Se esforzó de modo altruista por hacer avanzar la causa de las matemáticas, aunque, indudablemente, gozaba siendo el centro de las cosas... [Gustav] Herglotz impartía unas clases hermosas y muy brillantes que trataban de cualquier tema, desde la mecánica celeste hasta la geometría de los números. A lo largo del tiempo, asistí a muchas de sus clases y caí bajo el influjo de su hechizo... en ocasiones, su modo etéreo de demostrar las cosas en sus clases ocultaba por completo algún acceso directo sencillo al mismo resultado. Uno no podía evitar admirar este fantástico mundo de belleza con sabor a siglo XIX, aunque sin ninguna esperanza de poder entrar en él sin ayuda... las clases de Courant eran todo lo contrario. Carecían del glamour de las de Herglotz o Hermann Weyl pero eran profundamente estimulantes y ofrecían la oportunidad de participar en el proceso creativo[269].

El ascenso de Hitler puso fin a aquellos años felices. Courant era judío, y su heroico historial militar luchando por Alemania en la primera guerra mundial no le sirvió de nada; fue expulsado del

[269] John, F. (1992). «Memories of student days in Göttingen»,*Miscellanea Mathematica*. Nueva York: Springer, pp. 213-220.

instituto que él dirigía en Gotinga, y también lo fueron los grandes teóricos de números Edmund Landau y Felix Bernstein, el catedrático de estadística. Bernstein, en el pasado, había ocupado el cargo de vicepresidente de la rama local del partido demócrata alemán, pero había renunciado a la política cuando su apoyo a la República de Weimar perjudicó su estatus en la comunidad académica.

Entre los muchos extranjeros que visitaron Gotinga, algunos de los más famosos eran judíos: el suizo Paul Bernays, el ucraniano Alexander Ostrowski, los húngaros Theodor von Kármán y John von Neumann. Cuatro profesores alemanes, Richard Courant, Ernst Hellinger, Max Born y Otto Toeplitz, procedían de Breslau. Todos ellos adquirirían gran notoriedad: Bernays se convirtió en el asistente de Hilbert y en su colaborador en lógica matemática, Von Kármán fue uno de los más destacados fundadores de la aeronáutica moderna y, por supuesto, el legendario Von Neumann es uno de los auténticos iconos de las matemáticas modernas. Los nazis se los quitaron a todos de encima.

Entre el profesorado universitario, no obstante, el antagonismo entre los físicos y matemáticos, liberales y cosmopolitas, y la facción nacionalista y reaccionaria que dominaba las facultades «humanísticas» no era nuevo y Gotinga era una ciudad de tendencia tradicionalmente derechista. Unos pocos profesores como Bernstein se habían aventurado a participar en la política liberal o socialista, ganándose el odio permanente de sus opositores. Al llegar el final de la década de 1920, las facciones antisemitas y nazis dominaban el cuerpo de estudiantes.

En Gotinga, según escribiría Courant, Hilbert estaba rodeado de un amplio grupo de estudiantes que vivían realmente dedicados por completo a la tarea de aprender y estudiar. Mantenían una estrecha relación entre ellos y tenían mucho contacto con el profesorado. Pasaban mucho tiempo debatiendo cuestiones científicas y filosóficas e intentando resolver los misterios de la vida. Sin embargo, con el incremento gradual del número de estudiantes aumentó también la diferencia de clases entre aquellos que mantenían contacto con los profesores ayudantes y titulares y una masa anónima de personas que se sentía excluidas. En opinión de Courant, esta situación tenía sin duda algo que ver con el éxito de los nazis.

Los estudiantes desencantados, que estudiaban pero que no lograban llegar a ninguna parte, veían cómo otros eran invitados a cenar en casa de los catedráticos, y salían a nadar con los ayudantes, y creció en ellos el sentimiento de «no pertenencia». Poco a poco se formó un gran colectivo de elementos insatisfechos, en ocasiones bastante inteligentes, un grupo que, a la llegada de los nazis, constituyó una fantástica reserva de militantes... De repente, en 1933, y ante la gran sorpresa del profesorado y de los estudiantes de más edad, en muchas de las clases y de los seminarios, y en las instituciones universitarias, aparecieron *estudiantes, aunque en realidad no los conocíamos, luciendo la insignia del partido nazi*[270]

Helmut Hasse sucedió al destituido Courant en el cargo de director del instituto de matemáticas, Courant fue sustituido por Helmut Hasse. Hasse, un famoso teórico de números, no era nazi, simplemente un nacionalista de derechas muy predispuesto a servir a los nazis. Hasse se topó con la oposición de la facción estudiantil nazi que recelaba de él y quería a un auténtico nazi como director. Al principio, el matrimonio Hilbert se manifestó en contra del nuevo régimen, y los amigos que les quedaban en Gotinga temieron por su seguridad, pero Hilbert y su esposa no confiaban en mucha de la gente que se había quedado, y tampoco en los nuevos que llegaron, así que después de un tiempo, ellos también decidieron guardar silencio.

La vida de Fritz John y de Kurt Friedrichs sufrió un cambio radical a consecuencia de la nueva política del Reich alemán. El padre de John era judío, y su novia, Charlotte Woellmer, no lo era. Diez días después de obtener su doctorado, él y Charlotte se casaron sin saber si todavía era legal o seguro contraer un matrimonio «mixto». Involucraron a sus familias lo menos posible y fueron objeto de denuncias anónimas. Se sintieron acorralados y veían cómo las puertas se les iban cerrando poco a poco. Finalmente, en otoño de 1933, Courant logró que la Universidad de Cambridge le concediera

[270] Courant, R. (1980). «Reminiscences from Hilbert'sGöttingen», *Mathematical Ingelligencer* 3 (3), pp. 163-164.

una beca a John, que se trasladó a la seguridad de Inglaterra en enero. Charlotte le siguió dos meses más tarde.

Ni el padre ni la madre de Friedrichs eran judíos, pero a los pocos días de que Hitler ocupara la cancillería alemana, asistió a un baile en Brauschweig, el acontecimiento social del año, buscando a una joven judía que había visto al regresar a su casa de su clase matutina. Cuando vio el cabello liso y oscuro, ondulado como el de la actriz de cine estadounidense Colleen Moore, cruzó la sala de baile a paso de marcha e invitó a bailar a Nellie Bruell. Así empezó el romance de su vida.

En 1935, Friedrichs visitó a Courant en Nueva York y su antiguo profesor le prometió buscarle un trabajo en Estados Unidos, una tarea nada fácil en una época en que muchos doctores estadounidenses no podían encontrar trabajo. Las leyes de Nüremberg que prohibían el matrimonio entre arios y no arios se promulgaron mientras Friedrichs viajaba de regreso a Alemania y durante todo un año, Kurt y Nellie se reunieron en secreto y con poca frecuencia. En 1936, Kurt, sin informar de sus planes a sus padres, para protegerlos, salió de Alemania, con los únicos diez marcos alemanes que le permitieron sacar del país. Nellie, que tenía pasaporte francés, tan pronto como Friedrichs estuvo a salvo fuera de Alemania, emprendió el viaje para ir a casa de su padre en Lyon. Friedrichs llegó sin un céntimo a Nueva York, donde Courant le encontró un lugar donde vivir. Nellie llegó más tarde para reunirse con él y tan pronto como pudieron encontrar un juez de paz se casaron. El carácter extrovertido y colaborador de Nellie, y su talento para trabar amistades, complementaron perfectamente las necesidades de Kurt.

Hilbert se retiró de la docencia en el año 1934, pero siguió trabajando en lógica. Sus amigos y colaboradores emigraron y el recopilatorio de su trabajo, *Gesammelte Abhandlungen*, apareció en 1935. Siguió viviendo en Gotinga, aislado de la comunidad matemática internacional y fue perdiendo progresivamente la memoria. En 1942 se cayó y se rompió el brazo, y murió el 14 de febrero de 1943 a causa de las complicaciones derivadas de la inactividad física que originó aquel accidente. Apenas una docena de personas asistieron a su funeral.

§. El Instituto Courant

Cuando Richard Courant, el líder y organizador de las matemáticas en Gotinga a finales de la década de 1920 y principios de la década de 1930, se vio obligado a salir de Alemania, se dirigió en primer lugar a Cambridge, y después a Nueva York, donde fundó un programa de posgrado en la Universidad de Nueva York (NYU) con un espíritu similar al de Gotinga, y que durante la segunda guerra mundial y en los años posteriores se convertiría en el centro puntero en el mundo de las matemáticas aplicadas. Uno de los autores de este libro, Reuben Hersh, es un graduado de este programa. Cuando solicité la inscripción como estudiante de posgrado de matemáticas en la Universidad de Nueva York, en la primavera de 1957, fui entrevistado por un hombre de voz suave y que hablaba con un ligero acento alemán. Su nombre era Fritz

John. Tras ver mis dudosas calificaciones, propuso que me matriculara durante el verano en un curso de cálculo avanzado. Si aprobaba, podría matricularme en el posgrado aquel otoño. Aquel otoño, ya en calidad de estudiante de posgrado de matemáticas a tiempo completo, me matriculé en la asignatura de introducción a las matemáticas aplicadas que impartía la profesora Cathleen Morawetz, hija de un matemático aplicado muy conocido, J.L. Synge.

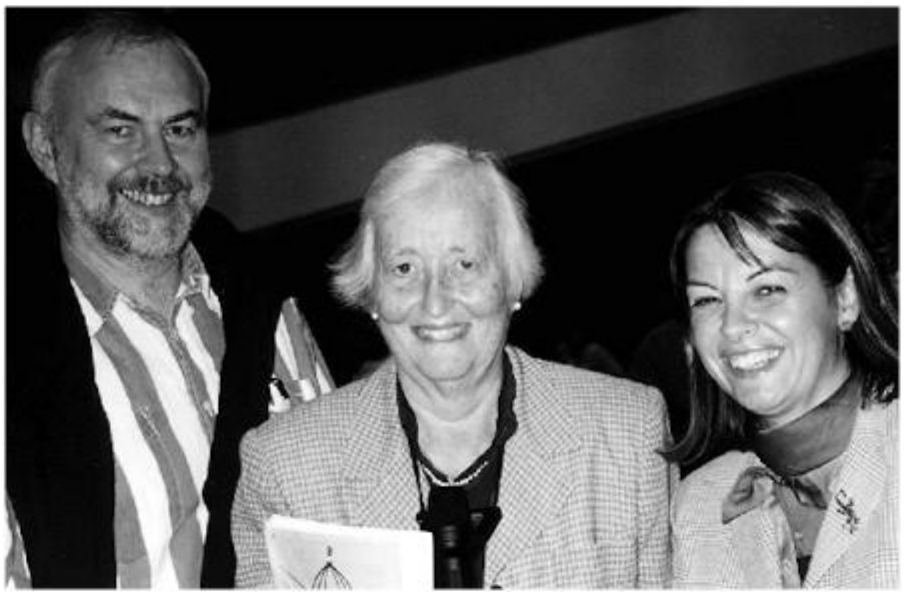

Figura 6.4. Cathleen Morawetz (centro), galardonada con la medalla nacional de la ciencia, en compañía de unos colegas. Cortesía de Sylvia Wiegand.

Tuve la buena fortuna de tener a Fritz John como profesor de una asignatura de variables complejas. Un par de años más tarde, superada ya la mitad de mis estudios de posgrado, una tarde antes de regresar a casa desde el instituto de matemáticas de NYU, doblé la esquina de La Maison Française para asistir a un concierto en el que se tocaba el quinteto *La Trucha* de Schubert. El salón de actos de La Maison Française estaba lleno y reinaba una atmósfera de salón, con una intensa conexión entre público y músicos. Fue una de las experiencias musicales más intensas que jamás he vivido.

Lenny Sarason, una compañera mía del curso de posgrado en el instituto, tocaba el piano. Antes de dedicarse a las matemáticas, Sarason había cursado un máster bajo la dirección del compositor Paul Hindemith. (Más tarde, compartiríamos despacho durante un año como profesores ayudantes en Stanford). A la viola estaba Lori Berkowitz, esposa de uno de mis profesores, Jerry Berkowitz, e hija del director del instituto, Richard Courant. Al chelo, Jürgen Moser, el yerno de Courant y marido de su otra hija. Moser se haría famoso más tarde por sus contribuciones a la mecánica celeste y a los sistemas dinámicos.

La hogareña atmósfera en el Instituto de Matemáticas (bautizado años más tarde Instituto Courant, tras la retirada del profesor Courant) no era sólo una cuestión de música de cámara, sino que también se debía al profundo interés por el bienestar de los estudiantes. La esposa del profesor Bob Richtmyer, Jane, estaba a cargo del pago de los sueldos. En una ocasión, cuando un error retrasó los cheques mensuales de los profesores ayudantes y de los asistentes de investigación, tuve la audacia de quejarme, y Jane se ofreció a prestarme dinero de su cuenta bancaria personal. El instituto también ayudó a un estudiante de posgrado necesitado que conocí, contratando a su esposa a tiempo parcial para trabajar con el grupo de ingeniería eléctrica. Más tarde, cuando corrió el rumor de que tal vez dejara el instituto para tener un trabajo mejor pagado, le aumentaron el sueldo.

No obstante, no todos los estudiantes del instituto gozaban de esta cálida atmósfera familiar. Había los que estaban dentro y los que estaban fuera. Muchos estudiantes lo eran a tiempo parcial, y se habían matriculado en una o dos asignaturas para obtener un título de máster sin dejar de trabajar en alguna de las compañías de electrónica de Nueva Jersey o Long Island. Es posible que estos estudiantes se sintieran excluidos al observar cómo otros estudiantes intercambiaban observaciones personales con el profesor o se comportaban como si estuvieran «en casa» en la sala de descanso y en la biblioteca. Al principio, yo fui de los que estaban fuera, y más tarde, desde mi posición de los que estaban dentro, seguía siendo consciente de esta diferencia de estatus entre los estudiantes.

Hice trabajo editorial para Richard Courant, el director, y estudié con sus antiguos discípulos Fritz John y Kurt Friedrichs. Sabía que Courant, Friedrichs, John, y también Lipman Bers, eran refugiados de la Alemania nazi. Sabía incluso que Friedrichs y John habían sido alumnos de Courant en Gotinga, una ciudad en algún lugar de Alemania en la que había reinado el gran David Hilbert. Sin embargo, no sería hasta mucho más tarde, mientras escribía este libro, cuando me di cuenta realmente de lo que eso significaba. Friedrichs fue nombrado académico de la ciencia y en 1977 recibió la medalla nacional de la ciencia, el galardón científico más prestigioso de Estados Unidos. Después de su jubilación, el último discurso que pronunció Courant fue con ocasión del setenta cumpleaños de Friedrichs. Habló con gran sentimiento del hombre que había conocido como alumno, colega y amigo:

> *Es uno de los poquísimos científicos cuyo desarrollo intelectual y científico jamás ha desfallecido, sino que siempre ha seguido avanzando. Uno de los aspectos maravillosos de esta actitud suya es que ahora, incluso a la edad de setenta años, Friedrichs no se ha detenido ni ha aflojado el ritmo de trabajo, ni tampoco ha disminuido la radiante inspiración que emana de él... ha sido un gran hombre de ciencia, y lo sigue siendo, cada vez más, y todos los que le conocen y le rodean, los que están cerca de él, saben lo grande que es como ser humano*[271].

Fritz John falleció en New Rochelle, Nueva York, el 10 de febrero de 1994. Aquel mismo mes de febrero, la revista *Notices of the American Mathematical Society* publicaba su obituario, escrito por Jürgen Moser, antiguo colega suyo en la NYU y su vecino en New Rochelle. Solían encontrarse en la estación de tren de New Rochelle de camino a su despacho en el Instituto. (Richard Courant y Lipman Bers también vivieron durante mucho tiempo en New Rochelle).

El primer año que Moser pasó en la NYU, John trabajaba en uno de sus descubrimientos más importantes, los espacios de la «oscilación media acotada».

[271] Courant, eulogía de Friedrichs.

Moser escribió que, para él, este descubrimiento de John había quedado ligado a una experiencia personal inolvidable. Mientras esperaban el tren, Fritz le habló a Moser de su trabajo en las «funciones de pequeñas deformaciones» y le explicó las sutiles estimaciones a las que eso conducía en el caso de las derivadas.

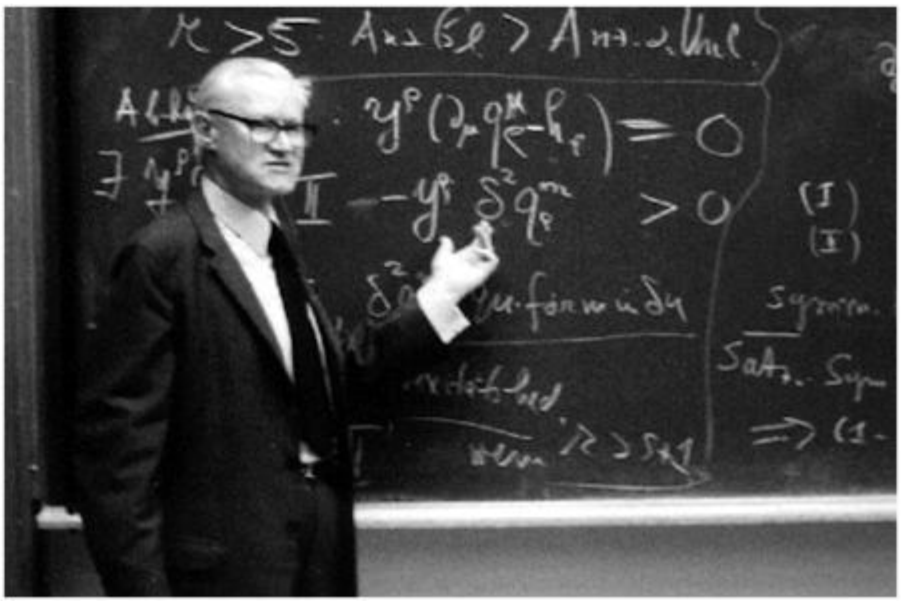

Figura 6.5. Kurt Otto Friedrichs, del Instituto Courant. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Moser lo encontró muy interesante pero no supo valorar en aquel momento la importancia de aquel resultado. Sin embargo, a la mañana siguiente, se dio cuenta de repente de que esta desigualdad le proporcionaba precisamente la herramienta que él necesitaba para poder superar una importante dificultad. «Nunca más», escribió, «tuve la suerte de que se inventara un teorema en el preciso momento en que yo lo necesitaba con urgencia».

Figura 6.6. Fritz John y Jürgen Moser, del Instituto Courant. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

El obituario termina con una cita de Courant, fallecido en el año 1972: «John es uno de los analistas matemáticos más originales y profundos de nuestro tiempo... totalmente incorrupto por la actividad del mercado, y sin embargo toda una personalidad con dilatados intereses intelectuales»[272].

En la actualidad, entre los departamentos matemáticos en Estados Unidos, el Instituto Courant de la NYU sigue siendo especial y diferente. Los intereses de su profesorado abarcan desde temas puros, como la topología y el álgebra abstracta, hasta las aplicaciones prácticas, entre ellas la meteorología, la mecánica estadística y la fisiología matemática. Y el instituto mantiene su

[272] Moser, J. (1995). «Obituary for Fritz John, 1910-1994»,*Notices of the American Mathematical Society* 42 (2), pp. 256-257.

actitud incluyente y receptiva hacia los estudiantes y los visitantes y con respecto a los numerosos diferentes puntos de vista en matemáticas puras y aplicadas. Conserva la herencia de Gotinga, la tradición de Klein, Hilbert y Courant. En respuesta a una reseña de las obras selectas de Peter Lax (mi mentor en Courant), recibí un mensaje de un lector al que la reseña le había recordado sus días de estudiante en Courant. Escribió que recordaba con claridad la simpatía de Lax, y la muy alta opinión que todos sus estudiantes tenían de él como persona. Aquel lector también había conocido a su esposa, Anneli Lax, quien también le había parecido «un ser humano amable y bueno» y recordaba asimismo lo mucho que el profesor Friedrichs alentaba a los estudiantes a visitarle en su despacho. El mensaje terminaba: «era inspirador... gracias por desencadenar este viaje por el camino del recuerdo».

§. La edad de oro de las matemáticas en Moscú

Éste es el título de un libro publicado por la American Mathematical Society en 1992, editado por Smilka Zdravkovska y Peter L. Duren. Contiene doce artículos escritos por matemáticos rusos que describen las matemáticas en Moscú desde la década de 1920 hasta la década de 1990, y sus años dorados entre 1957 y 1968. En el prefacio, Zdravkovska escribe que tuvo la gran suerte de estudiar en el departamento de mecánica y matemáticas (Mekh-Math) de la Universidad Estatal de Moscú en la década de 1960, un entorno excitante donde uno podía aprender tanto de sus condiscípulos como de los profesores. Los estudiantes podían elegir entre docenas y docenas de asignaturas y seminarios impartidos por matemáticos de primera clase; también podían enseñar a los estudiantes más brillantes de secundaria, y aprender de ellos, en los *kruzhoks*, círculos matemáticos. Y por supuesto, los grupos de estudiantes vinculados por estrechas amistades compartían otros intereses además de las matemáticas.

Vladimir Arnold, uno de los más insignes matemáticos vivos, ha escrito sobre la constelación de grandes matemáticos en el departamento de mecánica y matemáticas. «Era realmente excepcional, y nunca he visto nada parecido en ningún otro lugar». Los matemáticos profesionales reconocerán los nombres que enumera: «Kolmogorov, Gelfand, Petrovsky, Pontryagin, P. Novikov, Markov, Gelfond, Lusternik, Kinchin, y P.S. Aleksandrov enseñaron a estudiantes como Manin, Sinai, Novikov, V.M. Alexeiev, Anosov, A.A. Kirillov, y yo. ¡Todos aquellos matemáticos eran tan diferentes! Las clases de Kolmogorov eran casi imposibles de comprender, aunque estaban repletas de ideas y eran realmente gratificantes»[273]. Sin embargo, en 1968, la atmósfera se enfrió de repente, como veremos más abajo.

Una de las contribuciones más interesantes a esta obra es la de A.B. Sossinsky (Alyosha). Había nacido en París en 1937 en el seno de una familia de emigrados rusos. Por parte de su padre, procedía de la nobleza rusa, una familia cuyos orígenes pueden remontarse

[273] Lui, S.H. (1997). «An interview with Vladimir Arnol'd»,*Notices of the American Mathematical Society* 42 (2), pp. 432-438.

hasta el siglo XVI, aunque a principios de siglo la familia ya había perdido todas sus tierras.

Su abuela materna, O.E. Kolbasina-Chernova, nacida en el seno de una acaudalada familia literaria (su padre había sido amigo íntimo de Iván Turguéniev), se había unido a los bolcheviques y convertido en una «revolucionaria profesional». El padre de Sossinsky, por otra parte, había combatido en la caballería de los rusos blancos contra los bolcheviques y, en la segunda guerra mundial, se había incorporado a la legión francesa extranjera antes de asumir la dirección de la sección rusa del departamento de redacción de actas de la ONU e instalarse a vivir en Great Neck, Long Island.

Sossinsky quedó fascinado por las matemáticas a los trece años, cuando su familia todavía vivía en Francia y el álgebra y la geometría fueron introducidas en el programa de estudios francés. La geometría era su asignatura preferida y empezó a «investigar» a los catorce años:

> *«demostré» que la geometría euclidiana es contradictoria y «demostré», que el universo está «cerrado» en el sentido en que las líneas rectas «no tienen dos extremos» sino que son «como círculos muy grandes». Era demasiado tímido para comunicar mis «resultados» a mi profesor (o a otros adultos), pero los escribí con gran detalle, en escritura caligráfica, y cerré el sobre que los contenía, con intención de que fuera abierto al mundo en general*

más tarde, cuando yo fuera lo bastante mayor para que me tomaran en serio[274].

En 1954 ingresó en el colegio universitario Washington Square de la NYU. Tras un primer curso frustrante, decidió seguir estudiando en Europa, en Moscú o París. En el verano de 1955 visitó Rusia con su familia, un viaje de dos meses de duración y que le causó una fuerte impresión. Los Sossinsky vieron cómo era realmente el nivel de vida allí, y pudieron enterarse de primera mano de la tragedia de los campos de concentración de Stalin. La familia regresó a Nueva York, pero entonces, en 1957, tras pasar otro verano con su familia en Moscú, Alyosha decidió quedarse. Fue una decisión muy dura para él puesto que sabía que se arriesgaba a no poder volver a salir de la Unión Soviética en un futuro cercano. Sus padres no le apoyaron, pero tampoco se opusieron. Albergaba la ingenua esperanza de que Jrushov fuera pronto sustituido por un hombre más joven, mejor educado y más liberal, y de que un tipo de socialismo con un rostro humano acabaría prevaleciendo.

Durante los años que duraron los estudios universitarios de Sossinsky (1957-1964), las matemáticas y los matemáticos en Mekh-Math prosperaron en un entorno muy estimulante. El mayor responsable de ello fue el rector de la Universidad de Moscú, I.G. Petrovsky, un sobresaliente matemático que presidió durante casi dos décadas la cátedra de ecuaciones diferenciales. A Petrovsky se

274 Sossinsky, A.B. (1993). «In the other direction», en S. Zdravkovska y P.L. Duren (eds)., *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, vol. 6. Providence, R.I.:American Mathematical Society, pp. 223-243.

le recuerda también y sobre todo por su honradez, su valor personal y su extraordinaria capacidad como administrador. Consiguió concentrar una gran cantidad de poder en sus manos («tiene más influencia que muchos de los miembros del Comité Central, y eso que ni siquiera pertenece al partido», afirmaría en una ocasión de él un administrador bien informado) y lo utilizó para ampliar y enriquecer la universidad en general, pero también especialmente el departamento de mecánica y matemáticas, la niña de sus ojos.

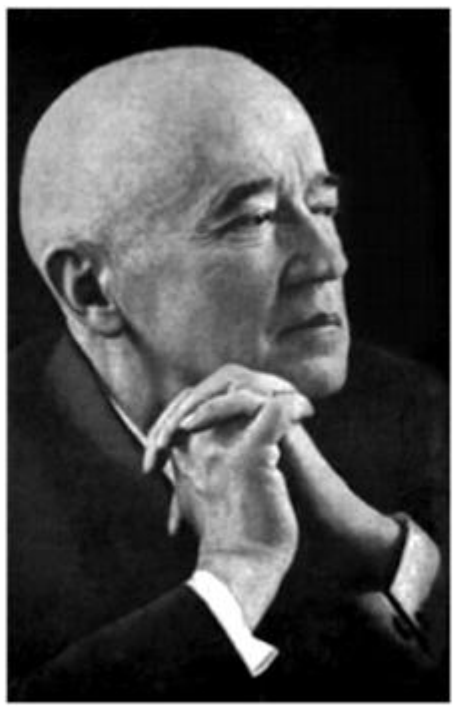

Figura 6.7. I. G. Petrovsky, rector de la Universidad de Moscú y destacado investigador en ecuaciones diferenciales parciales. Cortesía de la Universidad Independiente de Moscú y del centro moscovita para la educación continua en matemáticas.

El programa de posgrado de matemáticas estaba dirigido por el distinguido topólogo P.S. Aleksandrov, que siempre se encariñaba con sus estudiantes de matemáticas dotados de talento y estaba siempre dispuesto a ayudarles. Gracias a la ayuda del poderoso I.G. Petrovsky, solía salir victorioso de los continuos enfrentamientos contra los dirigentes del partido y sus militantes, en especial cuando N.V. Efimov fue nombrado decano de Mekh-Math (1959-1969). De hecho, fue Efimov quien se enfrentaría la mayoría de las veces, en las disputas internas del departamento, a la gente del partido, y siempre con la simpatía y la discreción que le caracterizaban. Era un administrador muy capaz y un hombre muy popular y prudente.

Sossinsky añade el nombre de Andréi Kolmogorov, uno de los pensadores matemáticos más sobresalientes del mundo, pero que no ocupó ningún cargo en la administración de la universidad. «Kolmogorov simbolizaba el compromiso científico total y la honradez intelectual que muchos de nosotros vemos como el ideal del matemático». Sossinsky escribe:

> *A los matemáticos occidentales les resulta sin duda muy difícil comprender que, en una sociedad totalitaria, los resultados científicos no son de ningún modo el criterio principal más habitual para alcanzar el éxito en las instituciones científicas. El criterio habitual de la época en la Unión Soviética era político o ideológico, y no la verdad científica... Mekh-Math, hasta finales del año 1968, fue un lugar único, un oasis, un refugio donde el valor objetivo de la investigación científica era la mejor baza que uno tenía, algo que*

comprendieron y aceptaron la mayoría de los estudiantes y profesores, y es también la característica fundamental de la atmósfera en Mekh-Math de aquella época. Para la mayoría de nosotros, nuestro amor por las matemáticas era parte de un punto de vista común que se caracterizaba por opiniones políticas contrarias a las dominantes, por un gran interés en la vida artística y literaria de la época, y por los deportes activos (en especial, el excursionismo de montaña, las acampadas, el remo, y el esquí de fondo y alpino[275]).

Esta utilización de las matemáticas como vía de escape a la realidad opresiva constituye un ejemplo del tema que ya hemos desarrollado en el capítulo 3.

En el mismo libro, D.B. Fuchs, también estudiante en Mekh-Math en la época dorada, escribe que la era de Brezhnev empezó con varios juicios políticos, y en medio de una atmósfera general aterradora. «Una de las actividades principales de nuestra vida política a finales de la década de los sesenta era la de "firmar cartas". Después del juicio de los escritores Andréi Sinyavsky y Yuli Daniel, varios grupos de personas enviaron cartas colectivas a diversas instituciones del poder con diversos tipos de protestas (de bastante suaves a bastante fuertes). Los autores de las cartas, por supuesto, fueron castigados, pero las cartas se siguieron escribiendo... Para detener la campaña, las autoridades eligieron una de las cartas a fin de aplicar un castigo ejemplar a sus autores,

[275] Ibíd.

y parece ser que la carta que eligieron fue la que se refería a Esenin-Volpin»[276].

Alexander Serguéievich Esenin-Volpin era el hijo del gran poeta ruso Serguéi Esenin, un buen lógico matemático y un disidente declarado.

Figura 6.8. *Andrei Kolmogorov (izquierda), un gran matemático ruso, acompañado de unos jóvenes colegas. Cortesía de los archivos del Matematisches Forscchunginstitut Oberwolfach*

En enero de 1968 fue ingresado en un *psikhushka*, un hospital psiquiátrico especial para desviados políticos.

[276] Fuchs, D.B. (1993). «On Soviet mathematics of the 1950s and 1960s», en S. Zdravkovska y P.L. Duren (eds)., *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, vol. 6. Providence, R.I.: American Mathematical Society, pp. 220-222.

99 matemáticos firmaron una carta en su defensa... los firmantes empezaron a ser perseguidos. Se organizaron reuniones en diversos lugares en los que sus colegas los vilipendiaron... nadie sabía lo que podría ocurrir, e hicimos lo mejor que podíamos hacer. Un pequeño grupo de matemáticos (entre ellos Shafarevich, Arnold, Tyurina, yo mismo y muchos otros) nos fuimos a una remota estación de esquí en el Cáucaso. No teníamos ningún contacto con el mundo exterior y no queríamos saber lo que estaba pasando en Moscú. Cuando regresamos, la situación se había calmado. Tras algunos debates, en las altas esferas, habían decidido actuar sin tomar medidas extremas. Gracias a Dios nadie fue detenido. Dos personas perdieron su trabajo principal, algunos otros, su trabajo secundario, muchos tuvieron dificultades con sus ascensos, y no se le permitió a nadie salir al extranjero[277].

Regresemos ahora a Sossinsky.

En 1968 [el año de la carta Esenin-Volpin] fue un punto de inflexión en la vida de muchos, incluida la mía. Fue el año de las barricadas de mayo en París, de la quema de cartillas de alistamiento y de los disturbios en las universidades estadounidenses, de la primavera de Praga aplastada por los tanques rusos. Para mí, fue el año que puso fin a mis esperanzas e ilusiones, el año de los dramáticos acontecimientos que marcaron el fin de la edad de oro de Mekh-Math.

---

[277] Ibíd.

La carta fue publicada casi de inmediato en Occidente, en contra de los deseos de sus autores y de todos los firmantes, y fue el pretexto para la aplicación de severas medidas represivas en el departamento de matemáticas de la Universidad de Moscú: la administración de Mekh-Math y los líderes del partido fueron todos sustituidos por miembros del partido pertenecientes a la línea más dura. Junto a este cambio de administración también llegó la aplicación sistemática de prácticas antisemitas en los exámenes de Mekh-Math.

Sossinsky recuerda a un joven llamado Kogan (la versión rusa de Cohen) que se sometía al examen de acceso por segunda vez. Obtuvo una puntuación de 5 (el máximo) en el escrito de matemáticas, 5 en el oral de matemáticas (tras sobrevivir a cuatro horas de preguntas de nivel olímpico), y un 5 en el oral de física (donde los dos examinadores también estaban allí con la intención de acabar con él). Sólo le quedaba el ensayo sobre literatura rusa, donde incluso un mísero aprobado le permitiría el acceso. Su ensayo no tenía ninguna falta de ortografía, de gramática ni de estilo, y Kogan había sacado sobresalientes en literatura, pero le pusieron un 2 (= F) por «no clarificar el tema».

Sossinsky escribió: «desde entonces, no volví a ver a Kogan (gracias a Dios, ¿qué le podría haber dicho?), y por primera vez, me planteé la pregunta: ¿qué derecho moral tenía yo, como profesor, a ser, si no un cómplice, al menos un observador pasivo, de tales prácticas[278]?

[278] Sossinsky (1993), pp. 223-243.

En 1971, el departamento político de Mekh-Math decidió prohibirle a Sossinsky enseñar en la escuela número 12. En 1974, Sossinsky presentó su dimisión del departamento, después de lo cual, el director, P.S. Aleksandrov, le invitó a su casa para hablar de la situación. Aleksandrov inició la conversación con este extraordinario gambito de apertura:

> *Alyosha, nosotros, los intelectuales de la nobleza rusa, tradicionalmente, siempre hemos puesto nuestro deber hacia la Madre Patria por encima de nuestros sentimientos e intereses personales. Un noble ruso no abandona un barco que naufraga, sino que lucha por mantenerlo a flote. Son las personas como Kolmogorov, como usted o como yo, las que hemos convertido este departamento en el oasis científico único que usted conoce. Incluso en los años de Stalin siempre hicimos lo que pudimos y, en caso necesario, nos hemos tragado nuestro orgullo*[279]...

Sossinsky siempre había sabido que los padres de Aleksandrov habían pertenecido a la pequeña nobleza, y se esperaba cualquier cosa salvo que él, un científico especialmente cauteloso e integrado en las altas esferas, apelara a los valores que se suponía que cincuenta años de gobierno bolchevique habían erradicado.

Sossinsky nos ofrece una interpretación psicológica de cómo los miembros de estas destacadas instituciones gestionaban esta presión política. Analizó cómo el Mekh-Math que él había conocido y amado había sido destruido, cómo

[279] Ibíd.

al humillar a un estudiante o a un profesor, obligándole a desenterrar patatas del barro con sus manos (su colaboración «voluntaria» en una granja colectiva local), y al obligarle a repetir en público, y con gran hipocresía, descaradas mentiras políticas acerca del sistema, el sistema consigue que esta persona pierda su dignidad y se convierta en dócil y manejable[280].

Las personas dotadas de talento, que tienden a ser impredecibles y más difíciles de controlar, suelen suspender los exámenes de acceso, o no se las recomienda para estudios de posgrado, o no se les da trabajo en el departamento, a menos que se les destruya la dignidad y puedan demostrar su docilidad. «Lo que querían los administradores de la línea dura del partido eran matemáticos buenos, competentes, sólidos, impasibles y serviles. Y eso es lo que tienen ahora. En la actualidad [1991], entre el profesorado numerario de Mekh-Math apenas hay ningún matemático de categoría mundial, mientras que en 1968, eran docenas y docenas»[281].

§. La universidad del pueblo judío

Esta historia de las matemáticas de Moscú tiene una posdata poco conocida. En el año 1978, pocos años antes de la publicación del libro *The Golden Years of Moscow Mathematics* del que hemos estado citando, se creó una escuela de matemáticas espontánea y

[280] Ibíd.
[281] Ibíd.

semiclandestina, que recibió el nombre de Universidad del Pueblo Judío, donde podían estudiar aquellos que habían sido excluidos de Mekh-Math. Bella Abramovna Subbotovskaya, una matemática judía que había estudiado en Mekh-Math a mediados de la década de 1950, organizó unas clases en las que los alumnos recibían la misma enseñanza que los estudiantes de los primeros cursos de Mekh-Math: análisis complejo, análisis real, topología y álgebra. Con la ayuda de sus amigos Valery Senderov (un conocido disidente) y Boris Kanevsky, Bella reclutó profesores de primera clase tales como Dmitri Fuchs y Viktor Ginzburg. Aplicó una norma que prohibía estrictamente cualquier tipo de actividad política. En la Universidad del Pueblo Judío se enseñaban matemáticas, y los profesores eran voluntarios no integrados en el sistema educativo oficial soviético, nada más. Alrededor de trescientos cincuenta estudiantes asistieron a la escuela entre 1978 y 1983. En marzo de 1982, el famoso topólogo estadounidense John Milnor dio algunas clases allí en el transcurso de una visita que realizó a Moscú.

Andréi Zelevinsky, en la actualidad profesor en la Northeastern University, escribe que Bella Abramovna preparaba las listas de estudiantes, organizaba aulas para las clases, informaba a todo el mundo de los cambios en el programa, se aseguraba de que las clases empezaban y terminaban a tiempo, traía tiza e incluso preparaba deliciosos bocadillos.

> *Llevaba a cabo todas estas tareas con una sonrisa y sin esfuerzo aparente. Su sola presencia creaba un entorno maravillosamente agradable, cálido y hogareño. Se ocupó de todos los problemas*

prácticos del día a día de todos los profesores. Por cierto, ni que decir tiene que nadie recibía ningún dinero por su trabajo[282].

Por supuesto, algo así no podía durar mucho tiempo sin atraer la atención del KGB. En 1982, Subbotovskaya fue convocada para ser interrogada.

Figura 6.9. Bella Abramovna Subbotovskaya. Cortesía de Ilya Muchnik.

Se cree que se negó a cooperar y declarar contra Kanevsky o Senderov, y entonces ocurrió algo muy extraño. Alrededor de las once de la noche del 23 de septiembre de 1982, mientras Bella

[282] Zelevinsky, A. (2005). «Remembering Bella Abramovna», en M. Shifman (ed)., *You failed your math test, Comrad Einstein*. Hackensack, N.J.: World Scientific.

regresaba a pie a su casa por una calle tranquila después de visitar a su madre, un camión que circulaba a gran velocidad la atropelló y huyó del lugar. Unos minutos más tarde, un automóvil se detuvo cerca de allí y poco más tarde una ambulancia aparecía y se llevaba su cuerpo al depósito de cadáveres. Al funeral asistieron unos pocos amigos y miembros de su familia. Nadie se atrevió a expresar sus sospechas en voz alta. Kanevsky y Senderov fueron encarcelados, tres y cinco años respectivamente, y la Universidad del Pueblo Judío dejó de existir.

§. Asociación de mujeres matemáticas

Las mujeres matemáticas se han tenido que enfrentar a diversos desafíos. Se enfrentan a una discriminación de siglos de antigüedad y que se basa en su género. La asociación de mujeres matemáticas (Association for Women in Mathematics, AWM) tuvo su origen en la determinación de las mujeres a ser aceptadas como iguales en los círculos matemáticos, y en las dificultades que habían tenido para acceder a buenos puestos de trabajo en la enseñanza. En la reunión conjunta de la AMS y de la MAA[*] de 1971, las mujeres activistas reclamaron más representación en una comisión ejecutiva. Eran conscientes de las desalentadoras estadísticas del estatus de las mujeres en el campo de las matemáticas, tal como quedaba reflejado por la escasez de mujeres en el programa de la reunión. Ninguno de los ponentes eran mujeres, y sólo el 5 por 100 de las comunicaciones las presentaba una mujer. Una disparidad de género similar también se daba entre el profesorado; sólo uno de cada diez ascensos en la lista que cada año publicaba *Notices of the American Mathematical Society* se le concedía a una mujer. En el nivel de profesores ayudantes estaban mejor representadas: las mujeres ocupaban el 33 por 100 de los puestos que aparecían en la lista de la publicación. La AMS estaba dirigida por hombres y ninguna matemática ocupaba un cargo electo importante.

Poco después de la creación de la comisión ejecutiva, sus organizadoras la transformaron en una organización independiente que recibió el nombre de Association for Women in Mathematics (AWM, asociación para las mujeres matemáticas). Mary Gray, catedrática de la American University, fue esencial en su formación y se convirtió en su primera presidenta. En su calidad de líder de la recién creada organización, le correspondió redactar el primer número de la hoja informativa de la organización, la publicación que, todavía hoy en día, constituye el vínculo vital que sostiene a esta comunidad.

Según Leonore Blum, una primera y difícil experiencia en Berkeley la transformó, y pasó «de ser una ingenua con respecto a la política relacionada con la mujer en el mundo académico, a ser una persona que contribuía activamente a que las mujeres encontraran su camino por el difícil terreno de un campo tan tradicionalmente masculino como eran las matemáticas»[283]. Fue en aquel momento cuando Blum empezó a participar activamente en las organizaciones locales y nacionales, estableciendo vínculos sólidos con otras

---

[283] Henrion, C. (1997). *Women in mathematics*. Bloomington, Ind.: Indiana University Press, p. 152.

mujeres científicas, entre ellas Judith Roitman. Entre 1975 y 1978 ejerció como tercera presidenta de la AWM. Blum buscaba una comunidad de apoyo, y para ello combinó el activismo político y la investigación matemática, convencida de que, en lugar de adaptarse a las organizaciones establecidas existentes, era necesario crear organizaciones nuevas.

Las actividades de los miembros de la AWM abarcan muchos ámbitos: documentan el estatus de las mujeres en las matemáticas; influyen en la política del gobierno y en las agencias de subvenciones; su oficina de portavoces mantiene estrechas relaciones con institutos y universidades; y luchan contra las muchas formas de discriminación que sufren las mujeres interesadas en las matemáticas.

Figura 6.10. Mary Gray (izqda). fundadora de la Association for Women in Mathematics, con amigos. Cortesía de la AWM, AWM Newsletter23 (3), 25.

La organización también rinde homenajes a las mujeres matemáticas, a su trabajo y a su vida (por ejemplo, organizando un coloquio en honor de Emmy Noether), y dedica premios y ofrece becas en reconocimiento de sus predecesoras más famosas. El impacto político y educativo de la AWM es impresionante, considerando que se trata de una organización de cuatro mil miembros. El gobierno y los grupos científicos suelen hacerle consultas, y la organización también contribuye al desarrollo del potencial matemático de las estudiantes de instituto y universitarias a través de conferencias y talleres.

Las organizaciones profesionales en el mundo de la ciencia llevan a cabo regularmente, y con eficacia, muchas actividades de este tipo, pero la actividad de la AWM va más allá de estas contribuciones habituales: se trata de una comunidad de práctica y de creencias compartidas que tiene un significado emocional en la vida de sus miembros. Jean E. Taylor y Sylvia Wiegand describieron la AWM como una «organización apasionada». Las lectoras de su hoja informativa bimensual comentan que «cada número “las recarga” y les ayuda a luchar contra la sensación de aislamiento». La persistencia de la discriminación contribuye al mantenimiento de esta sensación. Un número especial de *Notices* informaba que, a pesar del aumento del número de mujeres matriculadas en asignaturas de matemáticas avanzadas desde la fundación de la AWM, el aumento en la cifra de nombramientos de profesoras numerarias en las universidades de prestigio sigue avanzando muy despacio[284].

Figura 6.11. Leonore Blum (dcha.) y colegas. Cortesía de la American Mathematical Society.

No es sorprendente que esta discriminación tenga consecuencias psicológicas. En el mismo número de Notices, D.J. Lewis escribe que existen indicaciones claras de que, en todos los niveles, desde la escuela secundaria hasta los programas de doctorado, las mujeres, en general, tienen menos confianza en su capacidad matemática que los hombres. Las mujeres que triunfan han contado con el respaldo de sus padres y profesores, que también les tranquilizan acerca de su capacidad, y sin embargo, muchas mujeres matemáticas de éxito siguen dudando de si son tan buenas como son en realidad. «Tal vez dudan de sí mismas porque el gran público concibe las matemáticas como algo masculino, y porque ya desde

[284] *Notices of the American Mathematical Society* (1997), p. 107.

pequeñas, las mujeres se perciben a sí mismas como ajenas al mundo matemático»[285].

Muchas mujeres siguen sintiéndose aisladas y asediadas en su papel de matemáticas. No sólo necesitan demostrar que son eficaces en la profesión que han elegido, y demostrarlo una y otra vez, sino que también necesitan demostrar que no han renunciado a su identidad de mujer. En las reuniones de la AWM, en sus publicaciones, y a través de sus relaciones de amistad con otros miembros, las mujeres pueden hablar de esos dilemas. A todas les preocupa por igual el «problema de los dos cuerpos», a saber, el desafío profesional, cuando están casadas con un matemático, que consiste en intentar encontrar un trabajo juntos.

En las biografías, las crónicas personales y en las presentaciones de los matemáticos, la referencia a su vida personal suele ser escasa, lo que no es el caso en los escritos de y sobre las mujeres. A lo largo de todo el libro *Complexities*, escrito por algunos miembros de la AWM, se analizan libremente los conflictos emocionales y otras cuestiones. Al mismo tiempo, la obra incluye artículos técnicos de difícil lectura, y datos y cifras sobre la lentitud del cambio en el estatus de las mujeres en la profesión. De ese modo, las articulistas superan la habitual dicotomía entre intelecto y emoción.

Las mujeres matemáticas reciben mensajes culturales desalentadores. Uno de ellos es la creencia según la cual carecen de aptitud para las matemáticas. Otro es el argumento que sostiene

[285] Lewis, D.J. (1991). «Mathematics and women: The undergraduate school and pipeline», *Notices of the American Mathematical Society* 38 (7), pp. 721-723.

que en la disciplina matemática no puede encontrarse la sensibilidad intuitiva tan importante para las mujeres que le dan valor a las relaciones. Al enfrentarse a estas opiniones, las mujeres de la AWM han afirmado que las matemáticas son para ellas una profesión gratificante, un medio de utilizar al máximo su intelecto sin poner en peligro una vida emocional completa y otros intereses humanísticos más generales.

Otras de las escritoras que participan en *Complexities* escriben sobre el impacto que tienen los campamentos de verano de matemáticas e informática en los estudiantes de secundaria, sobre los programas especiales de tutorización para mujeres en las instituciones de prestigio, y del trabajo en red y los grupos de apoyo, entre ellos la AWM. Judith Roitman, al recordar el pasado, ha dejado claro que este tipo de actividades ha cambiado la vida de las mujeres que aspiraban a ser matemáticas: «Era muy habitual que las matemáticas más destacadas estuvieran sin trabajo; se solía desanimar a las mujeres jóvenes, y a las pocas que perseveraban se las solía tratar mal; y eran muy pocas, y aisladas, las que llegaban ser un modelo a seguir»[286]. A lo largo del siglo XX se han dado cambios importantes en lo concerniente al acceso de las mujeres a las carreras matemáticas, el más importante de ellos, en las políticas universitarias. A principios de siglo, en muchos países, las mujeres no podían matricularse ni recibir una titulación oficial, tan sólo podían asistir como oyentes y únicamente con permiso del

[286] Roitman, J. (2005). En B.A. Case y A.M. Legget (eds)., *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 251.

profesor. E incluso cuando se les permitía asistir como oyentes, las mujeres a menudo no estaban preparadas para seguir clases de nivel universitario a causa de la educación inferior que habían recibido antes.

En las décadas anteriores a la segunda guerra mundial, muchas universidades siguieron desalentando a las mujeres que deseaban asistir a la universidad. Incluso después de la ilegalización de este tipo de políticas, la actitud hacia las mujeres interesadas en las matemáticas seguía llena de prejuicios. Los subsiguientes daños psicológicos han tardado en cicatrizar. La sensación de falta de adecuación que muchas mujeres siguen sufriendo se manifiesta en una mayor fragilidad de la percepción que tienen de ellas mismas, y los estudios de Benbow y Stanley contribuyeron a los estereotipos sociales. Sin embargo, desde entonces, los meta análisis de las grandes bases de datos dan fe de una reducción sostenida de las diferencias de género en cuanto a logros matemáticos. La mayor parte de las investigaciones sobre la capacidad cognitiva de hombres y mujeres, desde el nacimiento a la madurez, no corroboran la afirmación según la cual los hombres tienen una aptitud intrínseca superior para las matemáticas y la ciencia. A estos hallazgos no se les da la misma publicidad con que fueron acogidos otros estudios anteriores centrados en las diferencias de género, pero contribuyen, no obstante, a que la igualdad sea una realidad, impulsando programas de intervención destinados a mujeres y minorías. El aliento proporcionado por mentores afectuosos y la interacción grupal con estudiantes procedentes de grupos anteriormente marginalizados son aún más importantes.

Al principio de este capítulo preguntábamos, ¿qué tipo de comunidades forman los matemáticos? La gama de grupos en los que funcionan profesionalmente los matemáticos es muy amplia, y algunas de estas comunidades enriquecen la vida de sus miembros de modo muy significativo. Ya sea en el seno de las instituciones, o creados deliberadamente fuera de las universidades tradicionales, estos grupos proporcionan valiosas relaciones y vínculos entre sus miembros. Algunos de estos grupos tienen una visión clara y compartida, otros aportan entusiasmo y cooperación. Su existencia y su importancia refutan el mito del carácter solitario y aislado de la vida del matemático.

Capítulo 7
Género y edad en las matemáticas

Contenido:

En el capítulo 5 citábamos el dicho de Hardy, «las matemáticas son cosa de hombres jóvenes», que se ha convertido en un latiguillo. En este capítulo analizamos ambos aspectos de este lema: «joven» y «hombre». ¿Qué ocurre cuando un matemático o una matemática envejecen? ¿Tienen las mujeres las mismas oportunidades de carrera que los hombres? ¿Mantienen el mismo ritmo y patrón de trabajo que sus colegas varones? En la segunda parte de este capítulo, estudiamos la edad y el envejecimiento de los matemáticos. En la primera mitad, hacemos un recorrido *por el estatus pasado y presente de las mujeres matemáticas.*

§. Las mujeres en matemáticas

Con la expresión «es cosa de hombres jóvenes» Hardy no pretendía excluir a las mujeres. La famosa analista británica Mary Cartwright fue alumna suya. En 1941, cuando Hardy escribió su *Apología*, en inglés, lo habitual era utilizar *man*, «hombre», tanto en el sentido de «masculino», o bien en el sentido de «ser humano». En la actualidad, por supuesto, en inglés decimos *young person* (persona joven) si lo que queremos es abarcar ambos sexos. Hardy no sólo era un pacifista y un ateo, sino que también se le puede considerar como uno de los primeros feministas, tal como demuestra su apoyo activo a la matemática estadounidense de origen británico reconvertida en biofísica Dorothy Wrinch[287].

Haremos aquí un breve repaso de las mujeres en las matemáticas, en el pasado y en la actualidad. Veremos que hasta hace pocas décadas las matemáticas eran, efectivamente y de forma abrumadora, «cosa de hombres jóvenes» porque a las mujeres no se les permitía participar. No eran sólo y sobre todo los matemáticos quienes se lo impedían, sino, y ante todo, los padres, que les exigían a sus hijas que se ajustaran a lo que la sociedad esperaba de ellas, y también las políticas excluyentes de las administraciones universitarias. La igualdad total o la equidad todavía son metas por las que hay que seguir luchando.

[287] Senechal, Marjorie (2007). «Hardy as a mentor»,*Mathematical Intelligencer* 29.

Empezamos con unas breves crónicas de la vida de tres grandes matemáticas que superaron tremendos obstáculos para lograr dedicarse a esta disciplina: Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya y Emmy Noether.

§. Marie-Sophie Germain (1776-1831)

En el capítulo 1, explicábamos cómo, a la edad de trece años en el París revolucionario, Germain había quedado fascinada por Arquímedes y por las matemáticas pese a la feroz oposición de sus padres. Una vez que se dieron cuenta de que no podían vencer a Sophie, su padre financió su investigación y la apoyó en sus esfuerzos por irrumpir en la comunidad de matemáticos. Durante muchos años ése fue el único aliento que recibió. Igual que muchas otras mujeres que practicaron las matemáticas en tiempos posteriores, se dedicó en exclusividad a su profesión y nunca se casó.

En el año 1794 se inauguraba en París la École Polytechnique, reservada para hombres. Sophie asumió la identidad de un antiguo estudiante, Antoine-Auguste Le Blanc. Aunque el señor Le Blanc había dejado la escuela, la academia seguía imprimiendo apuntes de clase y problemas para él. Sophie consiguió los apuntes y los problemas de Le Blanc y entregó las soluciones, bajo el nombre de Le Blanc, al supervisor del curso, Joseph-Louis Lagrange. Lagrange observó que las soluciones del señor Le Blanc mostraban una extraordinaria mejora, y Germain se vio obligada a revelar su identidad. Lagrange, asombrado, se convirtió en su mentor y amigo.

Germain le escribió a Legendre con relación a unos problemas que él había propuesto en su ensayo de 1798 *Essai sur la théorie des nombres* y la subsiguiente correspondencia entre Legendre y Germain se convirtió prácticamente en una colaboración. Legendre incluyó algunos de los hallazgos de Germain en un suplemento a la segunda edición de su libro. Varias de las cartas de Sophie fueron más tarde publicadas en su obra titulada *Œuvres Philosophiques de Sophie Germain*.

No obstante, la correspondencia más famosa de Germain fue la que mantuvo con Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Germain había logrado comprender en profundidad los métodos que Gauss había presentado en su obra de 1801 *Disquisitiones Arithmeticae*. Entre 1804 y 1809, Sophie le escribió una docena de cartas, en las que, al principio, adoptó una vez más el seudónimo «M. Le Blanc» temiendo que, al ser mujer, no le hiciera caso. En el curso de su correspondencia, Gauss alabó las demostraciones de Sophie de la teoría de números, una valoración que repitió en cartas dirigidas a sus colegas. La auténtica identidad de Germain no le fue revelada a Gauss hasta el año 1806, cuando las tropas francesas ocuparon su ciudad natal de Braunschweig. Sophie, que recordaba el destino de Arquímedes, y temiendo por la seguridad de Gauss, se puso en contacto con un comandante francés amigo de su familia. Gauss, tras enterarse de que había sido Germain quien había intervenido en su favor, y también de que ella era «M. Le Blanc», le escribió encantado:

> *Cuando una persona que pertenece al sexo que, según nuestras costumbres y prejuicios, debería enfrentarse a un número de dificultades infinitamente superior a las que se tienen que enfrentar los hombres para familiarizarse con estos espinosos estudios y logra, pese a todo, superar esos obstáculos y penetrar las partes más oscuras de estas investigaciones, entonces esa persona, sin ninguna duda, debe de estar dotada del más noble de los valores, de un talento extraordinario y de un genio superior*[288].

Sophie se interesó por el último teorema de Fermat y adoptó un nuevo enfoque al problema. Consideró esos números primos *p*, tal que 2p + 1 también es primo. (Germain incluye también el 5 en los primos, porque 11 = 2 × 5 + 1 también es primo, pero no el 13, porque 27 = 2 × 13 + 1 no es primo). Para valores de *n* igual a estos primos de Germain, demostró que si *xn* + *yn* = *zn*, entonces *x, y*, o *z* deben ser múltiplos de *n.* En 1825, Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet y Adrien-Marie Legendre demostraron, cada uno por su lado, que el caso n = 5 no tiene soluciones, y basaron su demostración en el trabajo de Sophie Germain. Esta demostración se mantuvo como el resultado más importante del último teorema de Fermat desde el año 1738 hasta el trabajo de Kummer en 1840.

Después que Gauss abandonara la teoría de los números para dedicarse a las matemáticas aplicadas, también Germain dejó de trabajar en la teoría de números y dedicó su atención a un

[288] Correspondencia entre Germain y Gauss, <http://www-groups.dcs. st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Gauss.html.

importante problema por resolver, la teoría de la elasticidad. En 1808, el físico alemán Ernst F. Chladni había visitado París, donde exhibió las figuras denominadas figuras de Chladni, producidas por una capa de arena sobre una placa vibradora. El Institut de France convocó un concurso que consistía en lo siguiente: «formular una teoría matemática de las superficies elásticas e indicar precisamente en qué modo coincide con la evidencia empírica»[289]. Aunque Lagrange declaró que los métodos matemáticos existentes en aquel momento no eran adecuados para resolverlo, Germain, no obstante, pasó los siguientes diez años intentando derivar una teoría de la elasticidad, compitiendo y colaborando con algunos de los físicos y de los matemáticos más eminentes. Presentó un manuscrito en 1811, en el que exponía por primera vez el concepto de curvatura media. Pese a ser la única en presentar un trabajo en 1811, no ganó el concurso. Lagrange, que formaba parte del jurado, corrigió algunos errores en los cálculos de Germain y presentó una ecuación que, en su opinión, podría tal vez describir los patrones de Chladni. El plazo se amplió a dos años más, y Germain fue la única, otra vez, que se presentó a la convocatoria. Demostró que la ecuación de Lagrange daba como resultado patrones de Chladni en diversos casos, pero no pudo dar una derivación satisfactoria de la ecuación de Lagrange a partir de principios físicos. Por este trabajo recibió una mención de honor. El concurso se volvió a convocar en 1815 y en esta ocasión, Sophie, que lo intentaba por tercera vez, se llevó el

---

[289] LaGrange <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Lagrange.html.

premio, una medalla de oro de un kilo. Como resultado, se convirtió en la primera matemática mujer en asistir a las sesiones de la Academia Francesa de las Ciencias.

Ante la decepción general, Germain no asistió a la ceremonia de entrega del premio, tal vez porque Poisson, su principal rival en la cuestión de la elasticidad, formaba parte del tribunal. Poisson había enviado un reconocimiento lacónico y formal del trabajo de Sophie, pero evitó cualquier discusión seria con ella, y en público, no le prestó ninguna atención. Más tarde, cuando otros se basaron en el trabajo de Germain, y la elasticidad se convirtió en un tema científico importante, Sophie fue dejada de lado.

En 1829 se vio afectada por un cáncer de mama, pero, sin dejarse intimidar por la enfermedad ni por los combates de la revolución de 1830, terminó unos artículos sobre teoría de números y sobre la curvatura de las superficies (1831). Un amigo de Germain, el conde Libri-Carducci, escribió un elogio en el que destacaba su «inagotable benevolencia, que la lleva a pensar siempre en los otros antes que en sí misma... en ciencia, y nunca pensaba en las ventajas que procura el éxito. Se alegraba incluso cuando veía fructificar sus ideas tras ser adoptadas por otras personas»[290].

§. Sofia Vasilyevna Kovalevskaya (1850-1891)

Ya nos hemos encontrado en dos ocasiones antes con Kovalevskaya: primero, en el capítulo 1, en el que describíamos su fascinación infantil por las matemáticas, estimulada por el papel pintado de su

[290] James (2002), pp. 57-58.

habitación; y en el capítulo 5, cuando describíamos su amistad con su mentor Karl Weierstrass. Ahora completaremos las partes que nos faltan de su biografía.

Cuando Sofia empezó a estudiar matemáticas con un preceptor, Y.I. Malevich, «sentí una atracción tan intensa por las matemáticas que empecé a dejar de lado mis otros estudios»[291].

Su padre ordenó entonces interrumpir las clases de matemáticas, pero Sofia encontró un ejemplar del *Álgebra* de Bourdeu que leía por la noche cuando sus padres estaban durmiendo. Un año más tarde, un vecino, un cierto profesor Tyrtov, le regaló a la familia de Sofia un libro de texto de física que había escrito. Sofia, al no poder comprender las fórmulas trigonométricas, intentó descifrarlas y redescubrió así el modo en el que había sido desarrollado históricamente el concepto de seno. El profesor Tyrtov intentó convencer al padre de Sofia de que la dejara estudiar matemáticas, algo a lo que se negó durante varios años más.

A los dieciocho años, Sofia quiso ir a la universidad, pero las universidades rusas no admitían mujeres. De hecho, a las mujeres rusas ¡ni siquiera se les permitía vivir fuera del hogar familiar sin la autorización escrita de su padre o marido! Su padre, que le había puesto un preceptor para darle clases, también de cálculo, a la edad de quince años, se negó a darle permiso para salir al extranjero. Sofia entonces eludió esta dificultad e hizo un «matrimonio de conveniencia» con un joven y flexible estudiante de paleontología,

[291] Kovalevskaya, S., Kochina, P.Y., y Stillman, B. (1978). *A Russian childhood*. Nueva York: Springer, p. 35.

Vladimir Kovalevskii. La pareja salió de Rusia acompañada por la hermana de Sofia, Anuyta, y durante los siguientes quince años, las frecuentes peleas y falta de comprensión entre marido y mujer acabaron en exasperación, tensión y amargura.

Anuyta se fue a París, y Sofía a Heidelberg a estudiar matemáticas y ciencias naturales, pero la Universidad de Heidelberg no admitía mujeres. Finalmente, Sofia convenció a las autoridades de que, si los profesores de cada asignatura se lo autorizaban, le permitieran asistir a clase como oyente. La extraordinaria y nada común capacidad matemática de Sofia atrajo enseguida la atención. Pasados dos años se trasladó a Berlín para estudiar con Karl Weierstrass, quien le tuvo que dar clases particulares porque la Universidad de Berlín no permitía la presencia de mujeres en las aulas.

Al llegar la primavera de 1864, Kovalevskaya había escrito tres trabajos sobre ecuaciones diferenciales parciales, integrales abelianas y anillos de Saturno, ninguno de los cuales, en opinión de Weierstrass, era digno de un doctorado. El primero de estos trabajos fue publicado en *Crelles's Journal* en 1865[292]. En 1874, la Universidad de Gotinga le concedió a Kovalevskaya un doctorado con calificación *summa cum laude* sin someterla a ningún examen y sin haber asistido nunca a clase en aquella universidad. Sofia Kovalevskaya fue la primera mujer en Europa en obtener un

---

292 Crelle's Journal <http://www-groups.dcs.st -and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Crelle.html.

doctorado en matemáticas. Su tesis doctoral es conocida hoy en día con el nombre de teorema de Cauchy-Kovalevskaya.

Regresó a Rusia y se instaló en San Petersburgo, la ciudad natal de su marido. Pese al doctorado y a las cartas de recomendación de Weierstrass[293], Kovalevskaya no pudo lograr ningún puesto de trabajo en la universidad. La mejor oferta que le hicieron fue la de dar clases de aritmética en una escuela elemental para niñas, y observó con amargura que «por desgracia no se me daban nada bien las tablas de multiplicar»[294]. Durante los siguientes seis años se dedicó a su familia (su hija Sofia Vladimirovna, apodada Fufa, había nacido en 1868), al periodismo científico y a promover el derecho de la mujer a poder recibir educación superior. También escribió ficción, una novela corta, *Vera Barantzova*, que fue traducida a varios idiomas. (El interés de Sofia por la literatura se remontaba a su infancia, cuando Dostoievski era un huésped habitual en casa de su familia). En 1890 escribió en una carta: «en mi opinión, el poeta debe ver lo que otros no ven, debe mirar mucho más profundamente que otras personas. Y el matemático debe hacer lo mismo»[295].

En San Petersburgo, recibió la visita de otro alumno de Weierstrass, el sueco Gosta Mittag-Leffler, que más tarde escribiría:

> *cuando Sofia habla, su rostro se ilumina con tal expresión de amabilidad femenina y de inteligencia superior que resulta sencillamente deslumbrante. Sus modales son sencillos y*

---

293 Weierstrass <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Weierstrass.html.

294 Ibíd.

295 Kovalevskaya *et al.* (1978), p. 35.

> *naturales, sin el más mínimo rastro de pedantería o pretensión. Sofia es, en todos los aspectos, una «mujer del mundo» completa. Como erudita, la caracterizan su claridad poco habitual y su precisión en la forma de expresarse... comprendo por qué Weierstrass la considera la más capaz de sus alumnos*[296].

Sofia regresó a las matemáticas en 1880, cuando recibió una invitación de Chebyshev y Mittag-Leffler para pronunciar una conferencia en un congreso internacional en San Petersburgo. Aquel mismo año regresó a Berlín y visitó a Weierstrass, empezó a estudiar la propagación de la luz en medios anisótropos y, en 1882, escribió tres artículos que trataban de la refracción de la luz.

En primavera de 1883, Vladimir se suicidó. La pareja llevaba separada dos años y para escapar a su sentimiento de culpabilidad, Kovalevskaya se sumergió por completo en las matemáticas.

En 1883 Mittag-Leffler logró superar la oposición y obtuvo un puesto para ella como *privat dozent* en la Universidad de Estocolmo. En junio de 1889, tras sobrevivir a una atmósfera extremadamente hostil, le concedieron una cátedra vitalicia; fue la primera mujer en ocupar una cátedra en una universidad europea moderna.

En Estocolmo enseñó los temas de análisis más actuales, trabajó como editora de la nueva revista *Acta Mathematica*, se responsabilizó de las tareas de enlace con matemáticos en París y en Berlín, colaboró en la organización de conferencias internacionales, y reanudó la escritura de recuerdos y dramas, igual

[296] James (2002), p. 235.

que había hecho cuando era joven. En 1886, la Academia Francesa de las Ciencias anunció el tema del Prix Bordin: contribuciones significativas al movimiento de un cuerpo rígido. Kovalevskaya se inscribió y obtuvo el premio con su artículo, *Mémoire sur un cas particulier du problème de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe, où l'intégration s'effectue à l'aide des fonctions ultraelliptiques du temps*. En reconocimiento a la brillantez de este trabajo, la cuantía del premio se incrementó de 3.000 a 5.000 francos. En 1889, sus investigaciones subsiguientes sobre este tema le valieron un premio de la Academia Sueca de la Ciencia, y fue elegida miembro honorario de la Academia Imperial Rusa de las Ciencias. El gobierno ruso le había negado reiteradamente una plaza de profesora en la universidad, pero las normas de la Academia Imperial fueron modificadas para permitir la elección de una mujer. Dos años más tarde, a primeros de 1891, Kovalevskaya fallecía a causa de una gripe complicada con una neumonía, en el apogeo de su capacidad matemática y en la cumbre de su fama.

§. Emmy Amalie Noether (1882-1935)

Nos ocuparemos ahora de Emmy Amalie Noether, que perseveró y superó tremendos obstáculos hasta lograr convertirse en una de las más grandes algebristas del siglo XX. Emmy era la mayor de cuatro hermanos. Su padre, Max, fue un distinguido matemático y profesor de Erlangen, y su madre, Ida Kaufmann, que procedía de una acaudalada familia de Colonia, le enseñó a cocinar y a limpiar. Emmy fue enviada a la Höhere Töchter Schule de Erlangen, una especie de escuela de señoritas donde estudió alemán, inglés, francés y aritmética. Aprendió a tocar el piano y le encantaba bailar en las fiestas con los hijos de los colegas de su padre en la universidad. Después de acabar los estudios de secundaria y de proseguir estudios de idiomas, recibió un certificado que la capacitaba para enseñar inglés y francés en escuelas femeninas en Baviera.

Emmy Noether nunca se convirtió en profesora de idiomas. A los dieciocho años decidió asistir a clases de matemáticas en la Universidad de Erlangen donde su padre era catedrático y donde también estudiaba su hermano Fritz, pero Emmy no podía ser una estudiante normal. En 1898, la comisión académica de la Universidad de Erlangen había dictaminado que admitir estudiantes femeninas «desbarataría el orden académico». Sin embargo, a Emmy se le permitió asistir a las clases como oyente. Después de dos años, se trasladó a la Universidad de Gotinga donde asistió a las clases de Blumenthal, Hilbert, Klein y Minkowski. Entonces, en 1904, y sin haber sido nunca estudiante de grado oficial, superó el examen de acceso para matricularse en el programa de doctorado en matemáticas de Erlangen. En 1908, se doctoró con *summa cum laude* por su tesis titulada «Über die Bildung des Formensystems der ternären biquadratischen Form» (sobre la construcción de los sistemas formales de las formas ternarias bicuadráticas), que le dirigió el colega de su padre, Paul Albert Gordan, a quien conocía desde niña. Gordan había trabajado toda su vida en calcular fórmulas algebraicas explícitas para las invariantes. Siguiendo este constructivo enfoque de Gordan, la tesis de Noether enumeraba sistemas de 331 formas covariantes. Más tarde, Emmy rechazaría esa tesis, calificándola con desprecio de *Formelsgestrupp*, selva de fórmulas.

No podía enseñar en Erlangen porque en la universidad no contrataban a mujeres docentes, pero colaboró con su padre dando sus clases cuando él estaba enfermo. Su padre, discapacitado físico, le estaba agradecido a su hija por su ayuda. Emmy pronto empezó a publicar artículos sobre su propio trabajo. Ernst Fischer (conocido por el teorema de Riesz-Fischer) había sucedido a Gordan en 1911 e influyó en Noether para que ésta se alejara del enfoque calculatorio de Gordan y adoptara el enfoque abstracto de Hilbert. La reputación de Noether creció rápidamente. En 1908 fue elegida miembro del Circolo Matematico di Palermo, y en 1909, del Deutsche Mathematiker-Vereinigung (sociedad matemática alemana).

En 1915, Hilbert y Klein invitaron a Noether a regresar a Gotinga. Aunque su especialidad era el álgebra y no la física matemática, el primer hallazgo de Emmy en Gotinga fue un resultado fundamental en física teórica, ahora conocido con el nombre de teorema de Noether. El teorema establece una correspondencia entre las simetrías diferenciables y las leyes de la conservación, y condujo a nuevas formulaciones de diversos conceptos en la teoría de la relatividad general de Einstein. El físico teórico estadounidense Lee Smolin escribió recientemente:

> *el vínculo entre simetrías y leyes de conservación es uno de los grandes descubrimientos de la física del siglo XX, pero creo que*

> *muy pocos profanos en la materia habrán oído hablar de ello o de su descubridora, Emily Noether, una gran matemática alemana. Es igual de esencial para la física del siglo XX que otras ideas famosas, tales como la imposibilidad de superar la velocidad de la luz*[297].

Hilbert y Klein convencieron a Emmy Noether para que se quedara en Gotinga y, para poder permitir que diera clases, Hilbert anunció con su propio nombre la asignatura de Emmy. Por ejemplo, en el catálogo del semestre de invierno del curso 1916-1917, aparece escrito: «Seminario de física matemática: profesor Hilbert, con la colaboración de la doctora E. Noether, lunes de cuatro a seis».

Hilbert y Klein lucharon mucho tiempo para conseguir que Emmy fuera incluida de forma oficial en el claustro de profesores. Eran tiempos de guerra, y los que se oponían a la incorporación de Noether preguntaban: « ¿qué van a pensar los soldados del país cuando, al regresar a casa, vean que se espera de ellos que aprendan a los pies de una mujer?». Hilbert respondió: «no veo que el sexo de la candidata sea un argumento en contra de su admisión como *Privat dozent*. Al fin y al cabo, la universidad no es una casa de baños»[298].

Emmy era una pacifista y odiaba la guerra. En 1918, el Káiser proclamaba la rendición, Alemania se convirtió en una república. Las mujeres, y por supuesto Noether, obtuvieron el derecho al voto y

[297] Smolin, L. En www.edge.org/documents/archive/edge52.html, 21 de marzo de 1999.
[298] Reid, C. (1986). *Hilbert-Courant*. Nueva York: Springer-Verlag, p. 143.

un año más tarde, a la edad de treinta y siete años, se convertía finalmente en *Privat dozent*, profesora sin sueldo y con derecho a cobrarles honorarios a sus alumnos. Tres años más tarde era ascendida a «profesora asociada no oficial», pero seguía sin cobrar un sueldo, una situación que no cambió en todo el tiempo que permaneció en Gotinga. Las razones para ello eran varias: no sólo era una mujer, sino que además era judía, socialdemócrata y pacifista. Pese a todo lo anterior, dirigió la tesis doctoral de varios estudiantes de Gotinga.

Después de 1919, Noether adoptaba un nuevo enfoque en álgebra centrándose en las propiedades axiomáticas sencillas y generales comunes a muchas estructuras algebraicas. De este modo, propuso una nueva teoría de «ideales» que contribuyó a convertir la especialidad algebraica denominada teoría de anillos en una de las cuestiones matemáticas más importantes. En *Ideal theorie in Ringbereichen* (1921) demostró el resultado fundamental: en cualquier anillo conmutativo con una condición de cadena ascendente, los ideales pueden ser descompuestos en intersecciones de ideales primarios. (En el capítulo 4, al hablar de Grothendieck, ya explicábamos el significado de «ideal» en un anillo).

Más allá de su importancia como un teorema básico en álgebra, este trabajo modificó gradualmente el modo de pensar de los matemáticos. El enfoque conceptual de Noether en álgebra desembocó en todo un corpus de principios que unificaba el álgebra, la geometría, el álgebra lineal, la topología y la lógica. «Emmy nos enseñó a pensar en términos sencillos y, por lo tanto, generales... imagen homomorfa, el grupo o anillo con operadores, el ideal... y no en complicados cálculos algebraicos», afirmaría su colega ruso P.S. Aleksandrov.

Tras pasar el año 1924 estudiando con Noether, el matemático holandés B.L. van der Waerden escribió su conocido libro *Moderne Algebra* cuyo segundo volumen trata, en su mayor parte, del trabajo de Noether. En 1926, André Weil visitó Gotinga, y en las décadas posteriores su influyente grupo Bourbaki adoptó el estilo axiomático de Noether como el modo correcto para todas las matemáticas puras.

A partir de 1927, Noether colaboró con Helmut Hasse y con Richard Brauer en álgebras no conmutativas, y junto a Emil Artin y Helmut Hasse fundó la teoría de álgebras simples fundamentales.

Su aguda inteligencia y su contagioso entusiasmo hicieron de Emmy Noether una profesora eficaz para aquellos estudiantes capaces de seguir su ritmo y aquellos que se ajustaron a su estilo rápido se convirtieron en seguidores leales conocidos con el nombre de «los chicos de Noether». Buena parte del trabajo de Noether se publicó en artículos escritos por colegas y estudiantes en lugar de bajo su propio nombre.

¿Cómo era Emmy como persona? «Cálida, igual que una barra de pan», escribió Hermann Weyl. «Emmy irradiaba una gran calidez tranquilizadora y vital. Estaba gorda, era vulgar y escandalosa, pero tan amable, que todos los que la conocían sentían un gran afecto por ella». Sus alumnos eran como su familia, y siempre estaba dispuesta a escuchar sus problemas.

En 1933 los nazis se hicieron con el poder en Alemania y exigieron la expulsión de los judíos de todas las universidades. En abril de aquel mismo año le fue denegado el permiso de enseñar. Hermann Weyl escribió: «su corazón no tenía malicia, no creía en la maldad y en ningún momento se le ocurrió pensar que la maldad pudiera desempeñar algún papel entre los hombres. Esta cualidad suya nunca se me hizo más patente que en el último y tormentoso verano, el de 1933, que pasamos juntos en Gotinga... su valor, su franqueza, la falta de preocupación acerca de su propio destino y su espíritu conciliador vivían en medio de todo ese odio y maldad, desesperación y amargura, nos envolvían y nos daban un auténtico consuelo»[299].

El hermano de Noether, Fritz, fue despedido de su puesto de profesor de matemáticas en la Universidad Politécnica de Breslau bajo alegaciones según las cuales su presencia contradecía el principio ario. Le ofrecieron un puesto académico en Tomsk en Siberia, y Fritz se trasladó allí con su familia en 1934. En 1937 fue detenido acusado de ser un espía alemán y condenado a veinticinco años de prisión. Una vez en la cárcel, fue acusado de «propaganda antisoviética» y ejecutado en Orel el 10 de septiembre de 1941. Más de cuarenta años más tarde, y ya muerto Stalin, las autoridades soviéticas informaron al hijo de Fritz de la total «rehabilitación» de su padre[300].

---

[299] Weyl, H. (1935). «Emmy Noether», *Scripta Mathematica* 3 (3), pp. 201-220

[300] James, I. (2009). *Driven to innovate: A century of Jewish mathematicians and physicists*. Oxford: Peter Lang.

Los amigos de Emmy intentaron encontrarle un puesto en la Universidad de Moscú, y entonces, le llegó una oferta para enseñar en el colegio universitario de Bryn Mawr, en Estados Unidos. Pero a Noether no le interesaba enseñar cursos de grado, y Bryn Mawr no tenía en proyecto la creación de un puesto permanente que no incluyera dar clases a los estudiantes de primer ciclo. (Su programa de posgrado en matemáticas tan sólo tenía cuatro profesores y cinco estudiantes). Sin embargo, la fundación Rockefeller, a través de su programa de ayuda a profesores alemanes desplazados, le pagó su sueldo durante el primer año, y sus seguidores, entre ellos Birkhoff, Lefschetz y Wiener, lograron convencer a la institución de prorrogar su nombramiento.

Emmy tomó a cuatro de los estudiantes bajo su protección y les dio clases en una mezcla de alemán e inglés. También dio clases en el Institute for Advanced Study de Princeton. En 1934 la subvención fue renovada por dos años más. Era la primera vez que Emmy Noether recibía un salario completo de profesora numeraria y que era aceptada como miembro de pleno derecho del profesorado. Por primera vez se encontró con colegas mujeres y trabó una gran amistad con Anna Pell Wheeler, la directora del departamento de matemáticas en Bryn Mawr. Emmy explicaría más tarde que aquéllos fueron los años más felices de su vida.

En 1935 se vio afectada por un tumor uterino y planificó una operación quirúrgica durante el período no lectivo de Bryn Mawr. Murió durante la operación o muy poco después a causa de unas complicaciones repentinas e inexplicables. Su muerte sorprendió a casi todo el mundo puesto que sólo sus amigos más cercanos conocían su enfermedad. Noether nunca se había casado y no tenía familia en Estados Unidos. Sus cenizas están enterradas en el claustro del gran salón Thomas en el campus de Bryn Mawr. En Erlangen, un instituto mixto, especializado en matemáticas, lleva su nombre.

§. Mujeres matemáticas hoy en día

¿Qué significa en la actualidad ser mujer en el mundo de las matemáticas? Sin duda las cosas han cambiado mucho desde la época de Germain, Kovalevskaya y Noether. A principios del siglo XX, en muchos países, las mujeres no podían asistir a clase como alumnas oficiales en la universidad. Tan sólo podían hacerlo como oyentes con el permiso de los profesores. Algunas mujeres soportaron el escepticismo o incluso se enfrentaron a la oposición de sus profesores cuando expresaron su interés por las matemáticas durante sus primeros años escolares.

En las décadas anteriores a la segunda guerra mundial, muchas universidades siguieron desalentando a las mujeres que querían asistir a la universidad. Incluso después de la ilegalización de muchas de esas políticas, la actitud hacia las mujeres interesadas por las matemáticas seguía evidenciando prejuicios. Las mujeres embarazadas y las mujeres con hijos pequeños encontraban muchas dificultades para proseguir sus estudios y fue necesaria la ayuda de profesores comprometidos para convencer a las estudiantes de que no abandonaran. Los daños psicológicos que todo ello generó se han cicatrizado muy lentamente.

Desde la segunda guerra mundial el número de mujeres matemáticas se ha incrementado. Cuando las mujeres empezaron a compartir sus experiencias a través de reuniones y comités y de la creación de la AWM, buscaron soluciones diversas para intentar encontrar el equilibrio entre la vida familiar y la vida laboral.

En la actualidad, las mujeres más jóvenes cuya carrera se inició en las décadas recientes han encontrado el camino un poco allanado. El trabajo para conseguir la igualdad de oportunidades y el esfuerzo activo para lograr la representación igualitaria en todos los campos académicos han hecho la vida matemática más acogedora para las mujeres. En Estados Unidos la «acción afirmativa» exige que todos los departamentos universitarios, y también los de matemáticas, incorporen mujeres al claustro de profesores. La representación femenina entre el alumnado de matemáticas se encuentra ahora a un nivel aceptable.

Las mujeres y las minorías se están incorporando en un número cada vez mayor a los programas de posgrado y están realizando contribuciones importantes. En las últimas dos décadas hemos visto un crecimiento constante de la participación femenina en las matemáticas, tanto en programas de grado como de posgrado. La tercera parte de los doctorados en matemáticas lo obtienen ahora las mujeres, una cifra que casi dobla el número de doctorados obtenidos en la década de 1980[301].

---

[301] *Notices of the American Mathematical Society of America*(2005).

En la actualidad, una gran cantidad de mujeres ocupan puestos de profesoras numerarias en los departamentos universitarios de matemáticas, y muchas de ellas, más de las que uno puede contar con las dos manos, cuentan con el reconocimiento de la comunidad internacional. Aunque las actitudes sexistas no han desaparecido por completo, las mujeres están asumiendo puestos de liderazgo en un número cada vez mayor en las organizaciones nacionales y departamentales.

Para el desenlace feliz de la historia de cada mujer, es de vital importancia el apoyo de los colegas en la comunidad matemática. Margaret Murray descubrió que casi todas las mujeres a las que había entrevistado habían tenido al menos un profesor en la universidad que las había alentado e influenciado, incluso en la época en la que la presencia de mujeres en las matemáticas desafiaba abiertamente las normas sociales dominantes.

Sin embargo muchas de estas mujeres, probablemente la mayor parte de ellas, para poder lograr su objetivo se vieron obligadas a resistir y a superar los prejuicios y la discriminación. E incluso después de la instauración de la igualdad de oportunidades y de la acción afirmativa, el número de mujeres en posiciones de liderazgo en matemáticas sigue siendo escaso, mucho menor que en otros campos de la ciencia, como por ejemplo la biología. Entre el profesorado, siguen siendo una pequeña minoría. En los departamentos más prestigiosos, los de la flor y nata de la Ivy League[302], apenas hay ninguna.

En su excelente libro *Women in Mathematics*, Claudia Henrion pregunta: «primero, ¿por qué las mujeres siguen estando tan poco representadas en las matemáticas, en especial en los niveles superiores? Y segundo, ¿por qué incluso las mujeres que más éxito han alcanzado en matemáticas, aquellas que ya lo han logrado según las medidas estándares del éxito, se siguen sintiendo a menudo (en grados variables) ajenas a la comunidad matemática?»[303]. Cuando ella misma se planteó matricularse en un programa de posgrado, escribe Henrion, el director de un departamento de matemáticas que ofrecía un extenso y prestigioso programa le aconsejó buscarse otra cosa: «eres demasiado normal, no encajarías aquí»[304]. La mayor parte de las mujeres que Henrion entrevistó informaban de variantes de esta experiencia en diversos momentos de su carrera.

En la imaginería popular, las matemáticas siguen siendo una ocupación masculina. Menos chicas que chicos eligen matricularse en cursos avanzados de matemáticas o especializarse en matemáticas. E incluso entre aquellas mujeres que acceden a un

---

[302] Se conoce con el nombre de Ivy League a un grupo de universidades de Estados Unidos que tienen en común la excelencia académica, el elitismo y la admisión selectiva. Se trata de las ocho universidades privadas más antiguas del país, de estilo británico (el nombre del grupo se debe a la hiedra, *ivy* en inglés, que cubre las paredes de muchos de sus edificios). Las ocho instituciones de la Ivy League son las universidades de Brown en Providence, Columbia en Nueva York, Cornell en Ithaca, Pensilvania en Filadelfia, Princeton en Princeton, y Yale en New Haven, y el Dartmouth College de Hanover, todas ellas en los estados del noreste del país, la región que se conoce como Nueva Inglaterra. (*N. de la t*).

[303] Henrion (1997), p. cvii.

[304] Ibíd., p. 66.

programa de posgrado en matemáticas y se doctoran, la proporción de ascensos y de productividad investigadora sigue siendo menor. Como ya hemos visto antes en el capítulo 6, en el que hablábamos de la AWM, tres son las grandes cuestiones que mantienen bajo el número de mujeres matemáticas. Primera, las mujeres tienen una mayor dificultad para establecer las relaciones y los sistemas de apoyo que son esenciales para el éxito científico; segunda, el deseo y la necesidad de tener hijos obliga a las mujeres a interrumpir sus carreras de investigadoras de un modo que resulta muy difícil de compensar; y tercera, los estereotipos y las expectativas sociales de género que todavía persisten crean dudas acerca de una misma y obstaculizan el camino al éxito y la búsqueda del reconocimiento, de los que tan a menudo suelen hacer gala los matemáticos varones.

Crear grupos de apoyo para mujeres suele costar un gran esfuerzo, mientras que los hombres, al parecer, tienen entera libertad para seguir trabajando en matemáticas. Las estudiantes de posgrado de matemáticas informan tener dificultades para ingresar en los círculos de estudios y en los grupos de conversación de sus condiscípulos varones. Si no hay otras mujeres en su particular especialidad matemática, una mujer que sigue estudios de posgrado necesita mostrar un tacto excepcional y una gran perseverancia para ser aceptada en los círculos sociales masculinos.

Como Henrion afirma en su primer capítulo, «para los hombres, ingresar en la comunidad matemática es una parte tan normal del curso de los acontecimientos que a ellos les resulta fácil darlo por sentado, sin ni siquiera ser conscientes del modo en el que la comunidad opera de forma invisible tras los bastidores: ayuda a conseguir trabajo, sesiones de puesta en común de ideas con sus colegas, intercambio de noticias sobre teoremas recientes en bares o lavabos, propuestas de nombres de conocidos para dar conferencias o trabajar en la edición de las revistas»[305].

Una de las matemáticas más famosas entrevistadas por Henrion es Karen Uhlenbeck, catedrática en la Universidad de Texas en Austin y galardonada con el prestigioso premio MacArthur a «la genialidad». De niña, a Uhlenbeck le gustaban los juegos de chicos y creía que de mayor sería guarda forestal. Su estilo matemático siempre ha sido totalmente individualista, y ha encontrado vínculos sorprendentes entre ideas de la física teórica y de la geometría abstracta o de las ecuaciones diferenciales parciales no lineales. Su carrera, desde los estudios de posgrado y en la enseñanza, parece haberse desarrollado sin demasiada planificación consciente por su parte, sino más bien gracias a que otras personas se han percatado de su trabajo y han quedado impresionadas por él. Incluso con una beca MacArthur y siendo miembro de la Academia Nacional de Ciencias, Uhlenbeck dice que « [no fui] capaz de transformarme completamente en el modelo del matemático de éxito, porque, en un momento dado, parecía tan inútil intentarlo que me limité a resignarme a quedarme fuera observando»[306].

Una segunda cuestión es la de la vida familiar. Hace un siglo, las pocas mujeres que aspiraban a un puesto de profesor universitario

[305] Ibíd., p. 18.
[306] Ibíd., p. 44.

no esperaban llegar a casarse. Ni Germain, ni Kovalevskaya, ni Noether tuvieron la habitual vida familiar con hijos y marido. En la actualidad, y aunque la mayor parte de las mujeres matemáticas no aceptan esta limitación, es prácticamente inevitable que tener hijos sea motivo de interrupción de la actividad profesional de una madre. Incluso el embarazo ya puede resultar problemático. El nacimiento y cuidado de los niños en su primera infancia suele interrumpir el estudio o la investigación de una mujer, a menos que tenga la suerte de contar con el excepcional apoyo de un marido, de una madre o de una suegra.

Figura 7.1. Karen Uhlenbeck, galardonada con una beca MacArthur y sobresaliente investigadora en física matemática. Cortesía de Dirk Ferus.

El mito del matemático joven y enérgico contribuye a la presión que sienten las mujeres jóvenes (y los hombres), y eso pese a los muchos ejemplos que tenemos de destacados matemáticos cuyo trabajo en sus últimos años fue excelente. Si no se pusiera tanto énfasis en la juventud de los matemáticos, sería más eficaz diseñar programas teniendo presentes a las mujeres.

Diferentes mujeres matemáticas han dado diferentes respuestas a la pregunta: ¿Es mejor tener hijos en el último año del curso de posgrado? (como hicieron la lógica matemática Leonore Blum y la matemática combinatoria Fan Chung Graham). ¿O tener los hijos al acabar los estudios de grado y posponer los estudios de posgrado? (el camino que tomó la topóloga Joan Birman, del Barnard College de la Universidad de Columbia, que se doctoró a la edad de cuarenta y un años). ¿O tenerlos mucho más tarde, a finales de la treintena o incluso una vez pasados los cuarenta, después de haber logrado obtener un puesto de profesora numeraria?

Chung decidió renunciar a la baja por maternidad durante el segundo año que trabajó en Bell Labs y tuvo a su segundo hijo durante su período de vacaciones de cuatro semanas (y durante el cual redactó un artículo). Su jefe se preguntó si renunciaría a su trabajo por haber tenido un hijo. Ignoraba que Chung ya tenía otro hijo de dos años. Para ella, fue fundamental contar con ayuda para cuidar a los niños a tiempo completo, y con el apoyo de su marido, Ron Graham. Cuando uno de los profesores de Leonore Blum la vio con su hijo de cuatro meses le preguntó: « ¿De dónde sale este niño?

¿De quién es?»[307]. No se había dado cuenta de que estaba embarazada e ignoraba que hubiera dado a luz.

Figura 7.2. Fan Chung, matemática estadounidense especialista en combinatoria. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Joan Birman es una destacada investigadora en topología, especializada en trenzas y nudos. Se doctoró en el Instituto Courant como alumna de Wilhelm Magnus, después de trabajar algunos años en empresas de ingeniería y de educar a tres hijos. Regresó a la Universidad de Nueva York a realizar estudios de posgrado ya a una edad avanzada e inició un programa de máster a tiempo parcial. Joan señala que, puesto que muchas mujeres tienen hijos

[307] Ibíd., p. 73.

durante esos años que tradicionalmente se consideran los más productivos para un matemático, sería más adecuado analizar su productividad a lo largo de un espacio de tiempo más dilatado, y reconocer que, tal vez, las mujeres necesiten incorporarse al mundo de la investigación matemática algo más tarde en su vida. Birman explicó que su camino hasta el doctorado que la ayudaría a ocupar una posición de matemática investigadora respetada fue relativamente llano y sin obstáculos. Sin embargo, muchas mujeres, en la misma época en la que ya están preparadas para presentarse a un puesto de profesora numeraria, se encuentran teniendo hijos, «y los hombres trabajan como lunáticos en sus matemáticas, y las mujeres ven esta disyuntiva, y si le dedicas un poco menos de esfuerzo, tu investigación se muere»[308].

En la trayectoria lineal que va de los estudios de posgrado, pasando por el período posdoctoral, el puesto de profesor ayudante y profesor asociado hasta llegar a profesor numerario, cualquier desviación levanta sospechas. Si uno se toma un par de años alejado de las matemáticas, el regreso se hace muy difícil, puesto que los puntos de reentrada son escasos. Algunos colegas pueden incluso percibirte como una persona «no demasiado seria con respecto a tu trabajo» si tienes un hijo. El mensaje silencioso, «o eres matemática o eres madre, no puedes ser las dos cosas», está incorporado a la presunción según la cual los hombres se dedican a las matemáticas y las mujeres, a ser madres. No parece que para una mujer que desee dedicarse profesionalmente a las matemáticas haya un

[308] Ibíd., p. 134.

período favorable para tener hijos. La comunidad matemática necesita encontrar la manera de solucionar este conflicto.

Figura 7.3. Joan Birman, topóloga de la Universidad de Columbia. Fotografía de Joseph Birman.

Un caso de éxito notable en el proceso de reincorporarse a la investigación después de un largo período de inactividad fue el de Leonore Blum, que ha colaborado en el reciente pasado con Steve Smale y Mike Shub en análisis numérico teórico utilizando números reales en lugar de números enteros. En los primeros años de su carrera, Blum aceptó un trabajo en un colegio universitario femenino en Berkeley, Mills College, después de que el puesto que le había prometido la Universidad de California en Berkeley, por algún misterioso motivo, no se materializara. En Mills desarrolló y creó un programa matemático ejemplar, y se involucró intensamente en el aumento de la participación femenina en las matemáticas. Ayudó a organizar la AWM, de la que fue presidenta, y más tarde, después de trece años dedicada a este trabajo, regresó a la investigación a la edad de cuarenta años y logró iniciar una carrera investigadora de gran éxito.

El tercer factor negativo mencionado a menudo es psicológico. Cualquier matemático puede, en un momento dado, dudar de sí mismo. ¿Soy lo bastante inteligente? ¿Podré conseguirlo? ¿Sigo siendo capaz de hacerlo? Parece que este tipo de duda de uno mismo es más grave o más predominante entre las mujeres. El estereotipo social según el cual las matemáticas son un dominio masculino se internaliza involuntariamente. A una mujer le puede costar muchos años sentirse cómoda en su comunidad matemática y aceptada por ella.

Muchos jóvenes matemáticos crecen en entornos en los que no se les reconoce su interés y su capacidad, y todavía muchas mujeres siguen padeciendo una sensación de vulnerabilidad. En *Complexities*, un libro escrito por mujeres matemáticas y que trata de mujeres matemáticas, Katherine Socha habla de este tipo de duda de sí misma y de la importancia que tienen los mentores atentos: «Me preocupaba mucho de si era lo bastante buena, y tardé varios años, hasta que terminé mis estudios de posgrado, en ver las cosas con una cierta perspectiva y en tener la suficiente confianza en mí misma para preguntarme "¿bastante buena según los estándares de quién?”»[309]. Socha comenta que «fue únicamente mi tenaz determinación para demostrar lo que yo valía intelectualmente lo que me impidió abandonar las clases de matemáticas»[310].

Judith Roitman dijo de sí misma: «creo que tengo tendencia a ser un poco avasalladora y estridente porque tenía que serlo, si quería que se me oyera, cuando estudiaba el posgrado. Así que, en general, no soy una buena colega, me parece que no socializo ni trabajo demasiado bien con otras personas. Básicamente, soy demasiado susceptible al hecho de que no se me tome en serio, y tiendo, simplemente, a apagarme y abandonar»[311].

Los estudios de Benbow y Stanley (1980), que fueron objeto de una gran campaña publicitaria y que informaban de la superioridad masculina en pruebas de rendimiento, no hicieron más que contribuir a los estereotipos de género, pero desde entonces, los meta análisis de grandes bases de datos demuestran una reducción constante de las diferencias de género en los resultados matemáticos[312].

Claudia Henrion, en las extensas entrevistas que les hizo a media docena de destacadas mujeres matemáticas, encontró una extraordinaria variedad de diferentes modos de llegar al éxito en el marco de una estructura matemática dominada por lo masculino.

---

[309] Albers, D., y Alexanderson, G. (1991). «A conversation with Ivan Niven», *College Mathematics Journal* 22 (5), pp. 371-402.

[310] Ibíd., p. 393.

[311] Ibíd.

[312] Hyde, J. (2005). «The gender similarities hypothesis»,*American Psychologist* 60, pp. 581-592.

Figura 7.4. Manuel, Leonore y Avrim Blum. Los tres son profesores ahora de Carnegie-Mellon University. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach

Mary Rudin, a quien citamos extensamente en el capítulo 8, pasó la mayor parte de su carrera matemática trabajando, en sus propias palabras, como una «aficionada», realizando trabajos a tiempo parcial al mismo tiempo que dedicaba la misma cantidad de tiempo y esfuerzo a llevar su casa y educar a sus cuatro hijos. Sin ningún esfuerzo por su parte, obtuvo su primer trabajo gracias a su mentor, R.L. Moore. Walter, el marido de Mary, era un profesor muy conocido especializado en un campo matemático totalmente diferente. En 1971, cuando empezó a ser embarazoso que uno de sus matemáticos más conocidos fuera una mujer, y además profesora a tiempo parcial, el departamento de matemáticas en

Wisconsin la ascendió sin más a la categoría de profesora catedrática, un ascenso que valoró pero que no había pedido ni tampoco esperaba. Mary tenía ya cuarenta y siete años.

El contraste más drástico con la historia de Rudin es la de Vivienne Malone-Mayes, una matemática afroamericana a quien ya hemos conocido en los capítulos 1 y 5, y a la que volveremos a encontrar en el capítulo 9 con relación a la negativa de Robert Lee Moore a admitirla en su clase. Mayes se graduó de sus estudios de grado y de máster en Fisk, una institución tradicionalmente negra (TBI, por las siglas en inglés de *traditionnally black institution*) igual de valorada que la Howard University de Washington, D.C., e, igual que Howard, una de las universidades negras más prestigiosas. Dos profesores de Fisk, Evelyn Boyd Granville, una de las únicas dos mujeres afroamericanas que obtuvieron un doctorado en matemáticas en aquella época, y Lee Lorch, un profesor blanco y legendario luchador por los derechos civiles y por la igualdad de los negros estadounidenses, inspiraron a Vivienne. Tras graduarse en Fisk, enseñó en los colegios universitarios Paul Queen y Bishop College donde, igual que sus profesores Granville y Lorch, buscó estudiantes negros con talento y les alentó a aspirar a realizar estudios avanzados de posgrado y a doctorarse. A consecuencia de ello, también ella decidió retomar los estudios para obtener un doctorado. Había crecido a unas pocas manzanas de distancia de la Universidad Baylor, pero cuando presentó su candidatura para ingresar en el programa de posgrado de dicha universidad, le respondieron que no se admitían negros. A principios de la década de 1960, la Universidad de Texas en Austin se había visto obligada a renunciar a su política de admisión de sólo blancos. Mayes presentó su candidatura y fue admitida al programa de posgrado en Austin, un camino que muchos miembros de su comunidad consideraban absurdo para una mujer negra y, desde luego, nada práctico para lograr un trabajo. Cuando Vivienne terminó su doctorado en Austin, Baylor había derogado su política y ¡le ofreció un puesto de profesora! Enseñó en esta institución mayoritariamente blanca entre los años 1966 y 1994, y en 1971, la asociación de estudiantes de Baylor la eligió como la profesora más destacada del año.

Mayes, no obstante, tuvo que pagar un alto precio por el éxito de su carrera docente en Baylor, puesto que trabajó prácticamente aislada por completo del resto del profesorado. De hecho, durante todo el tiempo que enseñó allí, su salario era muy inferior al de cualquier otro profesor blanco. Cuando solicitó una plaza de profesora para los cursos de verano, el director del departamento le contestó que «ni siquiera le he ofrecido estos puestos todavía a los profesores blancos»[313]. A lo largo de toda su carrera, a Mayes la sostuvo su religión y su meta: prestarle servicio a sus estudiantes y a su comunidad afroamericana.

En todas estas historias tan diferentes, observamos la presencia de tres elementos de éxito: la persistente confianza en uno mismo, la capacidad de conectar con mentores y colaboradores, y encontrarse en el lugar adecuado en el momento adecuado cuando queda

[313] Henrion (1997), p. 208.

vacante un puesto que permita el ascenso y continuar con el trabajo matemático.

§. ¿Qué puede hacerse?

Las autoras que han participado en *Complexities* escriben sobre el impacto que tienen los campamentos de matemáticas e informática sobre los estudiantes de secundaria, los programas de tutorización especiales para mujeres de las instituciones prestigiosas, y el trabajo en red de los grupos de apoyo, entre ellos, la AWM. Más importantes todavía son el aliento proporcionado por profesores atentos y la interacción grupal de estudiantes procedentes de grupos anteriormente marginados.

Joan Birman le dijo a Henrion:

> *si pudiera ver alguna solución a la falta de participación de mujeres en las matemáticas, creo que sería, primero de todo, que todas las mujeres fueran capaces de pensar en regresar a las matemáticas más tarde en su vida, y que existiera un modo práctico en el que pudieran hacerlo… y otra opción es que toda la comunidad estuviera dispuesta a aceptarlo; todo eso ayudaría*[314]

Joan Birman no hubiera podido obtener el doctorado en Columbia, donde ahora es profesora, porque cuando empezó sus estudios de posgrado tuvo que matricularse como estudiante a tiempo parcial, y la Universidad de Columbia no permite estudiantes a tiempo parcial en sus programas de posgrado en matemáticas.

[314] Ibíd., p. 134.

Sin embargo, en el Smith College, el programa Ada Comstock permite terminar sus estudios de grado a las mujeres mayores que abandonaron los estudios para formar una familia. Algunos programas de posgrado, como por ejemplo el de la Universidad de Nueva York, acogen sin ningún problema a estudiantes de más edad o a aquellos que se han tomado un tiempo alejados de las aulas. La Fundación Nacional de la Ciencia tiene un programa de matemáticas para mujeres que desean regresar a la investigación.

Deberían habilitarse los medios para que los matemáticos puedan tener un estatus a tiempo parcial durante determinados períodos de su carrera, tal vez en las escuelas de posgrado o como profesores. Éste sería un medio de permitir que la gente tenga hijos sin por ello tener que renunciar a su actividad profesional, aun cuando signifique avanzar a un ritmo más lento durante algunos pocos años. En el caso de circunstancias personales extenuantes, tales como la de tener hijos, el período de profesor ayudante no numerario podría ampliarse. Muchas universidades están empezando a adoptar este tipo de políticas. Las guarderías en las convenciones de matemáticos, los horarios lectivos flexibles y las guarderías permanentes en las universidades son importantes. Y por supuesto, también lo es un cambio de actitud en la comunidad matemática. Las actitudes pueden ser más importantes que las políticas formales a la hora de determinar si las mujeres regresan a las matemáticas. Las comunidades matemáticas deben transmitir un mensaje claro: tener hijos no está en conflicto con una carrera en matemáticas.

§. Los matemáticos se hacen mayores

Informaremos de un estudio en el que los matemáticos nos hablaron de su experiencia y de lo que sienten al hacerse mayores, y presentaremos una crítica de Louis Mordell a los puntos de vista de Hardy sobre esta cuestión.

En el capítulo 2 citamos el hermoso y melancólico ensayo de Hardy, *Apología de un matemático*. A los sesenta años, dice Hardy, él es demasiado viejo para tener nuevas ideas porque «la matemática... es un juego destinado a hombres jóvenes», así que él queda reducido a escribir libros en lugar de dedicarse a la tarea propia del matemático, descubrir y crear nuevas matemáticas. En primer lugar, veamos eso de «joven». En ese mismo ensayo, Hardy afirma que su mejor época, y la más creativa en materia de matemáticas, fue entre los cuarenta y los cincuenta años, en colaboración con John Littlewood y Srinavasa Ramanujan. La larga y productiva vida de su colaborador Littlewood constituye una soberbia refutación de la teoría del «hombre joven» de Hardy. Littlewood vivió treinta años más que Hardy, y ya tenía más de setenta cuando, junto a Mary Cartwright, escribió uno de sus artículos más complejos y significativos en el que trataba de las ecuaciones de Van der Pol y de sus generalizaciones, ciento diez páginas de análisis puro y duro. Calificó aquel artículo de «monstruo» y dijo: «Es muy difícil y, si no fuera porque soy el autor, yo no lo hubiera leído». Años más tarde, este artículo sería reconocido como un primer paso muy importante en el descubrimiento del caos. (Véase el capítulo 2). Más de una década después, a los ochenta y cuatro años, publicó en el primer número del *Journal of Applied Probability*, «límites muy precisos para la probabilidad en la cola de la distribución binominal. Los límites que proporcionó siguen siendo los mejores»[315]. El último artículo de Littlewood se publicó en 1972 cuando él ya tenía ochenta y siete años.

La *Apología* de Hardy fue cuestionada por su sucesor en Cambridge, Louis Joel Mordell (1888-1972). La vida de Mordell es otro contraejemplo al pesimismo de Hardy. Mordell, que había llegado a Cambridge en 1906 como el niño prodigio hijo de un erudito hebreo pobre de Filadelfia, se retiró en 1953 a los setenta y cinco años, aunque casi la mitad de los doscientos setenta artículos y libros que publicó ¡aparecieron después de su jubilación! Se dice que en una ocasión, y haciendo gala de una gran modestia, Mordell dijo que «el trabajo que realicé pasados los setenta años hubiera sido motivo de orgullo para un hombre más joven si ese trabajo lo hubiera realizado él»[316]. (En la actualidad, a Mordell se le menciona más a menudo con relación a su famosa conjetura en teoría de números[317]). Después de jubilarse, Mordell visitó un total de casi ciento noventa universidades de todo el mundo y en 1971, con ochenta y bastantes años y todavía un viajero empedernido, asistió a una conferencia sobre teoría de números en Moscú, hizo una gira

[315] Bollobás (1986), pp. 15-16.
[316] Comunicación personal.
[317] El nombre de Mordell se suele mencionar en la actualidad con relación a su conjetura del año 1922, finalmente demostrada por Gerd Faltings de Alemania en 1983: una curva plana continua racional de género mayor que 1 tiene un número finito de muchos puntos con coeficientes racionales.

por Asia y pronunció varias conferencias en Leningrado. Unos meses más tarde, fallecía en su casa en Cambridge.

Figura 7.5. Louis Joel Mordell y Gábor Szegö. Cortesía de Dolph Briscoe Center for American History, The University of Texas at Austin. Identificador: di_05555. Título: Mordel and Szegö, fecha: 1958/08. Fuente: Halmos (Paul) Photograph Collection.

Un año antes, en octubre de 1970, Mordell publicaba su crítica a la *Apología* de Hardy. Para empezar, rechaza el dicho auto denigrante de Hardy, «la función de un matemático es trabajar probando nuevos teoremas, acrecentar el campo de los conocimientos matemáticos y en modo alguno hablar sobre lo que él u otros matemáticos han hecho»[318].

Mordell continúa:

> *La auténtica función de un matemático es hacer avanzar las matemáticas. Indudablemente, producir nuevos resultados es lo más importante que puede hacer, pero también hay muchas otras actividades que puede iniciar o en las que puede participar, y la agenda de Hardy estuvo llena de ellas. Participó significativamente en la reforma de los exámenes de fin de carrera de matemáticas hará ya unos sesenta años. Hardy fue secretario y presidente, en dos ocasiones, de la London Mathematics Society... todos sabemos muy bien que al hacernos mayores ya no estamos en plena forma, que nuestra capacidad disminuye y que ya no somos lo que fuimos antes. La mayor parte de nosotros, aunque no Hardy, aceptamos lo inevitable. Tal vez podamos disfrutar al recordar parte de nuestro antiguo trabajo. Todavía podemos serles útiles a los matemáticos más jóvenes*[319].

Mordell menciona a Littlewood, Chapman, Besicovitch y Davenport, todos ellos todavía activos pasados los sesenta, los setenta y los ochenta años.

Mordell toma incluso el concepto de belleza matemática de Hardy y lo vuelve en contra suya. Se han citado muy a menudo las palabras de Hardy: «Un matemático, lo mismo que un pintor o un poeta, es

---

318 Mordell, L.J. (1970). «Hardy's A *mathematician's*Apology», American Mathematical Monthly 77, p. 836.

319 Ibíd.

un constructor de configuraciones... y deben poseer belleza. La belleza es la primera piedra de toque; en el mundo no hay un lugar permanente para las matemáticas desagradables». Sin embargo, afirma Mordell,

> *no me parece que el trabajo de Hardy esté caracterizado por la belleza, sino que destaca más por su percepción, su generalidad y por la intensidad con la que lleva a la práctica sus ideas. Muchos de los resultados que él obtiene son, por supuesto, muy importantes, pero las demostraciones suelen ser largas y exigen una atención concentrada, y eso puede herir los sentimientos del lector, por muy bellos que sean los conceptos*[320].

Mordell termina refutando el dicho de Hardy que reza: «las matemáticas no son una tarea contemplativa». Replica Mordell:

> *¿Qué quiere decir Hardy cuando afirma que las matemáticas no son una disciplina contemplativa? Muchas personas obtienen un gran placer de la contemplación de las matemáticas, es decir, de la belleza de sus demostraciones, la importancia de sus resultados y la historia de sus desarrollos. Sin embargo, por desgracia, no parece que ése sea el caso de Hardy*[321].

Las opiniones sobre el envejecimiento en el mundo matemático son muy variadas. Veamos varios ejemplos. Los miembros del colectivo Bourbaki se retiraban de la participación activa en el grupo a los

[320] Ibíd.
[321] Ibíd. Hardy, *Autojustificación de un matemático*, p. 138.

cincuenta años. Albert Einstein dijo: «Una persona que no haya realizado su gran contribución a la ciencia antes de cumplir treinta años, nunca lo hará»[322]. El teórico de los números francés André Weil escribió que «tenemos ejemplos que demuestran que en matemáticas una persona mayor puede realizar un trabajo útil, incluso inspirado, pero son casos aislados y cada uno de ellos nos maravilla, despierta nuestra admiración y nos llena asombro»[323]. En la fiesta del cincuenta cumpleaños de Felix Klein, éste le susurró a Grace Chisholm Young: «No sabe cómo la envidio, está usted en la feliz edad de la productividad. Cuando todo el mundo empieza a hablar bien de uno, uno sabe que ha empezado su decadencia»[324].

En un artículo publicado en *The New Yorker*, «Mathematics and Creativity», Alfred Adler escribía:

> *En muy raras ocasiones puede mantenerse ese compromiso apasionado hasta una edad mediana y avanzada, y los matemáticos, después de un tiempo, se dedican a trabajos de menor importancia. Por añadidura, en matemáticas no dejan de aparecer nuevos conceptos que a los mayores les parecen profundos, y que deben entonces estudiar y aprender concienzudamente. Los matemáticos jóvenes absorben estos conceptos durante sus estudios universitarios y los encuentran sencillos. Lo que a sus profesores les parece terriblemente difícil, a los jóvenes les resulta de lo más natural. Los estudiantes*

---

322 Einstein (1942), p. 150.

323 Weil, A. (1950). «The future of mathematics», *American Mathematical Monthly* 57, p. 296.

324 Wiegand, S. (1977). «Grace Chisholm Young»,*Association for Women in Mathematics Newsletter* 7, p. 6.

empiezan donde los profesores se han detenido, y los profesores se convierten en sabios observadores[325].

L.E.J. Brouwer, uno de los fundadores de la topología algebraica y el gran líder de la escuela intuicionista con relación a los fundamentos de las matemáticas, tenía treinta y cuatro años cuando, hablando de los profesores de más edad, escribió:

hay otros que no saben cuándo detenerse, y que siguen y siguen hasta que se vuelven locos. Se quedan calvos, pierden la vista y engordan, y sus estómagos dejan de funcionar, y así, jadeando por culpa del asma y de los problemas gástricos imaginan que de este modo el equilibrio está a su alcance y que casi lo han alcanzado. Así es la ciencia, la última flor y la osificación de la cultura[326].

Por otra parte, Joseph Dauben, el biógrafo del lógico estadounidense de origen judío, Abraham Robinson escribió:

[Robinson] siempre se complacía en desmontar el mito de que los mejores matemáticos tenían menos de treinta años y que realizaban su mejor trabajo en los primeros años de su carrera. Robinson nos proporciona un notable contraejemplo: a la edad de cincuenta y cinco años, su amplia experiencia empezaba a dar sus

[325] Adler, A. (1972). «Mathematics and creativity», *New Yorker*, 19 de febrero de 1972. Reimpreso en Timothy Ferris (ed). (1983). *The world treasury of physics, astronomy and mathematics*. Back Bay Books, p. 435.

[326] Van Stigt, W.P. (1990). *Brouwer's intuitionism*. Amsterdan: North-Holland.

provechosos frutos en forma de las mejores matemáticas que había creado, cuando, de repente, falleció[327].

Abraham de Moivre (1667-1754) descubrió el que se supone que fue su resultado más importante cuando tenía sesenta y seis años: «el teorema del límite local central». Se dice con toda la seriedad del mundo que De Moivre predijo sin equivocarse el día de su propia muerte. Al observar que dormía quince minutos más cada día, de Moivre dedujo que moriría el día en el que durmiera veinticuatro horas. Un sencillo cálculo matemático le dio una fecha, el 27 de noviembre de 1754. Falleció aquel día[328].

El algebrista británico J.J. Sylvester señaló que Leibniz, Newton, Euler, Lagrange, Laplace, Gauss, Platón, Arquímedes y Pitágoras siguieron siendo productivos hasta pasados los setenta o los ochenta años. «El matemático vive mucho tiempo y muere joven», escribió. «Las alas del alma no se caen pronto, ni tampoco los poros se taponan por las partículas terrestres que emiten las polvorientas carreteras de la vida vulgar». El propio Sylvester tenía ochenta y dos años, en 1896, cuando «se entusiasmó de nuevo y se volvió a lanzar con todo su fogoso ardor sobre la teoría de las particiones de los compuestos y la conjetura de Goldbach»[329].

---

[327] Dauben, J. (1995). *Abraham Robinson: The creation of non-standard analysis: A personal and mathematical odissey.* Princeton, N.J.: Princeton University Press.

[328] Schneider, Ivo, correo electrónico.

[329] Bell (1937), p. 405.

§. Una encuesta sobre el envejecimiento matemático[330]

Quién tiene razón, ¿Hardy o Mordell? La cuestión intrigaba a Reuben Hersh, y decidió investigar si es cierto que las matemáticas son cosa de hombres jóvenes. Del listado de miembros de la American Mathematical Society, seleccionó doscientos cincuenta nombres de hombres y mujeres que había conocido en algún lugar y en algún momento.

La mayoría eran estadounidenses, aunque su lista también incluía algunos matemáticos canadienses, suecos, franceses, israelíes y japoneses que habían pasado algún tiempo en Estados Unidos. La lista reflejaba la formación y la experiencia de Hersh y por eso en ella tenían mucho peso los investigadores que trabajaban en ecuaciones diferenciales: matemáticos teóricos (generales y parciales), aplicados, de números o estocásticos. También aparecían procesadores estocásticos y unos cuantos lógicos, algebristas, topólogos, geómetras y estadísticos. La especialidad matemática no importaba demasiado en lo que respectaba a las preguntas y, por descontado, se respetó el anonimato de las respuestas.

Las preguntas estaban divididas en varios grupos. Algunas de ellas tenían que ver con el valor del trabajo de los informantes en los primeros años comparado con los resultados obtenidos en años posteriores. ¿Notaron una disminución de su entusiasmo o sensación de pérdida como consecuencia de la edad? Los informantes ¿abandonaron la investigación para dirigir sus

330 Una versión anterior de esta encuesta apareció en Hersh, R. (2001). «Mathematical menopause, or, a Young man'sgame?», *Mathematical Intelligencer* 23 (3), pp. 52-60.

esfuerzos hacia la enseñanza o la administración? ¿Cómo afectó la edad al estatus de los informantes en su departamento, o entre la comunidad matemática en general? ¿Tenían los matemáticos que respondían a estas preguntas alguna sugerencia que hacerle a alguna persona o institución que también se enfrentara al reto que supone hacerse mayor?

Se recibieron 66 respuestas, lo que se considera una buena proporción de respuesta. Las respuestas procedían de 23 estados (de EE.UU). de 3 provincias canadienses, de Suecia y de Israel. Las edades se hallaban entre los 60 y los 92 años. No tenemos la pretensión de que esta selección de 250 nombres constituya una muestra típica, y menos aún aleatoria, y los 66 matemáticos que respondieron, de los 250 en la lista, no son de ningún modo típicos. Tienen prejuicios hacia las personas que responden cuestionarios, que les gusta tener noticias de algún viejo conocido, que están dispuestas a considerar cuestiones posiblemente dolorosas y que no se sienten demasiado insatisfechas o avergonzadas del papel que les ha tocado desempeñar en la vida matemática. Las personas que no responden a los cuestionarios son como la materia oscura del cosmos, sabemos que están ahí, pero sólo podemos imaginar el aspecto que tienen.

Dos de los informantes conocían encuestas no publicadas realizadas antes por matemáticos famosos. George Mackey de Harvard realizó un estudio entre cincuenta destacados matemáticos y llegó a la conclusión de que el mejor trabajo de todos ellos fue realizado, por término medio, cuando se acercaban a los cuarenta años. El destacado topólogo Gail Young, un alumno de Robert Lee Moore, llevó a cabo un estudio sobre personas que habían madurado en las matemáticas muy jóvenes y descubrió que en general se quemaban pronto. Young intuyó que existía un período bastante constante durante el cual una persona podía realizar trabajo muy creativo. Algunos pasaban por este período antes, y otros lo hacían más tarde. El cuestionario de Hersh invitaba a los participantes a revelar tanto como quisieran sobre su situación actual y pasada y sus respuestas nos permiten vislumbrar cómo los matemáticos que componen esta muestra ven su vida en las matemáticas. Este tipo de respuestas no pueden someterse fácilmente a la tabulación y mucho menos al análisis estadístico, así que por lo tanto, el interés de estas reflexiones radica en su diversidad y en cómo reflejan e ilustran los puntos de vista individuales.

Los informantes, en su mayor parte, se sentían satisfechos de la situación en la que se encontraban en ese momento de su vida. Un informe de S.S. Taylor sobre jubilados (no restringido a ningún campo) de las universidades de Nuevo México y de Rhode Island en Estados Unidos, y de las universidades de Bath y de Sussex en el Reino Unido, arroja resultados muy significativos. Resulta también tranquilizador, y tal vez algo sorprendente, que el 98 por 100 de los jubilados en México, el 97 por 100 de los jubilados en Rhode Island, y el 84 por 100 de los jubilados británicos le dijeran a Taylor que estaban «razonablemente satisfechos» o incluso «muy satisfechos» de su jubilación. Las dos terceras partes de los informantes estadounidenses le dijeron a Taylor que recibían ingresos iguales o superiores a los que tenían antes de jubilarse[331]. La mayor parte de los informantes de Hersh afirman que siguen investigando después de la jubilación. Algunos de ellos opinan que su investigación más reciente es la mejor, y otros dicen que hacen lo que les gusta, totalmente despreocupados de la opinión que pueda tener de ellos la comunidad matemática.

§. Resultados de la encuesta y del cuestionario de Hersh

Las respuestas están organizadas en seis grupos. Los extractos de algunas respuestas aparecen en más de un grupo.

1. Los matemáticos informan de pérdida de sagacidad una vez que han pasado la juventud.

2. Los matemáticos pueden ser igual de capaces o mejores cuando ya están en una edad avanzada.

3. Síntomas de envejecimiento y estrategias para enfrentarse a él.

4. Sanciones por envejecer y por seguir las inclinaciones propias.

5. Consejos para los matemáticos que se hacen mayores.

6. Consejos para los departamentos de matemática.

Muchas de las respuestas son difíciles de clasificar. Por ejemplo, un matemático informa que acaba de publicar un excelente artículo a los setenta y cinco años, aunque se queja amargamente de no ser capaz de realizar ya una buena investigación. ¿A qué grupo pertenece esto, al primero, al segundo, o a ambos? Algunas penosas experiencias en el cuarto grupo contradicen algunos consejos del

[331] Taylor, S.S. (1999). *Research dialogues of the TIM-CREF*, n.º 62.

quinto. Muchos de los que respondieron al cuestionario aconsejan «seguir tu propia inclinación, sin tener en cuenta las presiones externas» y, sin embargo, muchos encuestados informan que son penalizados por hacerlo. Algunos de ellos no dan su edad, y Hersh fue incapaz de identificar la ubicación geográfica de algunos pocos. Los siguientes extractos están tomados de mensajes más largos.

1. Los matemáticos informan de pérdida de sagacidad una vez que han pasado la juventud

Algunas de las respuestas informan de experiencias tristes y difíciles. Un analista de California de setenta y dos años confesó: «mi ánimo es bueno pero mi capacidad disminuyó mucho antes de los cincuenta y seis años. La edad, el alcohol y la depresión». Un geómetra de California explicaba que

> *el campo de las matemáticas avanza muy deprisa, y el ritmo ha sido extraordinario en los últimos cincuenta años. Solamente intentar mantenerse actualizado en esta especialidad exige muchas horas de esfuerzo, porque uno no se siente cómodo haciendo siempre lo mismo. Algunos grandes matemáticos no han sido capaces de adaptarse. Cuando aparece un problema que vale la pena y parece accesible, me siento ansioso por intentar resolverlo. El problema es que la frontera se desplaza demasiado deprisa. No es que renunciemos a la investigación matemática, es la investigación matemática la que se aleja de nosotros.*

Un analista de setenta y nueve años de Maryland escribió: «más o menos a los cincuenta y seis años perdí cualquier originalidad que hubiera podido tener en el pasado, pero no perdí el deseo de aprender y de seguir intentándolo». Un amigo de sesenta y dos años residente en Louisiana, también un analista, escribió: «yo antes solía trabajar hasta muy avanzada la noche, pero ahora estoy demasiado cansado para hacer algo más que mantener al día la agenda y limpiar mi estudio». Un matemático aplicado de setenta y un años de Rhode Island dijo: «está claro que a mi edad no puedo mantener el ritmo de los jóvenes más capaces. A algunos veteranos, sus últimos trabajos de investigación les han dejado en ridículo. Tengo la esperanza de, al menos, evitar eso».

Uno de los informantes citó al conocido teórico de los números Ivan Niven: «al hacerte mayor sabes demasiado. Tienes todos esos métodos, e intentas todas las combinaciones y variaciones que se te puedan ocurrir. Recorres los antiguos caminos y nada funciona»[332].

La respuesta de uno de los informantes, cuya edad y situación geográfica desconocemos, explica estas historias de pérdida: «las matemáticas tienden a ser introvertidas, y el gasto de energía mental que exigen es desproporcionado. A medida que uno se hace mayor, aparece el deseo de encontrar otras formas de expresión, y eso diluye la intensidad de resolver problemas. Nos preguntamos más a menudo "¿qué significa?", y eso ralentiza el avance».

Y un famoso analista sueco, a la edad de ochenta años, explicaba que «envejecer tiene dos vertientes: tu propia edad, y la edad y el

[332] Henrion, p. 113.

envejecimiento de tu especialidad y de tus contribuciones, un envejecimiento consecuencia del trabajo de los competidores más jóvenes».

Por otra parte, algunos de los informantes tenían un punto de vista diferente.

2. Los matemáticos pueden ser igual de capaces o mejores cuando ya están en una edad avanzada

Ésta resultó ser la opinión de la mayoría de las mujeres matemáticas. Claudia Henrion entrevistó a media docena de destacadas mujeres matemáticas estadounidenses[333], que le explicaron que ellas habían realizado su mejor trabajo pasados los treinta, los cuarenta, e incluso los cincuenta. Leonore Blum regresó a la investigación matemática pasados los cuarenta años, después de años dando clases en el colegio universitario Mills y de participar en programas nacionales por la promoción de las mujeres en matemáticas.

Mary Ellen Rudin, que consiguió permanecer activa profesionalmente incluso mientras educaba a cuatro hijos, informa de que está realizando su mejor trabajo desde que ha cumplido los cincuenta y los sesenta años, ahora que casi todos sus hijos ya son adultos. Dio clases a tiempo parcial hasta casi los cincuenta años, cuando la Universidad de Wisconsin la ascendió de profesora numeraria a catedrática. Rudin dijo: «yo no creo que la mayoría de las personas tengan su mejor momento antes de los treinta años y,

[333] Henrion, C. (1997).

desde luego, en mi caso, mi mejor trabajo lo he hecho desde que pasé los cincuenta y cinco años»[334]. Tal vez otras mujeres sigan el ejemplo de Mary Ellen Rudin y trabajen a tiempo parcial durante una temporada a fin de mantener un equilibrio entre tener hijos y la investigación matemática.

La destacada lógica matemática Marian Pour-El le dijo a Henrion en una entrevista que «nunca me ha parecido que una ya está de capa caída por el hecho de acercarte a los cuarenta años. Creo, sin duda alguna, que mi mejor trabajo lo he hecho más tarde»[335].

Joan Birman, topóloga del Barnard College de la Universidad de Columbia no obtuvo su doctorado hasta los cuarenta años. Birman se centró en las matemáticas una vez resuelta la cuestión del matrimonio y después de que sus hijos hubieran crecido. «Creo que lo que importa para dedicarse a las matemáticas es sentir entusiasmo, y no la edad que tienes»[336]. De hecho, la mayor parte de las mujeres entrevistadas por Henrion opinaban que su trabajo mejoraba con la edad.

Una matemática probabilista de sesenta y dos años, y una de las informantes de Hersh, escribió: «los hombres envejecen más rápido que nosotras, las chicas. Así se compensa su impetuosidad anterior. ¿Cómo levantarse el ánimo? Lo intento... las personas que tienen una vida estable y satisfactoria trabajan hasta más tarde y en mejores condiciones. Uno de mis colegas renunció a la investigación a los cuarenta y dos años, después de la ruptura de su matrimonio,

---

334 Henrion, C. (1997), p. 112.
335 Ibíd.
336 Bollobás (1986), p. 14.

y otro hizo lo mismo y por las mismas razones a los cuarenta y ocho».

Un varón participante en la encuesta hizo hincapié en la colaboración como fuente de productividad a largo plazo. Este matemático aplicado y analista de setenta y un años de Rhode Island escribió:

> *desde que me nombraron profesor emérito en julio de 1995, mi trabajo de investigación, en su mayor parte conjunto con antiguos estudiantes e investigadores posdoctorales, se ha intensificado. Las herramientas matemáticas son las mismas que ya había utilizado antes. Posiblemente se trate de un caso típico. Después de nueve años dirigiendo el departamento, es un gran alivio abandonar todos esos comités, y no tener ya la exigencia de salir a buscar financiación externa. Ya no asisto a las reuniones del departamento.*

Tenemos también al analista de Illinois, de sesenta años de edad, que le dijo a Hersh:

> *Parte de mi mejor trabajo lo hice después de los cuarenta y siete años. Los posibles motivos fueron tal vez una mala racha entre los años 1974 y 1977: el exceso de bebida y divorcio, y un cáncer de próstata curado gracias a la radiación y a los implantes. Después de un trauma así, tengo la tendencia a excederme en el trabajo.*

Un matemático aplicado de Colorado reflexionaba de este modo: «Los jóvenes pueden tener suerte, pero sólo cuando alguien de más edad les enseña el camino»; otro informante lo explicaba de este otro modo: «Tal vez los jóvenes logren descubrir algo, pero no conocen bien el suelo que pisan; los mayores conocen mejor ese terreno, y pueden guiar a los jóvenes para indicarles dónde cavar». Lo mejor de todo fue el comentario de un analista numérico de Ohio de setenta años: «Hace poco un amigo me comparó ¡con Brahms!, que compuso grandes obras a lo largo de toda su vida. Espero vivir lo suficiente para merecer esta alabanza».

3. Síntomas de envejecimiento y estrategias para enfrentarse a él

Las respuestas a la encuesta contenían muchas sugerencias para abordar los problemas del envejecimiento. Un matemático aplicado de setenta años escribió: «a medida que me hago mayor voy perdiendo la memoria, por eso me resulta muy difícil a veces recordar todos los detalles de una situación complicada. También estoy perdiendo mi capacidad computacional. Tardo más en realizar un cálculo rutinario, cometo más errores, y si me doy cuenta de ellos, es porque tengo la sensación de que algo no es correcto, y no repitiendo los cálculos. Por otra parte, ahora soy más astuto cuando quiero desarrollar una estrategia de investigación eficaz, y más audaz para llevarla a la práctica... Tengo un hogar intelectual de alcance mundial, una comunidad pequeña, pero activa, de eruditos con intereses similares a los míos».

Un analista numérico de setenta y cuatro años de California dijo,

estoy empezando a pensar en retirarme a finales de este año, y esta posibilidad me pone nervioso, pero puedo ver con claridad que *mi capacidad para realizar una investigación de primera clase se ha reducido. La razón principal es la incapacidad de mantener la concentración sostenida en manipulaciones complicadas y minuciosas. En el pasado, podía pasarme horas haciendo cálculos, y ahora intento evitar este tipo de complicaciones. Todavía tengo muchas cosas en las que trabajar, pero las selecciono con más cuidado.*

Otro analista numérico que comparte su tiempo entre California y Suecia declaró:

Envejecer es doloroso. Mi trabajo matemático sigue siendo bueno, pero lo que hago está muy relacionado con mi trabajo anterior. No salto a un campo nuevo porque ya no tengo aquella intuición que tenía antes para «saber» que eso me conducirá a algo. Necesito más tiempo para terminar todo lo que empiezo, y cometo más errores, o mejor dicho, no me doy cuenta enseguida de que el resultado está equivocado. Así que tengo que revisarlo todo con mucho más cuidado. He sido un buen director de tesis y he disfrutado mucho con ello. Mis antiguos alumnos todavía hablan conmigo y yo todavía trabajo con ellos, pero ya no tengo alumnos, porque no puedo estar seguro de si todavía estaré aquí dentro de cuatro años. Por otra parte, los jóvenes deberían trabajar con jóvenes en problemas «modernos». Hacerse mayor puede tener una ventaja. Si uno tiene suerte y conserva el equilibrio interno, puede contemplar el mundo como un observador independiente.

Un topólogo de setenta y seis años, de origen británico que ahora vive en el estado de Nueva York, realizaba un análisis pormenorizado de la situación:

> *Los principales obstáculos para seguir investigando son: a) la investigación exige energía, que escasea cada vez más; b) la investigación exige mantenerse al día con las publicaciones, algo cada vez más difícil a medida que disminuye la energía mental y física; c) una buena investigación exige amplitud de miras y flexibilidad, pero la tendencia, al envejecer, es la de concentrarse en un camino estrecho en el que domina lo que uno siempre ha hecho y conoce bien. La colaboración es esencial para mantener la actividad investigadora. Yo siempre he tenido tendencia a colaborar con gente más joven, puesto que muchos de mis colaboradores han sido antes alumnos míos. El colaborador más joven aporta energía y es más consciente de cuándo un tema vigente es un «tema candente»; el colaborador de más edad aporta tal vez un mayor conocimiento de la historia del tema en cuestión y una mayor batería de métodos disponibles.*

(Gian-Carlo Rota hizo una observación parecida: «a mi edad, el colaborador es una necesidad»[337]).

Un lógico de cincuenta y siete años de Indiana también tenía una explicación: «Hay muchas cosas útiles que un matemático competente puede hacer. Sin embargo, los premios a la educación y a la investigación no estimulan la diversificación ni la exploración de

[337] Comunicación personal.

otros caminos. Los matemáticos quedan atascados en las fronteras de su estrecha especialidad. Las cosas se ponen más difíciles cuando el investigador pierde la capacidad o la voluntad de realizar esfuerzos concentrados para llevar a cabo un trabajo técnico realmente complicado. Yo todavía puedo hacerlo si me marcho un par de semanas, pero en casa, los compromisos con mi familia y con el trabajo impiden esta concentración. Cuanto más mayor te haces, más difícil es, no sólo por la edad, sino también por la acumulación de otras responsabilidades e intereses».

La opinión más breve y más encantadora llegó de un matemático aplicado de Rhode Island de setenta y un años que describió así sus estrategias para enfrentarse a los problemas del envejecimiento: «Mi esposa y yo llevamos muy felizmente casados cuarenta y cuatro años, y eso es muy importante. Nuestro jardín nos toma la mayor parte del tiempo durante la temporada de cultivo».

4. Penalizaciones por ser independiente

Varios de los participantes en el estudio informaban haber sido penalizados por haber seguido su propio camino, comentarios que sugieren la necesidad de que los departamentos de matemáticas hagan un pequeño trabajo de introspección. Así, un matemático aplicado de British Columbia informaba de que «mi trabajo reciente es más interesante y valioso. Aunque a la comunidad matemática no le interese, a la comunidad ecológica, sí». Un teórico de números de setenta y ocho años en Minnesota dijo: «en las últimas publicaciones, nadie menciona nunca mi mejor artículo, así que me digo a mí mismo que esto demuestra que ya no hay nada más que añadir sobre este tema». Y un lógico de setenta y siete años en Indiana reconoció que «me costó comprender que la comunidad matemática no le daba ningún valor a lo que yo estaba haciendo. A mí me costó un tiempo darle a mi trabajo el valor que tenía por sí mismo».

También un analista de setenta y dos años de California comentaba: «la comunidad matemática perdió el interés por mi trabajo cuando cambiaron las modas y yo no cambié con ellas. Tras dirigir el departamento cuando yo tenía cuarenta años, perdí mi influencia». Y otro más respondía: «Por seguir haciendo lo que me gustaba renuncié a la posibilidad de lograr un puesto de catedrático. Las jerarquías del departamento no valoran mis logros profesionales más valiosos». Y finalmente, tenemos otro tipo de respuesta en la misma línea:

> *una parte de mi mejor investigación la he realizado en el pasado reciente, y, pese a ello, los aumentos de sueldo han sido cada vez menores y mi influencia en el departamento ha disminuido. La situación de algunos de mis coetáneos es incluso peor. Los departamentos y las organizaciones de matemáticos no prestan ninguna atención a los miembros más antiguos de la profesión. Mi departamento descuida mucho a nuestros jubilados: les regalamos un «reloj de oro» cuando se retiran y luego nos olvidamos de ellos.*

Un matemático aplicado de Alberta nos explicó que colaboraba en tareas administrativas.

El valor de mi investigación = bastante alto, el interés que muestran los otros = bastante bajo. La comunidad matemática no presta ninguna atención al trabajo de la mayor parte de los matemáticos... me llaman a menudo para llevar a cabo tareas diplomáticas y administrativas... no soy un administrador demasiado competente, pero comparado con la inmensa mayoría de matemáticos, soy un genio de la administración.

No obstante, un par de comentarios dan fe del aspecto positivo de hacerse mayor. Un conocido teórico de las medidas de ochenta años y residente en California dijo: «me han tratado bien: diez años después de mi jubilación, todavía tengo mi despacho». De forma similar, un analista numérico sueco de setenta y seis años informaba:

mi departamento me ha tratado bien. Sigo teniendo un despacho y me pagan una pequeña cantidad para ocuparme de algunos estudiantes de posgrado. Mi investigación es más valiosa para mí que para el departamento, así que no hay ninguna razón poderosa por la que tendrían que darme un apoyo activo.

5. Consejos para los matemáticos que se hacen mayores

Muchos de los informantes tenían consejos que darles a sus colegas jubilados. Uno de ellos citaba al gran topólogo analista Isadore (Izzy) Singer: «Mantén el lápiz en movimiento», un tema que se repetía también en otras respuestas, tales como la de un analista sueco de sesenta y ocho años que decía: «no dejes de trabajar, no te ocultes tras las tareas administrativas». Y un lógico de sesenta y siete años escribió, «trabaja duro, y hazlo en varios problemas a la vez». Y un geómetra de sesenta y cinco años en Nueva York aconsejaba: «No te detengas. Una vez que lo has hecho, es muy difícil reanudar el trabajo. No es sólo el campo lo que cambia, tú también cambias». «Primero y ante todo, necesitas sentir un profundo amor por la disciplina» (analista, Alberta, sesenta años).

Otros ofrecen consejos más prácticos y específicos. «Es importante tener un despacho», dice un analista numérico sueco de sesenta y seis años. Y un matemático aplicado de Utah aconseja «permanecer alejado de las tareas administrativas: agotan tu creatividad y son una auténtica plaga». Un probabilista de cincuenta y nueve años de Illinois afirmaba que «Hardy aconsejaba a la gente que investigara cabeza abajo, así fluye más sangre a la cabeza».

Un analista armónico de setenta y un años de Suecia, antiguo profesor de cálculo avanzado de Hersh en el Instituto Courant en 1957, escribía:

> *mantén el contacto con colegas y estudiantes más jóvenes... si en alguna ocasión alguien te hace una pregunta matemática, dedícale al menos quince minutos a esa pregunta, aun cuando no sea «tu campo»... intenta mantener un alto nivel de ética en esta competitiva profesión. Me gusta pensar que las matemáticas son un trabajo colectivo. Contribuimos también incluso siendo espectadores y consumidores atentos del constante flujo de nuevas ideas. (Desde un punto de vista opuesto, una carrera matemática*

te sube los humos a la cabeza igual que lo hace el esquí de descenso, reservado sólo a los jóvenes y los más fuertes, y donde sólo importan los que superan marcas).

Finalmente, también nos recuerdan lo más básico.

Recuerda siempre una cosa: investigar tiene que ser divertido. Si se convierte en algo demasiado competitivo y ya no disfrutas, renuncia. No te tomes ni a ti ni a tu investigación demasiado en serio. A mí me ha sido concedido el don del sentido del humor, ¿pero cómo podría sugerirles esto a los otros? (Analista numérico, British Columbia, cincuenta y cuatro años).

«Hago lo que puedo, y disfruto de cada instante. La comunidad matemática me hace el mismo poco caso que el que yo le hago a ella. ¡Aprende constantemente algo nuevo! ¡Trabaja en matemáticas simplemente por placer!» (Teórico de números, Nueva York, setenta y siete años). «Deja de envejecer y sigue divirtiéndote, y tómate una cerveza a mi salud» (analista, California, ochenta y tres años).

Y ahora pasamos a la última categoría de respuestas de nuestro cuestionario.

6. Consejos para la comunidad matemática

Un matemático aplicado de setenta y cuatro años de California propuso un cambio radical en el recorrido de carrera habitual de los matemáticos. «Hace mucho tiempo que creo que un puesto vitalicio de investigador en matemáticas con sesiones de clase esporádicas es un error», escribió.

> *La capacidad, la habilidad y los intereses de una persona cambian. He propuesto muy a menudo un recorrido profesional que incluya la investigación a una edad temprana, por ejemplo entre los veinticinco y los treinta y cinco años, y después, que el matemático trabaje en la enseñanza y en la redacción de artículos en una universidad que no se dedique a la investigación, que se involucre tal vez en las matemáticas preuniversitarias, por ejemplo como formador de profesores o dando clases a estudiantes de secundaria... Reducir el tiempo que se tarda en obtener un doctorado de modo que la gente pueda empezar a investigar antes, como ocurre en Inglaterra. Y disminuir la duración de los estudios de primer ciclo en el caso de los alumnos superdotados.*

Un teórico de los números de setenta y siete años de Nueva York se mostraba muy crítico hacia las universidades. «En mi opinión, la gran pregunta es por qué la jubilación es sinónimo de cortar todos los lazos e interrumpir todas las actividades académicas. La universidad es el único organismo que cree conscientemente que no hay nada que aprender del pasado».

«Alentar al individuo a arriesgarse y dedicarse a lo que de verdad les interesa», explicó un matemático aplicado de Montana de setenta años. «No creo que nadie tenga que decirnos cuándo debemos abandonar», dijo un californiano de setenta y dos años. Y «una buena biblioteca, algunos colegas estimulantes y liberarme de demasiadas tareas pesadas» era todo lo que necesitaba un analista de setenta años de Alberta en Canadá.

El vergonzoso trato de que son objeto los profesores mayores no es exclusivo de las matemáticas. Tras jubilarse del departamento de ciencias económicas de Columbia, William Wickrey fue galardonado con el premio Nobel por su trabajo en economía del transporte. Un reportero del *New York Times* lo encontró en un minúsculo despacho muy alejado de su departamento. Wickrey le estaba muy agradecido a la Universidad de Columbia de que, después de jubilarse, le hubiera permitido tener un despacho, aunque fuera ése. Es posible que después del artículo que le dedicó el *Times* la universidad le hubiese dado un despacho mejor, pero, desgraciada e inesperadamente, murió unos días más tarde. Una crónica más completa es la descripción que hace Bollobás de la jubilación de Littlewood, en Cambridge:

> *En 1950, a la edad oficial de sesenta y cinco años, se jubiló y lo nombraron profesor emérito. El claustro de profesores se percató de que sería un disparate perder los servicios del matemático más eminente de Inglaterra, así que escribieron al consejo de la universidad: «El profesor Littlewood no sólo es el más eminente y excepcional de los profesores, sino que está todavía en el apogeo de su capacidad. Perder sus clases sería un daño irreparable, pero es evitable. Solicitamos permiso para pagarle un sueldo de 100 libras por curso para que siga impartiendo sus clases magistrales». La respuesta: 15 libras por curso, el mismo sueldo que cobra un aprendiz por sus primeras clases de prueba a una clase de dos o*

tres alumnos. Así que Littlewood dio clases por 15 libras por curso durante cuatro años. Intentó dejarlo en una ocasión pero se levantó un gran clamor de protesta. Al mismo tiempo, estaba rechazando propuestas muy lucrativas que le llegaban desde Estados Unidos[338].

§. Conclusiones

Las respuestas fueron diversas, y pueden observarse tremendas diferencias en cómo envejecen los matemáticos. Hasta que no lleguemos a un consenso acerca de qué avances son «importantes», no podemos rebatir la afirmación de Hardy de que ningún matemático de más de cincuenta años ha realizado algún avance importante. Sin embargo, su lema «las matemáticas es cosa de hombres jóvenes» es engañoso, e incluso perjudicial. Mientras ese lema siga desalentando a la gente y apartándola de las matemáticas cuando ya no son jóvenes, sigue siendo injustificado y destructivo.

Algunas de las respuestas recibidas son consejos para los matemáticos que se hacen mayores. Más importante aún, los informantes dicen «no te detengas, sigue trabajando». Algunos de ellos descubrieron un placer todavía mayor en su trabajo después de la jubilación, cuando se sintieron libres para trabajar en problemas que otras personas no consideraban importantes, prestigiosos o apremiantes. Muchos de ellos se aislaron de sus antiguos colegas, pero algunos emprendieron nuevos trabajos en colaboración, en especial con matemáticos más jóvenes. Con la

[338] Bollobás (1986), p. 14.

edad, las expectativas cambian, y así, muchos matemáticos descubren nuevos problemas y objetos de interés una vez han cruzado la arbitraria frontera de la jubilación.

Algunos de los comentarios que hemos citado tienen importancia para la política de los departamentos, y muchos de ellos dejan clara la importancia que tiene una comunidad matemática sólida. Desvincular de sus departamentos a los matemáticos mayores o jubilados equivale a convertirlos en segundones, lo que debilita la comunidad.

Los matemáticos mayores y jubilados constituyen un recurso infrautilizado de la comunidad matemática. A los departamentos siempre les vendrá bien alguna ayuda adicional. Las tutorías de primer ciclo pueden estar cortas de personal. ¿Alguien ha preguntado alguna vez si a los profesores eméritos les gustaría tutorizar? Si no hay algún bibliotecario de servicio en la biblioteca de matemáticas, ¿hay algún profesor emérito a quien le gustaría realizar esta tarea? Siempre hay demasiado trabajo en las comisiones. ¿Hay algún profesor emérito con años de servicio en la comisión de primer ciclo o en la comisión de exámenes de máster? ¿Hay algo en lo que el profesor o profesora emérita pueda contribuir?

Si bien la edad acarrea pérdida de memoria y de capacidad de cálculo en la mayoría de los matemáticos (aunque no en todos), esa pérdida tal vez pueda ser compensada por una mayor amplitud de miras y una mayor madurez de juicio. Los matemáticos mayores y jubilados son sin duda una parte valiosa de la comunidad matemática, y como tal deberían ser reconocidos.

Las personas difieren mucho en el modo que tienen de reaccionar al reto de envejecer y jubilarse, pero resulta interesante ver las diferencias en la trayectoria de la vida productiva de hombres y mujeres. Mientras muchos hombres entienden que la treintena y la cuarentena son un período especialmente productivo y en el que se concentran más en su trabajo, excluyendo otros intereses y responsabilidades, las mujeres se desarrollan mucho más despacio y alcanzan la velocidad de crucero una vez han pasado la edad de tener hijos. En ambos grupos, los que mejor envejecen son los que han encontrado el equilibrio entre el trabajo, la vida personal y la vida en general. Uno de los problemas del envejecimiento es el alejamiento de los colegas y de los antiguos alumnos. La falta de apoyo institucional y las anticuadas prácticas de los departamentos suelen contribuir a este aislamiento. Los hombres y las mujeres que fueron capaces de llegar a otros, que continúan siendo valorados por su comunidad y que siguen colaborando con colegas jóvenes son los que dicen estar más satisfechos con su vida después de la jubilación. Este compromiso continuado de los matemáticos de más edad enriquece la disciplina y permite que los miembros más jóvenes de la profesión perciban la vida matemática en toda su plenitud.

Capítulo 8

El profe de mates: ¿amigo o enemigo?

¿Cómo le da forma a la práctica matemática el contexto social en el cual ésta se desarrolla? ¿Cómo afectan a los matemáticos las creencias, la discriminación y los valores de la subcultura en la que trabajan y enseñan?

Contenido:

En el capítulo anterior hablábamos de la repercusión de la edad y del género sobre el modo de vida de los matemáticos. Hacíamos hincapié en la importancia del equilibrio y de los vínculos sociales como base en la que apoyarse cuando los investigadores se enfrentan a los estereotipos sociales. Algunos pueden incluso encontrar en las matemáticas una vía de escape a los problemas de la vida social, de la «vida diaria, áspera y dolorosa, miserable y monótona, y a las cadenas de los deseos cambiantes de uno»[339]. Sin embargo, es más frecuente que la vida matemática de uno esté

---

[339] Albert Einstein, citado en Holton, G. (1973). *Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, p. 377.

íntimamente ligada a la vida y a las condiciones de la sociedad en general. El impacto de la primera socialización de un matemático, y de los valores y visión del mundo que la acompañan, puede ser tan intenso que marque el comportamiento del investigador durante toda su vida.

En este capítulo relatamos la historia de dos matemáticos estadounidenses cuya vida y trabajo estaban profundamente incrustados en su tiempo y lugar. No deja de ser paradójico que durante la mayor parte de la historia de Estados Unidos, las vidas de los negros y de los blancos estuvieran segregadas, y sin embargo, al mismo tiempo, íntimamente entrelazadas. Hemos seleccionado a dos matemáticos cuyo carácter y estilo de trabajo encarnan esta paradoja. Su procedencia no podía haber sido más diferente.

§. Robert Lee Moore y Clarence Francis Stephens

Robert Lee Moore (1882-1974) nació en Texas. Su padre, Charles, aunque nacido en Connecticut, decidió hacerse sureño y, al estallar la guerra civil, se alistó voluntario en el ejército de la Confederación, y sobrevivió a las batallas de Shiloh, Vicksburg y Chattanooga. Su madre era pariente lejana de Jefferson Davis, el presidente de la Confederación. En sus últimos años, «tras un magistral trabajo de detective genealógico, [Charles] produjo un árbol genealógico de la familia que incluía dos presidentes estadounidenses, el presidente de la Confederación y tres casas reales europeas»[340].

[340] Parker, J. (2004). *R.L. Moore: Mathematician and teacher*, Washington, D.C.: Mathematical Association of America, p. 3.

Clarence Francis Stephens nació en Macon, Georgia, en 1917, hijo de Sam Stephens, cocinero de los ferrocarriles, y de Jeannette Morehead Stephens. Fue el quinto de seis hijos. Su madre falleció cuando él tenía dos años y su padre, cuando tenía ocho, así que Clarence y sus hermanos y hermanas se fueron a vivir con su abuela, que murió dos años más tarde. Los niños fueron entonces separados y enviados a vivir con diferentes familiares. Stephens vivió con su tía abuela Sarah en Harrisburg, Carolina del Norte. En Harrisburg no había institutos, así que cuando Clarence cumplió trece años, su hermana mayor Irene le organizó el ingreso en un internado de Irmo, Carolina del Sur. Irene pagó la matrícula del primer año y después, el propio Stephens se pagó sus matrículas posteriores trabajando en la granja y en la cocina de la escuela, y también limpiando aulas. Después de un examen de nivel, fue puesto en octavo curso junto a estudiantes que tenían más de veinte años. Jugó al fútbol y al béisbol, le dieron el papel protagonista de una obra teatral el último curso y fue elegido presidente de su clase[341].

Se graduó en matemáticas en una institución tradicionalmente negra, la Universidad Johnson C. Smith en Charlotte, Carolina del Norte, mientras trabajaba como chico de los recados en un comercio local cobrando seis dólares por semana para pagarse los estudios. Después, se matriculó en la Universidad de Michigan para seguir un curso de máster con la esperanza de convertirse en profesor de

[341] Megginson, R.E. (2003). «Yueh-Gin Gung and Dr. Charles Y. Hu Award to Clarence F. Stephens for distinguished service to mathematics». *American Mathematical Monthly*110 (3), pp. 177-180.

instituto. Sin embargo, el profesor George Rainich le alentó a continuar y hacer un doctorado. En Michigan en aquella época, «la universidad no ofrecía puestos de profesor ayudante a los afroamericanos», así que se pagó los estudios trabajando de camarero[342].

En septiembre de 1940, antes de terminar su doctorado en Ann Arbour, Stephens empezó a dar clases en otra institución tradicionalmente negra, Prairie View A&M en Texas. Después del ataque a Pearl Harbor se incorporó a la U.S. Navy como profesor especialista. Terminó su doctorado en primavera de 1943 y regresó a la enseñanza en Prairie View A&M, donde permaneció hasta agosto de 1947. Entonces, solicitó un puesto en el colegio universitario Morgan State de Baltimore, para poder así estar cerca de la biblioteca matemática de investigación de Johns Hopkins. «Ante su gran sorpresa y consternación inicial, le ofrecieron el puesto de director del departamento, lo que, con apenas treinta años, le hacía responsable de un departamento en el que todos los matemáticos eran mayores que él. Su deseo de vivir en Baltimore fue más fuerte que el temor a las preocupaciones, y aceptó el puesto [en septiembre de 1947]»[343].

Igual que Johnson C. Smith y Prairie View, Morgan State era también una institución tradicionalmente negra. James A. Donaldson, profesor de matemáticas y rector de la Universidad de Howard, ha escrito:

---

342 Sitio web de Mathematicians of the African Diaspora.
343 Megginson (2003), p. 177.

Tras el final de la guerra civil en 1865, los negros libres y los negros recién liberados, fortalecidos por la esperanza y por una silenciosa determinación, realizaban todos los esfuerzos posibles por prepararse para ser miembros de pleno derecho de la sociedad. En consecuencia, durante este período, los años anteriores y posteriores a 1865, se fundaron varias instituciones educativas (la Universidad de Lincoln en Pensilvania, Wilberforce, Howard, Shaw, Johnson C. Smith, y otras que serían denominadas instituciones tradicionalmente negras, o TBI, las siglas de traditionally black institutions) cuyo objetivo consistía en darles a las personas negras recién liberadas y a otras de ascendencia africana la oportunidad de recibir educación superior[344].

Moore y Stephens acabarían desarrollando, cada uno por su parte, dos estilos únicos y radicalmente diferentes de educación matemática de nivel universitario. El carácter descentralizado del sistema educativo estadounidense permite que ambas tradiciones, la de Moore y la de Stephens, hayan sobrevivido. El método Moore es más conocido que el de Stephens (este último conocido en general como «modelo de Potsdam»), y sin embargo, en círculos en cierto modo diferentes al del método de Moore, el método de Stephens también ha recibido un gran reconocimiento. El contraste entre estas dos tradiciones dice mucho sobre Estados Unidos, sobre su pedagogía matemática, sus ideologías y su racismo.

[344] Donaldson (1989), p. 450.

Describiremos en primer lugar a Moore y su método y regresaremos después a la carrera de Clarence Stephens, primero en las universidades de Prairie View y Morgan State y después en el colegio universitario racialmente integrado de Potsdam, en Nueva York.

§. Moore y su método

En 1898, Moore se convirtió en estudiante protegido de George Bruce Halsted en la Universidad de Texas. Halsted

> *podía señalar con orgullo que en la lista de alumnos del colegio universitario de New Jersey en Princeton figuraban no sólo los nombres de su hermano y el suyo propio, sino también el de su padre, el de uno de sus tíos, el de su abuelo, el de uno de sus tíos abuelos y el de su bisabuelo*[345].

Halsted fue el primer alumno de doctorado del gran algebrista J.J. Sylvester en la Universidad Johns Hopkins, en el primer programa de doctorado en matemáticas que existió en Estados Unidos. Más tarde, Halsted sería un pionero de la geometría no euclidiana, enseñándola y escribiendo acerca de ella. Incluso viajó a Hungría, donde encontró la tumba de János Bolyai y donde las autoridades no salían de su asombro al ver el interés que despertaba esta humilde tumba en un prestigioso catedrático.

Como catedrático en Texas, Halsted se enzarzó en legendarias disputas con el consejo directivo de la universidad. Su alumno estrella era el joven Robert Lee Moore, a quien dirigió desde el inicio

[345] *Dictionary of American Biography*, p. 163.

de sus estudios de grado, y envió más tarde a la Universidad de Chicago. En Chicago, Moore hizo amistad con su condiscípulo Oswald Veblen, futuro profesor, primero en la Universidad de Princeton y más tarde en el Institute for Advanced Studies. En su época de estudiantes, Veblen y Moore se interesaron por los fundamentos axiomáticos de la geometría, un tema de investigación que se había hecho muy popular después de la publicación de *Fundamentos de la geometría* de David Hilbert. Una vez terminados sus estudios en Chicago, Moore enseñó en las universidades de Northwestern, Pensilvania y, finalmente, en la de Texas en Austin. «Tenía el cabello blanco como la nieve que llevaba inmaculadamente peinado, profundos ojos azules siempre a la búsqueda de nuevas y excitantes demostraciones de problemas complejos, y un físico de boxeador, musculoso y vestido con trajes de tres piezas y calzado con botas negras de cordones al estilo antiguo, una imponente presencia en el campus de la Universidad de Texas los cuarenta y nueve años que enseñó allí»[346]. (El «físico de boxeador musculoso» no es una simple metáfora. En su juventud, Moore destacó como boxeador aficionado).

En Pensilvania, Moore supervisó la tesis de John R. Kline (1891-1955), que se quedó en esta universidad donde dirigiría el departamento entre 1933 y 1954. Kline también fue secretario de la American Mathematical Society (AMS) entre 1936 y 1950; un poco más adelante trataremos más de Kline.

[346] Parker (2004), pp. vii, viii.

Moore no tardó en apartarse de la geometría para interesarse en lo que él llamó «teoría de conjuntos de puntos», que formaba parte de la topología de conjunto de puntos, un campo muy activo a principios del siglo XX. Una cuestión fundamental era la de la «metrización». Un espacio topológico es un espacio en el que hay «vecinos». A un espacio topológico se le denomina «espacio métrico» si los vecinos están definidos con relación a una «métrica» o «distancia». Por ejemplo, una superficie ordinaria como la de una esfera se convierte en un espacio métrico si la distancia entre puntos se mide a lo largo de las «geodésicas», la curva más corta de la superficie que los conecta. Sin embargo, algunos espacios topológicos no permiten definir una métrica o una distancia entre puntos. ¿Cuáles son las condiciones adicionales en un espacio topológico que permitirán definir una métrica[347]?

La fama de Moore se debe menos a su propia investigación que a su método de enseñanza, y se debe también a los éxitos de la extraordinaria cantidad de alumnos que tuvo. A través de los cincuenta estudiantes de doctorado que tuvo, tiene 1678 descendientes doctorales. Tres de ellos le sucedieron en el cargo de presidente de la AMS, otros tres ocuparon la vicepresidencia, y otro más ocupó el cargo de secretario. Más aún, cinco de ellos ocuparon

---

[347] Moore se especializó en lo que se conocería como «espacios de Moore», espacios topológicos que satisfacen una condición técnica adicional que se había especificado en la parte 4 del axioma 1 de Moore. [Wilder, R.L. (1982). «The mathematical work of R.L. Moore: Its background and influence», *Archive for the History of Exact Sciences* 26, pp. 73-97]. Un «espacio Moore completo» satisfacía las cuatro partes del axioma 1. Según Wilder, se habían publicado más de 300 artículos que intentaban responder a la pregunta: ¿cuándo es un espacio Moore metrizable? En 1951, el alumno de Moore R H Bing demostró que un espacio Moore es metrizable si es «normal con respecto a los conjuntos».

la presidencia de la Mathematical Association of America (MAA) y tres, igual que Moore, ingresaron en la National Academy of Sciences.

Figura 8.1. Robert Lee Moore. Cortesía de Dolph Briscoe Center for American History, The University of Texas at Austin. Identificador: di_05554. Título: R.L. Moore y Mike Profit. Fecha: 1970/01. Fuente: Halmos (Paul) Photograph Collection.

La esencia del método de Moore es fácil de describir. Buscaba estudiantes que empezaban el primer curso para así poder controlar su formación matemática desde el principio. No les permitía ningún conocimiento previo de topología, les prohibía leer cualquier artículo o libro sobre la asignatura y, además, les prohibía hablar de topología fuera de clase.

En la primera clase de teoría de conjunto de puntos de su curso de posgrado, Moore solía presentar sus axiomas de conjuntos de puntos y les daba a sus alumnos el enunciado del primer teorema, sin ninguna prueba ni pista. (Tal vez también les presentara los teoremas 2 y 3). ¡Y eso era todo! No ocurría nada más, ni en aquella clase ni en la siguiente, hasta que uno de los estudiantes afirmaba poder demostrar el teorema 1. El alumno presentaba entonces su demostración en la pizarra, y la clase y el profesor repetían dicha demostración. Finalmente, el teorema 1 quedaba demostrado, y la clase estaba preparada para que algún alumno propusiera una solución al teorema 2.

Este método recuerda un antiguo y muy conocido método de enseñar a nadar que se llama «el que nada no se ahoga». Moore persistió en la aplicación de este método de enseñanza en Austin hasta 1969 cuando, a la edad de ochenta y siete años, fue obligado, finalmente, y no sin grandes dificultades, a retirarse.

¿Qué ocurría en clase si nadie estaba dispuesto a proponer una demostración? Moore no aprovechaba la oportunidad para dar una clase magistral sobre alguna cuestión matemática. De ningún modo. En lugar de ello, simplemente charlaba sobre cualquier asunto trivial que se le ocurriera. En estas charlas a veces expresaba opiniones denigrantes sobre las mujeres, los negros y los judíos. En una ocasión en que una de sus alumnas, Gayle Ball, le comentó que su marido, Joe, estaba pensando en ir a estudiar a una universidad del norte después de graduarse, Moore le advirtió a la señora Ball que en ese caso seguramente «tal vez, al subirse a un autobús, se viera obligada a sentarse junto a una persona de color. Él creía que esto era muy ofensivo... le dijo, "¿qué haría usted, señora Ball, si le ocurriera algo así?"». Ella respondió, «le diría: "encantada de conocerle"». No ha quedado constancia de la reacción de Moore[348].

Otra de sus alumnas, Mary Ellen Estill, más tarde conocida ante el mundo como Mary Ellen Rudin, dirigiría 16 tesis doctorales y sería nombrada vicepresidenta de la AMS. En su entrevista para el libro *More Mathematical People*, habló con sinceridad de su mentor Robert Lee Moore.

Figura 8.2. Mary Ellen (Estill) Rudin. Fuente: More Mathematical People: Contemporary Conversations. Eds. Donald J. Albers, Gerald L. Alexanderson y Constance Reid.

[348] Parker (2004), p. 271.

NP. ¿Así, Moore le dio clase cada semestre?

Rudin. Todos y cada uno de los semestres durante toda mi carrera en la Universidad de Texas. Soy matemática porque Moore me captó y me exigió que me convirtiera en matemática. Me educó y me obligó a trabajar al ritmo preciso. Siempre buscaba gente que no estuviera influenciada por otras experiencias matemáticas, y me captó antes que yo me hubiera visto sometida a influencias de cualquier tipo. Yo era pura y no estaba viciada. Casi nunca pudo trabajar con alguien así. Soy una hija de Moore. Siempre fui consciente de que él me manipulaba, y yo odiaba ser manipulada... te manipulaba para que te construyeras tu propio ego. Hacía que te sintieras confiada de que podías hacer lo que fuera. Y a día de hoy sigo teniendo esa total confianza... haberme equivocado cinco mil veces no parece haberme mermado esa seguridad... éramos una promoción fantástica. [En la promoción del 45 estudiaban también, además de Mary Ellen Rudin, ¡R H Bing, R.D. Anderson, Gail Young y Ed Moise!] Cada uno de nosotros podíamos comernos a los otros. Moore tenía la capacidad de hacernos sentir así. De algún modo, hacía que tu ego se reforzara, y también tu competitividad. En realidad, en nuestro grupo había otro, un sexto, con quien acabamos enseguida, un tío muy inteligente, y que acabó estudiando ciencias computacionales, pero no era lo bastante fuerte para competir con el resto de nosotros. Moore siempre empezaba con él y después dejaba que uno de nosotros le enseñara cómo resolver correctamente el problema. ¡Y vaya si le hizo daño! Resolver un problema cuando otra persona no puede hacerlo te sube el ego, pero destruye el ego del otro. Nunca me gustó esta característica de las clases de Moore. Y sin embargo yo participaba en el juego. Muy a menudo en el curso de grado, ¿sabe?, yo era la asesina. Me utilizaba de ese modo, y yo era consciente de que lo hacía... Moore opinaba que las dos alumnas que había tenido antes habían sido un fracaso, y no dudaba en ningún momento en explicármelo con todo detalle, así que me di cuenta de que no quería tener otra mujer fracasada... yo sólo sabía las matemáticas que me daba Moore. Cuando redacté mi tesis, yo no había leído ningún artículo matemático, ni uno solo en toda mi vida. Yo era pura e incorrupta. El lenguaje matemático que Moore utilizaba era el suyo propio y yo no sabía cómo se utilizaban los términos matemáticos.

NP. ¿Qué pensó usted más tarde de su formación matemática?

Rudin. Me sentí muy resentida, lo reconozco. Me sentía engañada, porque, a pesar de tener un doctorado, en realidad nunca había asistido a la escuela de posgrado. No había aprendido nada de lo que la gente suele aprender cuando va a la universidad... ni siquiera sabía lo que era una función analítica.

NP. ¿Qué sentía hacia Moore como persona en aquella época?

Rudin. Mis sentimientos hacia él eran cálidos y entusiastas, aunque también muy negativos. Era consciente de los dos aspectos. Era consciente de que Moore era un fanático intolerante, y lo era, pero también era consciente de que Moore, a veces fingía ser intolerante para ver cómo reaccionábamos, incluso tal vez para impedir que nos convirtiéramos nosotros en intolerantes y fanáticos. Nunca he estado demasiado segura de hasta qué punto eso podría ser cierto. Moise, por ejemplo, era judío. Moore siempre afirmaba que los judíos eran inferiores. Yo era una mujer y él siempre decía que sus alumnas eran inferiores. Moise y yo sentíamos mucho afecto por él y sabíamos que nos apoyaba de un modo fantástico y que no creía que fuéramos inferiores; de hecho, Moore creía que nosotros éramos super especiales. Por otra parte, él quería que nos sintiéramos muy seguros de nosotros mismos en lo que él entendía, sin duda, que era una posición, en cierto modo, en desventaja. Ahora bien, ¿es posible que fingiera ser un fanático intolerante para lograr una reacción? No tengo ni idea[349].

* * * *

Moise logró sobrevivir al método de Moore, incluso a las provocaciones de Moore con relación a los judíos. Se convirtió en catedrático de Harvard, ocupó el cargo de vicepresidente de la AMS, y también el de presidente de la MAA.

Aunque el método de Moore se suele considerar su método especial y propio de enseñar topología de nivel de posgrado, Moore también enseñó cálculo y trigonometría. Mary Ellen Rudin atestiguó que no vio ninguna diferencia entre sus clases de trigonometría y cálculo y las más avanzadas de posgrado. Rudin explica que los alumnos de Moore salían de sus cursos sin saber gran cosa de cálculo porque no tenían formación en los problemas tradicionales. Este curso, por lo tanto, no les era útil a los estudiantes de física o de ingeniería. En lo que respecta a los estudiantes menos capacitados,

[349] Albers, D.J. (1990). *More mathematical people*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich, p. 293.

> *temían y odiaban la clase por la sencilla razón de que para ellos era una experiencia dolorosa, porque tenían dificultades en presentar las cosas y porque sus conjeturas solían estar equivocadas, y Moore les utilizaba para dar ejemplo de lo mucho que uno podía llegar a equivocarse. No era necesariamente una experiencia agradable para ellos. De hecho, creo que ni siquiera para los mejores alumnos era una experiencia necesariamente agradable. No nos gustaba ver fracasar a los otros*[350].

Otro de los alumnos de Moore, John Green, obtuvo dos doctorados, el primero con Moore y el segundo en la Universidad de Texas A&M en estadística. Más tarde, se convertiría en el estadístico principal de los laboratorios DuPont. Green recuerda que, a principios de curso, Moore anunció que

> *quería que pensáramos en su asignatura todo el día, cada día, y que nos fuéramos a la cama pensando en ella, que nos despertáramos en mitad de la noche pensando en ella, que nos levantáramos a la mañana siguiente pensando en ella, que pensáramos en su asignatura mientras caminábamos hacia las aulas, y que pensáramos en ella mientras comíamos. Si no estábamos dispuestos a hacer esto, entonces no nos quería en su clase. También se hizo evidente enseguida que lo decía en serio*[351].

---
[350] Parker (2004), p. 271.
[351] Ibíd.

Green declara que Moore nunca explicaba en clase cómo demostrar un teorema o construir un contraejemplo. Si sus alumnos no lo hacían, no se hacía. Green descubrió que la seguridad en sí mismo adquirida en las clases de Moore resultaba muy valiosa en la industria química.

> *Uno de los beneficios de trabajar con el doctor Moore... fue que aprendimos cómo trabajar con el factor de intimidación. En realidad, el hombre en sí mismo era un personaje muy imponente, y dominaba todo su entorno. Infundía temor en muchos aspectos, y después de haber trabajado con él, nadie puede ya intimidarme.*

Las amargas disputas de Moore con sus colegas en Texas ocupan muchas páginas de la biografía de Parker. En 1944, él y el profesor ayudante Edwin Beckenbach llegaron incluso a las manos. Su colega matemático más destacado era Harry Shultz Vandiver, que había acometido con determinación e insistencia la resolución del último teorema de Fermat (que logró demostrar para todos los primos menores de 2000). Vandiver fue galardonado con el premio Cole de la American Mathematical Society por su investigación en teoría de números, e igual que Moore, fue nombrado miembro de la National Academy of Sciences. Prosiguió sus investigaciones, que dieron muchos frutos, hasta pasados los ochenta años, a diferencia de Moore, que hacía mucho tiempo que había abandonado la investigación para dedicarse a producir estudiantes que se convirtieran en investigadores. El origen de la enemistad entre Moore y Vandiver es confuso, pero *en algún momento a finales de la década de 1930, se alejaron el uno del otro, y poco después alcanzaron el punto en el que cortaron todo contacto. Los esfuerzos de ambos para evitar tener que conversar alguna vez el uno con el otro, y sobre todo para no encontrarse en la misma habitación si podían evitarlo, fueron la comidilla de la universidad*[352].

Incluso tuvo lugar un «incidente» en el que Moore amenazó al hijo de Vandiver, Frank, con una pistola. Moore tenía un revólver y participaba en las actividades de un club de armas.

§. Tiempos de cambios

La posibilidad de que Moore se viera obligado a admitir a un estudiante negro en su clase no surgió hasta finales de la década de 1950, porque hasta entonces los tejanos negros que querían educación universitaria sólo eran admitidos en colegios universitarios estatales tradicionalmente negros.

Como resultado de la sentencia del Tribunal Supremo de 1954 en el caso Brown contra el consejo de educación de Topeka, y de otra sentencia dirigida específicamente contra la Universidad de Texas en 1956, el rectorado de la universidad anunció en junio de 1956 que a partir de aquel momento dirigirían sus esfuerzos a conseguir la eliminación total de la segregación. Sin embargo, Robert Lee Moore nunca dejó de desafiar esta política del rectorado y el dictamen del Tribunal Supremo de Estados Unidos.

[352] Ibíd., p. 226.

A pesar de la intransigencia de Moore, los estudiantes afroamericanos fueron admitidos en la Universidad de Texas. Walker Hunt, A.N. Stewart y L.L. Clarkson serían los primeros afroamericanos en doctorarse en matemáticas por la Universidad de Texas. Hunt informa: «Yo también quería asistir a las famosas clases de Robert Lee Moore de fundamentos de topología y conjuntos de puntos, sin embargo, no podría ser. La razón: ¡Yo era negro! Sus palabras fueron: "puede usted asistir a mis clases si quiere, pero empezará con una C y a partir de ahí, sólo podrá bajar"»[353].

§. Pioneros afroamericanos en matemáticas

Varios de los matemáticos negros que se enfrentaron al racismo institucional y personal en los primeros años de su carrera interactuaron con Moore o con sus alumnos. La primera alumna afroamericana de la Universidad de Texas en doctorarse en matemáticas fue Vivienne M. Mayes, a la que también Robert Lee Moore le negó acceso a su asignatura. Más tarde, la doctora Mayes ocuparía una cátedra en la Universidad Taylor de Houston, Texas, donde, en 1971, el congreso de estudiantes la elegiría profesora del año (véase el capítulo 7).

Raymond Johnson, en la actualidad profesor en la Universidad de Maryland, se licenció en la Universidad de Texas y se doctoró en la de Rice, Houston (Texas); fue el primer afroamericano en hacerlo. Johnson escribe: «la imagen que me ha quedado de R.L. Moore es la

[353] Sitio web de Mathematicians of the African Diaspora.

de un matemático que asistió a una conferencia sobre topología que iba a pronunciar un alumno de R H Bing. El conferenciante era uno de aquellos que llamamos nietos matemáticos de Moore. Cuando Moore descubrió que se trataba de un estudiante negro, abandonó la sala y la conferencia»[354].

Figura 8.3. Vivienne Malone-Mayes. Cortesía del sitio web Mathematicians of the African Diaspora.

No obstante, ¡Moore tuvo al menos tres nietos matemáticos afroamericanos! Resulta interesante que uno de ellos, Beauregard Stubblefield, había sido alumno de Clarence Stephens en una institución tradicionalmente negra, Prairie View, donde se graduó en

[354] Ibíd.

matemáticas en 1940 y donde después obtuvo un título de máster en 1944[355].

Stephens escribe:

> *Descubrí a Stubblefield en la clase de álgebra durante mi primer semestre como profesor de universidad. Al principio del curso, me di cuenta de que Stubblefield ya sabía las matemáticas que yo iba a enseñar durante el curso. Le dije que le pondría una A y que le encargaría un trabajo especial de matemáticas para que pudiera sacarle el máximo provecho a sus estudios, pese a lo cual, solicitó asistir a las clases de álgebra. En aquel momento, a los estudiantes se les daba problemas para que los trabajaran en la pizarra. Le dije que quería que me ayudara a repasar las soluciones de los estudiantes en la pizarra. Muchos de mis alumnos habían estudiado en el mismo instituto que Stubblefield. Yo quería demostrar que un alumno que había estudiado en el mismo instituto que muchos de ellos podía lograr buenos resultados en matemáticas*[356].

Esto ocurría cuando la Universidad de Texas todavía no aceptaba estudiantes negros, así que Stephens le recomendó a Stubblefield que fuera a hacer el doctorado a la Universidad de Michigan, donde enseñaban en aquella época tres de los alumnos blancos más famosos de Moore. Stubblefield, una vez matriculado en la Universidad de Michigan, asistió a las clases del método Moore que

---

[355] Parker (2004), p. 288

[356] Comunicación personal.

impartían Ray Wilder y Gail Young, y mantuvo muchas conversaciones matemáticas con Ed Moise. Su director de tesis fue Gail Young. Estaba claro que, pese a que muchos de los alumnos de Moore, al menos durante un tiempo, siguieron aplicando el estilo de investigación matemática y de enseñanza de su profesor, su racismo no se les había contagiado en absoluto. Stubblefield nunca conoció en persona a Moore, pero oyó una anécdota sobre él: «En una ocasión, un negro entró en el aula y se sentó en la clase durante un rato. R.L. Moore dijo "no voy a seguir enseñando esta asignatura hasta que una determinada persona salga de mi clase"»[357]. «Stubblefield afirmó sentirse muy cómodo con el método de Moore y lo aplicó en buena parte durante su carrera, principalmente en la Universidad Estatal Appalachian y, después de su jubilación, en su trabajo de investigación en teoría de números»[358].

Evidentemente, cuando Stubblefield o cualquier otro descendiente directo o secundario de Moore utilizaba el método Moore en sus propias clases, no era la virulenta versión original no adulterada. Cada profesor modificaba el método y lo adaptaba a las circunstancias, y su ferocidad, uno podría incluso decir brutalidad, se moderaba y se humanizaba. Sin duda, Stubblefield no les ocultó a sus alumnos todo el conocimiento matemático que no fuera el que creaban ellos mismos y bajo su control. Cuando hablamos del método Moore utilizado por cualquier otra persona que no sea

[357] Ibíd.
[358] Parker (2004), p. 288.

Moore, deberíamos entender que se trata de una adaptación del método Moore.

El profesor Stubblefield participa en las reuniones anuales en Austin en una organización denominada Education Advancement Foundation (EAF, fundación para el avance de la educación), un grupo que fundó una organización llamada Legacy of R.L. Moore Project (proyecto del legado de R.L. Moore), cuyo propósito consiste en «contribuir al avance de los estudios del matemático Robert Lee Moore (1882-1972), fomentando el estudio de métodos más eficaces de aprendizaje y de enseñanza en todos los niveles educativos y en todas las disciplinas»[359]. La doctora Nell Kroeger, la última doctoranda de Moore, informó a R.H. que «la EAF muestra un profundo interés en conseguir una mayor participación de las mujeres y de las minorías en las matemáticas avanzadas»[360].

Además de la completa biografía de Moore escrita por Parker, existe una gran cantidad de documentación sobre sus enseñanzas, facilitada por sus alumnos. En la Mathematical Association of America se conserva una película de Moore en acción, y en la web podemos encontrar también una entrada sobre él en un sitio llamado Mathematicians of the African Diaspora.

Moore tuvo otros dos «nietos» matemáticos negros a los que se negó a reconocer: Dudley Weldon Woodard (1881-1965) y William Shiffelin Claytor (1908-1967), los dos topólogos de conjuntos de puntos, y ambos alumnos de John Kline, aquel primer doctorando

[359] Comunicación personal.
[360] Ibíd.

de Moore. ¿Qué carga tuvieron que soportar esos hombres tras ser rechazados por su propio abuelo matemático que había renegado de ellos? En el año 1999, fueron objeto de un homenaje en la Universidad de Pensilvania con motivo de una exposición titulada «Matemáticos pioneros afroamericanos».

El mayor de estos nietos, Woodard, se licenció en el colegio universitario Wilberforce y obtuvo un máster en matemáticas en la Universidad de Chicago. Enseñó en el Instituto Tuskegee y en Wilberforce, y se incorporó al claustro de profesores de matemáticas de la Universidad Howard en 1920. Ya era profesor titular de la Universidad Howard, y además también el decano, cuando decidió, en 1927, ir más allá de su título de máster y realizar un doctorado en matemáticas. Con este propósito, se trasladó a la Universidad de Pensilvania en Filadelfia, que admitía estudiantes negros desde 1879, y se convirtió en alumno de Kline. Kline no sólo había sido alumno de Moore, sino que también seguía siendo amigo suyo y colega después del traslado de Moore a Texas. Tras terminar su doctorado en 1928, Woodard siguió enseñando en Howard, donde implantó un programa de máster en matemáticas. En 1929 tuvo la alegría de encontrar un estudiante prometedor y excepcional en Howard, William Shiffelin Claytor, a quien aconsejó realizar un doctorado con John Kline, el antiguo profesor de Woodard en la Universidad de Pensilvania.

Claytor fue un estudiante de posgrado brillante. Obtuvo el galardón más prestigioso que concedía la Universidad de Pensilvania en aquel momento, una beca Harrison en matemáticas. La defensa de su tesis significó un avance significativo en la teoría de «continuos de Peano», una ramificación de la topología de conjunto de puntos en la que Kline era un experto[361]. Aun así, el único puesto académico que pudo obtener Claytor en 1936 fue en una institución tradicionalmente negra, en el colegio universitario estatal de West Virginia. En 1937, y con la recomendación de Kline, Claytor obtuvo una beca Rosenwald y pasó un año trabajando con Wilder y un grupo de topólogos en Michigan. Cuarenta y tres años más tarde, en 1980, la National Association of Mathematicians inauguraba el ciclo de conferencias William W. S. Claytor. En aquella época, Raymond Wilder escribió una carta en la que hablaba de Claytor:

Hacia el final de su estancia en Michigan, empezamos a preguntarnos dónde podía [Claytor] conseguir «un trabajo». Nosotros los topólogos llegamos a la conclusión de que debía incorporarse al claustro de profesores de la Universidad de Michigan. Estoy convencido de que, hoy en día, el rectorado de esa universidad no dudaría sobre algo así, pero aquello fue hace treinta años... y todo fue en vano; el rectorado, sencillamente, tenía miedo (estoy seguro de que se trataba de eso, más que de prejuicios raciales). Finalmente escribí a Oswald Veblen, el director de la escuela de matemáticas del Institute for Advanced Study, quien respondió enseguida diciendo que le encontraría una plaza a Bill en el instituto. Ahora bien, cuando se lo dije a Bill, sacudió la cabeza y respondió, «nunca ha habido un negro en Princeton, y no

[361] Claytor aportó una condición necesaria y suficiente para que un continuo de Peano fuera homeomorfo a un subconjunto de la superficie de una esfera, mejorando así los resultados del famoso topólogo polaco Casimir Kuratowski.

quiero ser un conejillo de Indias». Siempre he sentido que ése fue el punto de inflexión en la vida de Bill, y un gran error por su parte. Yo sabía cómo se sentía y discutí con él, pero se mostró inflexible. Estoy convencido de que si hubiera aceptado, hubiera encontrado muchos amigos en el instituto, y también de que su futuro hubiera sido muy diferente.

Samuel Eilenberg escribió: «la tragedia de la situación me afectó bastante»[362]. Gail Young escribió: «los dos artículos que le valieron su reputación son brillantes, y que no pudiera conseguir trabajo en ningún departamento de investigación fue algo trágico»[363].

El sitio web Mathematicians of the African Diaspora informa que «Claytor presentó ponencias en los congresos de la AMS y nunca se le permitió alojarse en el hotel en el que se celebraba el congreso, sino que se le solía encontrar alojado en un hogar de personas "de coló"».

Según el sitio web de la Universidad de Pensilvania, www.upenn. edu, Claytor abandonó la investigación matemática y «... que su prometedor futuro no pudiera hacerse realidad fue una gran decepción para John R. Kline y su generación de matemáticos en la Universidad de Pensilvania». En el mundo de las matemáticas estadounidenses, no deja de ser irónico que lo que perdió Princeton lo supiera aprovechar Howard. Claytor se incorporó al profesorado de la Universidad Howard en 1947, un año después de la jubilación

[362] Ibíd.
[363] Ibíd.

de Woodard, y permaneció allí hasta su jubilación anticipada en 1965. Robert Lee Moore, por tanto, a través de su hijo matemático John Kline de Pensilvania, generó dos de los más destacados catedráticos de matemáticas de la universidad negra de Howard.

Los esfuerzos de Wilder por ayudar a Claytor fueron encomiables. Seguramente no supo valorar las dificultades a las que Claytor hubiera tenido que enfrentarse en 1937, la primera de ellas, encontrar un lugar donde vivir en Princeton.

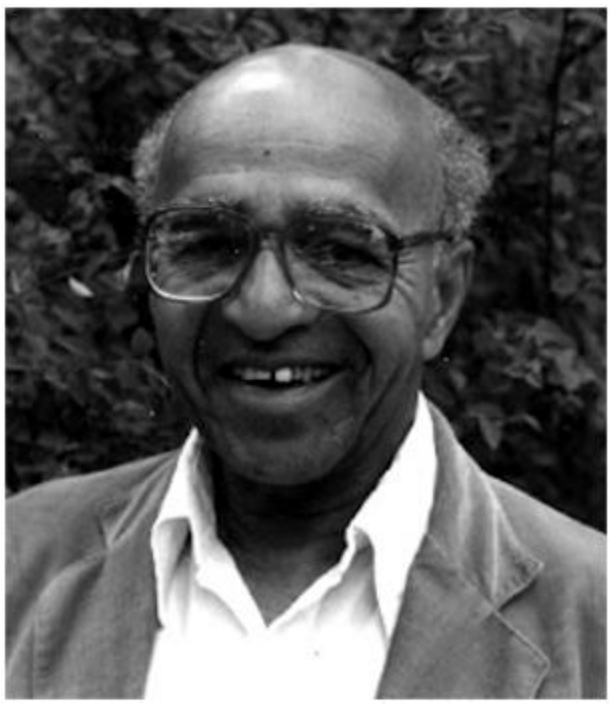

Figura 8.4. David Blackwell, estadístico y probabilista de Berkeley. Cortesía de los archivos del Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Aunque la ciudad de Princeton está en «el norte», su universidad, en aquella época, era el lugar preferido de los ricos sureños para enviar a sus hijos a estudiar. En 1937, tampoco los judíos y los italianos eran bien recibidos en los mejores sectores de la ciudad. En Princeton vivía gente negra, empleados domésticos al servicio de los blancos de clase alta que, por supuesto, vivían en «su propia» parte de la ciudad. ¿Dónde hubiera encajado un catedrático negro en la Princeton de 1937?

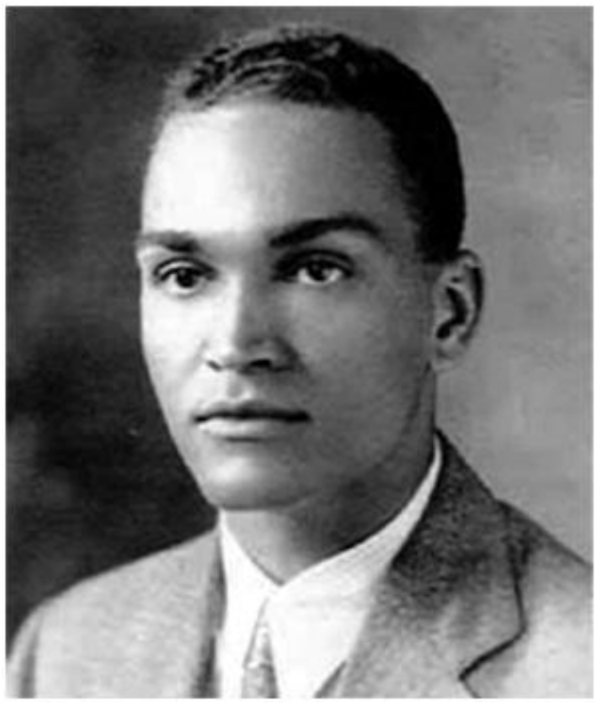

Figura 8.5. William Shieffelin Claytor. Cortesía del sitio web Mathematicians of the African Diaspora

La guerra contra el nazismo llevaría finalmente a Estados Unidos a renunciar oficialmente al racismo. Fue durante aquella guerra cuando el famoso matemático probabilista Joseph Doob llegó desde Urbana, Illinois, para visitar el Institute of Advanced Studies en Princeton.

Figura 8.6. *Clarence y Harriette Stephens. Cortesía del sitio web Mathematicians of the African Diaspora.*

Le acompañaba su brillante alumno de doctorado David Blackwell. La Universidad de Princeton tenía la costumbre de poner sus bibliotecas y seminarios a disposición de los miembros del Institute of Advanced Studies, pero en el caso de Blackwell le negaron el acceso. «No», escribiría Blackwell más tarde,

> *creo que la costumbre era que los miembros del instituto fueran nombrados miembros honorarios del profesorado de Princeton. Cuando se estudiaba mi admisión en el instituto, la Universidad de Princeton objetó a nombrar profesor honorario a un hombre negro. Tal como yo entiendo lo ocurrido, el director del Institute of Advanced Studies insistió y amenazó con algo que ignoro, y Princeton retiró sus objeciones. Al parecer, este hecho provocó un*

gran alboroto, pero yo no me enteré de nada, ni oí ni una sola palabra[364].

Blackwell dirigiría el departamento de matemáticas de Howard durante muchos años. Más tarde, se incorporaría al departamento de estadística de Berkeley, del que sería más tarde el director, y fue elegido académico de la National Academy of Sciences.

§. Clarence Stephens y el modelo de Potsdam

Ya mencionamos antes a Clarence Stephens, cuando explicábamos la historia de la vida de Beauregard Stubblefield. Stephens enseñó en Prairie View, Texas, antes de trasladarse a la Universidad Morgan State de Baltimore. Publicó dos artículos sobre ecuaciones diferenciales no lineales y a partir de aquel momento se dedicó a la docencia. Su filosofía educativa era todo lo opuesto que uno pueda imaginar a la de Moore.

Stephens escribe:

Cuando les daba clases particulares a mis compañeros de instituto, aprendí que muchos estudiantes pueden aprender matemáticas si el entorno educativo es favorable. Al principio de mi carrera como profesor universitario, llegué a la conclusión de que cualquier estudiante universitario que quisiera aprender matemáticas de nivel universitario podía hacerlo si el entorno de aprendizaje era favorable. De modo que, cuando me dieron la oportunidad de ocupar un puesto de responsabilidad como director

[364] Albers y Alexanderson (1985), p. 23.

del departamento de matemáticas, decidí demostrar mi conjetura. La dificultad principal con la que me encontré para hacerlo era que ni los estudiantes, ni el profesorado ni la administración creían que mi conjetura fuera cierta. No obstante, en mis esfuerzos por demostrarla recibí el apoyo de todos los grupos. Los estudiantes a los que estaba intentando ayudar fueron quienes me dieron el mayor apoyo. Los resultados que obtuvimos en el colegio universitario de Morgan State y en la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY) en Potsdam demostraron, al menos me lo demostraron a mí, que mi conjetura era cierta[365].

En Morgan State, Stephens descubrió que a casi todos los estudiantes se les exigía matricularse y asistir a una clase de matemáticas básicas de seis créditos en la que se revisaban las matemáticas de la enseñanza elemental y secundaria, una política que se fundamentaba en los resultados obtenidos en los exámenes de las pruebas de acceso. En consecuencia, muy pocos estudiantes, ni siquiera los que se especializaban en matemáticas, podían recibir clases de matemáticas de nivel universitario hasta el segundo curso de la carrera. Stephens, por el contrario, creía que uno de los mejores modos de preparar a los estudiantes para estudios de posgrado en matemáticas consistía en hacerles asistir a clases de cálculo lo antes posible. Stephens estaba convencido de que un estudiante anteriormente calificado de «poco preparado» podía obtener buenos resultados en este tipo de asignatura si la atmósfera

[365] Megginson (2003), p. 179.

en el departamento y en las aulas era positiva y educativa, y si los alumnos tenían modelos que les demostraran que ellos también podían aprobar. Stephens instauró un programa de grado de especialización en matemáticas en el que los estudiantes tenían acceso a matemáticas de nivel de posgrado. El programa atrajo a la especialización de matemáticas a un gran porcentaje de los mejores estudiantes de Morgan State. Antes de la llegada de Stephens, en Morgan State ningún estudiante se había doctorado en matemáticas en los noventa años de historia de la institución, pero al menos nueve estudiantes que asistieron a su programa de matemáticas en los años en los que Stephens enseñó allí lograron terminar el doctorado. Uno de ellos, Vassily Cateforis, nacido en Grecia, se doctoró en álgebra en la Universidad de Wisconsin y sucedería más tarde a Stephens en el cargo de director del departamento en Potsdam.

Stephens se retiró de Morgan State y después, entre 1962 y 1969, enseñó en la Universidad Estatal de Nueva York en Geneseo. Más tarde, asumió la dirección del departamento de matemáticas en la Universidad Estatal de Nueva York en Potsdam, una pequeña ciudad en el extremo norte del estado de Nueva York.

En marzo de 1987, el *American Mathematical Monthly* publicaba un artículo titulado «A Modern Fairy Tale», en el que describía un programa de matemáticas de primer ciclo que había obtenido un éxito extraordinario en una universidad poco conocida, el colegio universitario Potsdam de la Universidad Estatal de Nueva York. El autor, John Poland, que trabajaba en el departamento de matemáticas y estadística de la Universidad Carleton en Ottawa, Canadá, escribía:

> *Oculto en un rincón de la América del Norte rural, un programa de formación matemática de primer ciclo está obteniendo un éxito fenomenal. Imagine el lector una institución de enseñanza de grado de alrededor de cinco mil estudiantes y financiada con fondos públicos, que tiene dos departamentos independientes de matemáticas y de ciencias computacionales. Si el número total de estudiantes de grado ha permanecido relativamente invariable a lo largo de los últimos quince años, la cantidad de estudiantes que se especializan en matemáticas se ha duplicado una y otra vez hasta alcanzar, en la actualidad, la cifra de cuatrocientos alumnos en el tercer y cuarto cursos. No es un programa de estudios especial, sino que se trata de un departamento de matemáticas puras corriente y tradicional.*
>
> *Más de la mitad de los estudiantes de primer curso eligen cálculo porque la reputación del departamento de matemáticas ha llegado hasta los institutos locales. Y de los menos de mil títulos de grado concedidos, casi el 20 por 100 son en matemáticas. Por si acaso el lector lo desconoce, el 1 por 100 de los títulos de grado que se conceden en América del Norte son títulos en matemáticas. Estos estudiantes se gradúan con una confianza en sí mismos y en su capacidad que convencen a las empresas que les han de dar trabajo, I.B.M., General Dynamics o los laboratorios Bell, entre otras.*

¿Están acaso rebajando el nivel? Los profesores de matemáticas de la universidad vecina [Clarkson Institute of Technology] dicen que «no», que no ven una diferencia significativa entre los resultados de los estudiantes de Potsdam y los de Clarkson.

Los estudiantes afirman que los profesores se preocupan realmente por ellos, que se preocupan de que cada uno de ellos pueda desarrollarse al máximo nivel posible. Se trata simplemente del poder transformador del amor, amor a través del aliento, de la atención y de fomentar un entorno que les dé apoyo. Cuando empiezan el último curso, muchos de ellos ya pueden leer y aprender por sí solos de los textos matemáticos y de los artículos... En Potsdam se gradúan en matemáticas más mujeres que hombres, y los profesores corrigen la falta de confianza que muchas mujeres sienten con relación a las matemáticas. En los últimos diez años, casi cada año, el estudiante que se ha graduado con la nota más alta en esta institución, y con la nota más alta de todas las carreras, ha sido una mujer que se licencia en matemáticas[366].

Es algo excepcional en cualquier publicación matemática utilizar de este modo palabras como «amor» y «atención». Un contraste muy bien recibido con el debate más extendido sobre «evitar las matemáticas» y «fobia matemática». Poland continúa:

¿Qué debe hacer un departamento de matemáticas para obtener resultados así? A los profesores les debe gustar mucho enseñar,

[366] Poland, J. (1987). «A modern fairy tale?», *American Mathematical Monthly*, 94 (3), p. 293.

con todo lo que eso significa en cuanto a comunicación, atención hacia los estudiantes y su desarrollo. Deberían enseñar a un ritmo que les permita a los estudiantes tener tiempo para enfrentarse a las dificultades y resolver los problemas, en lugar de concentrarse principalmente en seguir el plan docente... Los profesores deberían ser conscientes de que los estudiantes necesitan tiempo para construir esa capacidad, seguridad y confianza en sí mismos que les permita abordar las matemáticas más avanzadas. El profesorado debería alentar a los estudiantes y recompensar su éxito, y llevar a todos ellos, o a casi todos, hasta el máximo nivel de logros (y de notas) en lugar de utilizar las notas para filtrar a los estudiantes más brillantes y más rápidos y dirigirles a estudios matemáticos superiores. La receta del éxito en Potsdam es muy sencilla: inculcarle confianza en sí mismo al alumno y que tenga la sensación de haber logrado algo gracias a un entorno abierto y atento[367].

Esta atmósfera y actitud de Potsdam son, en gran medida, obra de Clarence Stephens.

La historia de Potsdam se remonta a la época de la academia St. Lawrence, fundada en 1816. Hasta el año 1962, su objetivo era el de formar maestros, y tenía unos siete profesores de matemáticas que enseñaban sobre todo matemáticas elementales; la asignatura más avanzada era la de introducción al cálculo infinitesimal. En 1969, Clarence Stephens visitó su colegio universitario donde

[367] Ibíd.

pronunció una conferencia sobre matemáticas y la enseñanza de las matemáticas que dejó muy impresionados a los profesores de matemáticas de la institución. Tan convencidos quedaron de su visión, que propugnaba la creación de un entorno humanístico para la enseñanza de las matemáticas universitarias de grado, que le propusieron al rectorado hacerle a Stephens la mejor oferta posible porque «vale más de lo que podemos pagarle»[368].

Stephens le explicó a Dilip Datta que visitó el colegio universitario y escribió un libro sobre el modelo de Potsdam.

Mi objetivo principal como director fue el de crear las condiciones más favorables posibles para que los estudiantes estudiaran y los profesores enseñaran... creamos un equipo de profesores de matemáticas del que yo formaba parte para enseñarles a los estudiantes (a los de primer y segundo curso de grado, y a los del primer curso de posgrado) al principio de sus estudios de matemáticas «cómo leer obras de matemáticas, comprenderlas y aprender de ellas de forma independiente». Para formar parte de este equipo se elegía a una persona que, en mi opinión, tuviera una relación cordial con los estudiantes de primer curso, y que fuera muy leal al departamento y a la universidad... Yo confiaba en que cualquier profesor de matemáticas que fuera afectuoso podría enseñar eficazmente a los estudiantes. Por otra parte, los alumnos de nuestro equipo nos ayudaban a enseñar a otros estudiantes

[368] Datta, D.K. (1993). «Math education at its best: *The Potsdam model*». Framingham, Mass.: Center for Teaching/Learning of Mathematics, p. 5.

dándoles clases... el método indicado para desarrollar el potencial matemático de los estudiantes funcionó en SUNY Potsdam con la misma eficacia que en el colegio universitario de Morgan State[369].

El lema del departamento de matemáticas de Potsdam es «los estudiantes son lo primero». Dilip Datta escribe que Stephens

insistía en que cada despacho de profesores estuviera equipado con sillas y sofás cómodos para los estudiantes... constantemente les recordaba a los profesores que sus alumnos también tienen otras clases y que necesitan descansar los fines de semana... lo primero que le preguntaba a un profesor era algo así como: «¿sus alumnos están disfrutando con las matemáticas?»[370].

Algunas de las cosas que Stephens solía decir son:

Ten fe en tus alumnos, todo el mundo puede hacer matemáticas.

Conoce bien a tus alumnos, sus nombres, lo que saben, sus esperanzas y sus temores.

Un gran nivel no significa tener expectativas no realistas que hacen que los estudiantes crean que han fracasado.

Corre despacio[371].

Datta continúa:

«el componente más importante del entorno humano de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es el equipo de

[369] Ibíd., pp. 65-66.
[370] Ibíd., p. 9.
[371] Ibíd

> *profesores. Sin su esfuerzo y dedicación, nada de esto hubiera sido posible»*[372].

Stephens ha recibido doctorados *honoris causa* de la Universidad Lincoln en Pensilvania y de la Universidad Johnson C. Smith, su *alma mater*; es doctor *honoris causa* en letras por la Universidad Estatal de Chicago y por la Universidad de Nueva York (SUNY), y los gobernadores del estado de Maryland y del estado de Nueva York le han ofrecido sendos homenajes. Stephens está también incluido en el National Museum of American History de la Smithsonian Institution. La sección Seaway de la Mathematical Association of America le dio el nombre de Clarence Stephens al premio que otorga a los profesores más destacados, lo que significa que su nombre se anuncia cada año en la ceremonia de concesión de este premio.

En el año 2003, la Mathematical Association of America le concedió el galardón «Gung-Hu» (oficialmente conocido como premio Gung y Hu) por los extraordinarios servicios prestados a las matemáticas. En la justificación de la concesión, se cita la descripción que hace Stephens de su método de enseñanza, y comenta: «aunque SUNY Potsdam es un colegio universitario regional relativamente pequeño, con un número total de estudiantes que apenas superaba los cuatro mil mientras Stephens enseñó allí, en 1985 en ese colegio se graduaron 184 estudiantes especializados en matemáticas, el tercer mayor número de cualquier institución en Estados Unidos aquel año (superado solamente por dos instituciones de la Universidad de

---

[372] Ibíd., Pág.23

California), lo que representaba más o menos la cuarta parte de los diplomas concedidos por SUNY Potsdam, y más del 40 por 100 de los estudiantes con matrícula de honor se habían especializado en matemáticas».

Más importante que los galardones concedidos a un profesor es la influencia que ejercen sus métodos de enseñanza. Robert Lee Moore ejerció sin duda una considerable influencia en Estados Unidos. A partir del año 1950, cinco de los alumnos de doctorado de Moore, y un sexto que había estudiado con él, llegaron a la presidencia de la MAA. El hecho de que durante décadas la MAA estuviera liderada por un alumno de R.L. Moore debió de afectar de un modo muy significativo a la educación universitaria. La influencia de Moore alcanzó incluso a la educación secundaria y elemental, a través de su alumno Ed Moise y también a través de Ed Begle, alumno de Ray Wilder y, por lo tanto, un alumno de Moore de segunda generación. Moise y Begle fueron destacados dirigentes del School Mathematics Study Group (SMSG), que durante un tiempo logró introducir los conjuntos y los axiomas en los programas de enseñanza matemática de la escuela elemental. En el nivel universitario, el método Moore, o más bien el método Moore modificado, sobrevive como método de enseñanza. No es habitual y no se ajusta a los patrones, pero sigue siendo respetado como un método de eficacia demostrada de educar a los futuros matemáticos investigadores.

Yo (R.H.) visité Potsdam en el año 2002 y encontré que, bajo la dirección de Cateforis, el espíritu y la actitud de Stephens seguían prevaleciendo. Stephens se había jubilado en 1987, el año de la publicación del artículo de John Poland, «A Modern Fairy Tale», en el *American Mathematical Monthly*. El trabajo de Stephens no terminó con su jubilación. En respuesta a una pregunta que se le planteó, escribió:

> *Recibí invitaciones para visitar universidades de Canadá y de todo Estados Unidos a fin de debatir sobre el programa de matemáticas de Potsdam. Visité universidades del este, del medio oeste, del oeste y del sur. Visité casi todas las universidades del estado de California, recibí invitaciones de unas pocas que no tuve tiempo de visitar, y repetí algunas visitas. Tras cuatro años de aceptar invitaciones, dejé de hacerlo. En California y en Georgia me ofrecieron puestos de profesor para ayudarles a instaurar programas similares. A partir de mis experiencias en Morgan y Potsdam sabía lo difícil que era crear entornos académicos favorables en los que cualquier estudiante universitario que deseara hacerlo pudiera aprender matemáticas, y que disfrutara haciéndolo. Instaurar un programa que tuviera éxito dependía del pensamiento creativo, del lugar y del momento. Por lo tanto, no acepté ninguno de los puestos académicos que me ofrecieron*[373].

¿Y qué ocurrió con el método de Stephens, el modelo Potsdam? Cuando visité Potsdam, les pregunté a los profesores si otros departamentos de matemáticas aplicaban su método. Respondieron: «la gente viene aquí y observa, y entonces dicen: "es fantástico, pero nunca podríamos hacerlo en nuestro campus"».

[373] Comunicación personal (2006).

No obstante, cuando le pregunté a Clarence Stephens si su modelo había sido adoptado en algún otro lugar, nombró varias escuelas prestigiosas. Cal Tech, ¡California Institute of Technology! El instituto tecnológico de California. ¡Y Princeton! ¡Y Dartmouth! Y otras dos escuelas privadas de élite de algo menor fama: el colegio universitario Spelman en Atlanta (una institución femenina tradicionalmente negra) y el colegio universitario Harvey Mudd en Claremont, California (una escuela de ingeniería muy prestigiosa, y uno de los famosos colegios universitarios de Claremont). Ahora bien, no ha sido adoptado por ninguna universidad o colegio universitario estatales, donde cursan estudios la inmensa mayoría de los estudiantes de grado estadounidenses.

Aunque es decepcionante, también es comprensible. En Potsdam, Stephens tuvo que insistir muchos años para conseguir convencer a todo el profesorado de su punto de vista: «bajo las condiciones favorables, cualquier estudiante interesado en aprender matemática, puede lograrlo».

¿Y cuáles son estas condiciones favorables?

Los estudiantes son lo primero.

Dale a tu alumno todo el tiempo que necesite para asimilar el material.

Ten la completa confianza de que cada uno de los estudiantes puede conseguirlo.

En Potsdam, el profesorado no está bajo la constante e intensa presión de publicar el mayor número de artículos posible. Y las matemáticas están ahí para cualquier estudiante que esté interesado en aprenderlas, y no sólo para los futuros científicos o ingenieros. Muchos de los graduados especializados en matemáticas de Potsdam se convierten en profesores de matemáticas, pero otros van a trabajar en empresas comerciales u otras carreras no académicas. Aun así, muchos de ellos descubren que su formación matemática les resulta útil en la vida.

Sin embargo, el punto de vista dominante en la educación universitaria de Estados Unidos es diferente. «Te especializas en la disciplina que al final te conseguirá un buen trabajo». Si estudias cálculo pero no estás especializado en matemáticas o en ciencias, es porque quieres ir a una escuela de negocios (o a la facultad de medicina o a la escuela de arquitectura).

Sería un proyecto de una gran envergadura convertir a cualquier universidad estatal corriente de Estados Unidos a la filosofía de Stephens. ¿Deben los profesores ser recompensados por poner ante todo a los estudiantes? Y cualquier estudiante que se interese en las matemáticas ¿aprobará? Y, ¿se sienten queridos todos los estudiantes de matemáticas?

Ofrecemos sin embargo una reflexión que tal vez podría instar a los profesores y a los administradores a prestarle atención al modelo Potsdam. Muchas universidades estadounidenses están intentando, no sin dificultades, aumentar el número de aprobados en matemáticas entre los estudiantes procedentes de las minorías. (En el capítulo 9 informamos de los excelentes resultados obtenidos por Uri Treisman en Berkeley y en Austin). En cualquier escuela en la que se aplique el modelo Potsdam, uno puede confiar en que se verán grandes mejoras en el índice de aprobados de todos los estudiantes, tanto de las minorías como de las mayorías.

§. Conclusiones

La historia de Clarence Stephens y la de Robert Lee Moore encarnan dos tendencias diferentes y opuestas en el sistema educativo estadounidense: el igualitario frente al elitista; el cooperativo frente al competitivo; la herencia de la declaración de independencia frente a la herencia de los Estados Confederados de América. La historia de ambos matemáticos descubre que, si la vida matemática puede en ocasiones parecer una torre de marfil en la que nos refugiamos para huir de los conflictos sociales, también puede en ocasiones ser un torbellino donde se enfrentan las corrientes sociales. Que Moore impidiera a los estudiantes afroamericanos asistir a sus clases formaba parte de una antigua herencia de racismo, especialmente en los «estados de esclavos» que intentaron segregarse de la Unión.

Stephens, por otra parte, creció en comunidades afroamericanas que se enorgullecían de las instituciones tradicionalmente negras. El apoyo mutuo formaba parte del sistema de creencias y valores de la subcultura de Stephens. En su opinión, la enseñanza era algo más que la simple transmisión de conocimiento especializado, significaba la total aceptación de cada individuo y de sus esfuerzos por crear una vida mejor.

La subcultura segregacionista sureña a la que Moore rendía vasallaje se considera ahora derrotada y goza de mala fama, algo que la elección de un presidente de Estados Unidos afroamericano ha demostrado. Sin embargo, la integración total de los grupos antes excluidos todavía no es un hecho consumado, y exige algo más que una simple igualdad legal, exige métodos educativos que tengan la capacidad de transformar.

Capítulo 9

Matemáticas en la escuela: amor y odio

¿Por qué a tantos niños en edad escolar y a tantos adultos les intimidan las matemáticas y se creen incapaces de aprenderlas? ¿Cómo se enfrentan a este problema los educadores?

Contenido:

La vida matemática significa sumergirse en un mundo de formas y relaciones variadas e interminables. El matemático, él o ella, se hace preguntas, y siente la tentación de consagrar toda su energía y entusiasmo a aprender y comprender. También las personas que hacen rompecabezas, que juegan al ajedrez o que se entretienen intentando resolver problemas y juegos de ingenio por placer disfrutan con el pensamiento matemático. El compromiso con las matemáticas y cómo gozar de ellas es el tema principal de este libro.

Sin embargo, también hay otra cosa llamada matemáticas. Es eso de lo que habla la gente cuando dice:

¡Odio las mates! ¡No pude estudiarlas, y no puedo enseñarlas!

¡Soy muy malo en mates, siempre ha sido la asignatura que menos me gusta!

Cuando iba al colegio odiaba las mates... y eso no ha cambiado desde entonces.

Estos comentarios sobre las matemáticas en la escuela los hicieron unos estudiantes de magisterio que asistían a un seminario sobre la enseñanza de las matemáticas. «Los estudiantes estaban divididos casi por igual entre aquellos a quienes les gustaban y aquellos a quienes no les gustaban las matemáticas, y en casi todos los casos existía una correlación entre la actitud y las notas»[374] ¿Qué clase de sentimiento por las matemáticas pueden transmitirles estos profesores a sus pequeños alumnos?

Se ha escrito y publicado mucho sobre las actitudes negativas hacia las matemáticas. La obra más conocida es la de Sheila Tobias, que trata de la «fobia a las matemáticas»[375]. La cuestión de la fobia a las matemáticas tal como la experimentan los estudiantes ha sido muy estudiada y abordaremos por tanto otras cuestiones relacionadas. Una de ellas es el conflicto entre la necesidad que tiene la sociedad de ingenieros, matemáticos y científicos y las dificultades de muchos estudiantes que no desean seguir estas carreras. ¿Cómo conciliar estos dos aspectos? ¿Es necesario que todos seamos matemáticos expertos para poder así reaccionar de forma adecuada a las exigencias de la era de la información?

[374] Cornell, C. (1999). «I hate math! I couldn't learn it, and I can't teach it!», *Childhood Education* 75 (4), p. 1.

[375] Tobias, Sheila (1993). *Overcoming math anxiety*. Nueva York: W.W. Norton.

Otra cuestión relacionada es: ¿cuántas matemáticas es realmente necesario saber para estudiar, por ejemplo, medicina? En la actualidad, en Estados Unidos, estudiar matemáticas no es una opción a elegir por un estudiante en función de cuáles sean sus intereses. Estudiar matemáticas es obligatorio. Se considera que dominar el álgebra y algunos tipos de cálculo es esencial para muchas profesiones. Se utilizan las matemáticas como filtro para hacer una criba de candidatos que desean ingresar en la universidad o en las escuelas profesionales. ¿Hasta qué punto es realista esta exigencia? La admisión a la facultad de medicina ¿debería depender de la nota de cálculo? Ésta es otra cuestión que analizamos en este capítulo.

§. Alumnos reacios

Es una observación frecuente que una gran parte de los estudiantes están muy distanciados de las matemáticas, las evitan y las rechazan, y es un problema que no está desapareciendo. Los titulares de los periódicos deploran la lamentable posición de Estados Unidos en las comparaciones internacionales sobre conocimientos y resultados en matemáticas, y atribuyen la culpa a las escuelas, a la televisión y a la falta de disponibilidad de los padres cuando sus hijos necesitan ayuda con los deberes. Tras la aprobación y promulgación de la ley federal No Child Left Behind (ningún niño atrás), la presión se ha intensificado y se penaliza a las escuelas que no alcanzan los límites exigidos en los resultados de los exámenes. Los niños que se retrasan y que no llegan al nivel mínimo exigido son estigmatizados. Estos castigos no hacen sino aumentar la fobia a las matemáticas. Tanto las encuestas como los estudios más sistemáticos han llegado a la conclusión de que matemáticas es la asignatura escolar que provoca las reacciones más intensas, tanto negativas como positivas. El siguiente artículo llevaba el siguiente titular: « ¿Odias las mates? No eres el único».

Los ciudadanos de este país mantienen una relación de amor y odio con las matemáticas, la asignatura favorita de algunos pero un mal recuerdo para muchos otros, en especial mujeres. En una encuesta de AP-AOL News realizada a principio de curso, cuatro de cada diez adultos entrevistados afirmaban haber odiado las matemáticas en la escuela, un desprecio muy extendido que complica los esfuerzos actuales para ponerse al nivel de los estudiantes asiáticos o europeos. Las personas que afirmaron odiar las matemáticas doblaban el número de personas que afirmaban odiar cualquier otra asignatura. Aunque a algunas personas, como Stewart Fletcher, un constructor de Suwannee, Georgia, se les dan bastante bien las matemáticas, nunca les gustaron. «Eran frías y calculadoras», dice, «no existía el gris, todo era blanco o negro». Aun así, muchas personas, alrededor de la cuarta parte de los informantes, afirmaron que las matemáticas habían sido su asignatura favorita en el colegio[376].

[376] Lester, W. (2005). «Hate mathematics? You are not alone»,*Associated Press*, 16 de agosto del 2005.

Obsérvese que mientras el 40 por 100 odia las matemáticas, el 20 por 100 las prefiere a cualquier otra asignatura. Una gran cantidad de gente odia las matemáticas, pero a muchas otras personas les encanta tener la oportunidad de desafiar a su cerebro con problemas matemáticos. Hay muchas personas a quienes les gusta hacer algo donde sólo una respuesta es la correcta y todas las otras respuestas son erróneas.

En su *Apología*, Hardy escribía:

> *Lo cierto es que pocos temas son tan «populares» como las matemáticas... es bastante probable que la gente realmente interesada por las matemáticas sea más numerosa que la que siente afición por la música... Hay ingentes masas de jugadores de ajedrez en todo país civilizado... Los problemas de ajedrez vienen a ser para las matemáticas lo que las tonadas de himnos son a una sinfonía. Podemos encontrar la misma lección, a un nivel más bajo pero afectando a una capa de público mucho más amplia, en el bridge o, si descendemos aún más, en las secciones de pasatiempos de los periódicos... su inmensa popularidad no es más que un tributo al poder de seducción que tienen las matemáticas elementales... el público busca un pequeño «estímulo» intelectual, y ninguno mejor que el estímulo de las matemáticas*[377].

Un pasatiempo que estuvo muy de moda hace unos doce años sigue gozando de gran popularidad en la actualidad. El Juego del Quince consiste en manipular las fichas numeradas en el interior de un

[377] Hardy, *Autojustificación de un matemático*, pp. 87-89.

marco cuadrado. En la primavera de 1880, el *New York Times* escribía:

> *Ninguna epidemia se ha extendido, en este o en cualquier otro país, con la celeridad que lo ha hecho lo que se conoce con el nombre de «el juego del quince». El juego se ha extendido por todo el país, nada lo detiene, y ahora amenaza a nuestras instituciones libres, tanto, que de cada ciudad y de cada aldea se alza un grito que llama a «un héroe que nos libere de este terrible juego de ingenio al coste que sea, de la Constitución o de la libertad»*[378].

En la actualidad, Sudoku, un juego de ingenio que consiste en ordenar números en un cuadrado, es el pasatiempo favorito de millones de personas. En 1997, un juez retirado de Hong Kong, Wayne Gould, vio un pasatiempo a medio completar en una librería japonesa y dedicó los seis años siguientes a desarrollar un programa informático que produjera este juego en poco tiempo. Se lo presentó al *Times* en el Reino Unido, que lo lanzó en el año 2004. En abril y mayo del 2005, el pasatiempo ya se publicaba en varios otros periódicos nacionales británicos, y el primer programa de televisión en vivo en el mundo dedicado al Sudoku, Sudoku Live, fue emitido el 1 de junio del año 2005. Nueve equipos de nueve jugadores, con un personaje famoso en cada equipo y representando regiones geográficas diferentes, competían para resolver un problema. La adicción a los juegos de ingenio y a los pasatiempos

[378] Slocum, J., y Sonneveld, D. (2006). «The 15 puzzle». Beverly Hills, Calif.: Slocum Puzzle Foundation, p. 9.

matemáticos de una parte de la población coexiste con el rechazo de cualquier cosa matemática de la otra. Es muy posible que entre aquellos que dicen que no les gustan las matemáticas, o incluso afirman odiarlas, haya muchos que disfruten con los problemas matemáticos en forma de juegos o pasatiempos.

Cuando oímos a alguien decir que no le gustan las mates o que evita las mates, preguntamos, « ¿cuándo empezó?», y la respuesta suele ser «en cuarto», o «en sexto» o «en octavo». Hace poco, en una cena, nuestra amiga Claire respondió «en sexto». Y después aclaró: «el profesor sólo sacaba chicos a la pizarra, no creía que las chicas realmente estuviéramos capacitadas para las matemáticas. Y además, mis amigas me tomaban el pelo por ser "demasiado lista"».

Le pregunté: « ¿así que tu profesor creía que eras demasiado tonta, y tus amigos creían que eras demasiado inteligente?».

«Sí, eso es lo que pasó».

En algunos de aquellos a quienes no les gustan las matemáticas, la aversión empieza con los quebrados (de hecho, la mayor parte de los adultos en Estados Unidos tienen serios problemas para sumar 1/3 + 1/4), en muchos otros, con el álgebra, trabajar con x e y, y en el caso de otros que creían que se les daban bien las matemáticas, la aritmética y el álgebra, es en la clase de cálculo infinitesimal, ya en la universidad, lo que les convence de que «las matemáticas no son lo suyo», e incluso de que «las matemáticas se les dan muy mal». Las personas no nacen con una aversión por las matemáticas, sino que aprenden a cogerles manía en el colegio.

El primer encuentro con el álgebra al inicio de los estudios de secundaria, entre los doce y los catorce años, parece ser un momento crítico para muchos estudiantes. Por desgracia, este nivel educativo ha sido mucho menos estudiado por los investigadores de la educación, que han dedicado más atención a la primera infancia y a los primeros años de la primaria. Tal como señaló Kristin Umland[379], es en este período escolar cuando debe llevarse a cabo la transición desde la etapa «pre matemática» a la etapa «totalmente matemática». En términos generales, pasar de lo concreto a lo abstracto, o, en palabras de Bertrand Russell, de pensar sobre una cosa en particular a pensar sobre un miembro sin especificar de toda una clase de cosas. Este salto es fácil para algunos, pero a otros les resulta más difícil. Los que nos dedicamos a la enseñanza necesitamos comprender mejor cómo ayudar a los niños a superar esta dificultad.

En la actualidad, se pone el énfasis en las notas de los exámenes, y se castiga a los alumnos o a las escuelas que no alcanzan el nivel prescrito de dominio demostrado. Para poder hacer frente a la competencia internacional e igualar su nivel, hemos incrementado el número de clases obligatorias de álgebra y trigonometría en la secundaria.

Este enfoque está siendo cuestionado. En el *Washington Post*, el periodista Richard Cohen criticaba la nueva norma que exige un año de álgebra y trigonometría para poder graduarse y sostenía que contribuye a un mayor índice de abandonos. Cohen recordaba su

---

[379] Comunicación personal (2006).

propio terror: «Algunos de nosotros conocemos el dolor, las palpitaciones de terror, ese sudor frío que nos invade cuando el profesor te dirige la mirada y te llama para salir a la pizarra. Es como si te llamaran para tu propia ejecución»[380].

En un artículo anterior, Colman McCarthy, el fundador del Center for Teaching Peace, hizo una observación similar:

> *A demasiados de nosotros nos obligaron a ir a clases de álgebra cuando hubiéramos podido dedicar nuestro tiempo y energía a asignaturas que fueran realmente beneficiosas a nivel individual y nacional. El álgebra no es esencial para casi nada. Una vez que dominamos el arte de sumar, restar, multiplicar y dividir, en general cuando llegamos al octavo curso, ¿por qué insistir en más? El álgebra... es un lenguaje, un medio de comunicación simbólica que a poca gente le parece fascinante y práctico, a la mayor parte no se lo parece. ¿Acaso millones de estudiantes de instituto acudirían a sus clases de álgebra y las soportarían si no fuera una puerta que se ven obligados a cruzar para acceder a la universidad*[381]*?*

Y añadía: «El mundo clama por tener pacificadores. No les estamos enseñando a los chavales cómo ser ese algo esencial. Tenemos conflictos toda nuestra vida»[382]. En respuesta, algunas personas pueden argumentar que las matemáticas vinculadas a la vida diaria también abordan cuestiones de conflictos.

380 Cohen, R. (2006). «What is the value of algebra?», *Washington Post*, 16 de febrero del 2006.
381 McCarthy, C. (1991). «Who needs algebra?», *Washington Post*, 20 de abril de 1991
382 Ibíd.

A estas dos voces contemporáneas, debemos añadir otra de hace un siglo. El famoso filósofo Bertrand Russell escribió junto Alfred North Whitehead la monumental obra *Principia Mathematica*, un trabajo fundamental que intentaba reducir todas las matemáticas a las expresiones simbólicas de la lógica formal. Aun así, este maestro de la matemática formal rigurosa recelaba del álgebra que se enseñaba en las escuelas. En 1902 escribía:

> *Hasta el niño más inteligente se encuentra con dificultades muy grandes, por regla general, al iniciarse en álgebra. La utilización de las letras es un misterio cuyo único propósito parece la mistificación. Es casi imposible, al principio, no pensar que cada letra representa un número; si por lo menos el profesor quisiera revelar qué número representa... El hecho es que en álgebra se enseña primero al espíritu a considerar verdades generales, verdades de las que no se afirma que lo sean para esta o aquella cosa en particular, sino para cualquiera de las de todo un conjunto de cosas... Normalmente se continúa con el método adoptado en aritmética: se enuncian las reglas sin una explicación adecuada de sus bases; el alumno aprende a usarlas ciegamente, y al poco tiempo, cuando es capaz de obtener la respuesta que espera el profesor, cree que ha dominado las dificultades de la materia. Pero probablemente no ha comprendido profundamente casi nada de los procedimientos utilizados*[383].

[383] Russell, B. «El estudio de las matemáticas», en *Mística y Lógica*, p. 94.

¿Tiene que ser así? Algunos educadores están probando nuevos y diferentes modos de enseñar las matemáticas en el colegio, en Estados Unidos y también en muchos otros países, tal como describimos en la sección siguiente.

§. Matemáticas escolares y matemáticas cotidianas

Impartir conocimiento matemático básico a niños y jóvenes a quienes no les interesan o que sienten miedo de ellas es un quehacer muy serio. Los alumnos tienen que aprender a sumar, restar, multiplicar y dividir quebrados, y también adquirir conocimientos básicos de geometría y de álgebra. Se trata de tareas complicadas que exigen una enseñanza sólida que ponga énfasis en la comprensión conceptual y, más importante aún, que esté ligada a actividades que guarden alguna relación con la vida de los niños.

Cuando empiezan el colegio, los niños ya han tenido una diversidad de experiencias con formas, categorías de objetos y estimación de superficies, y saben contar un poco. Según el psicólogo suizo Jean Piaget, los niños pequeños en edad escolar están en el proceso de aprender a dominar la conservación de la cantidad, la serialización y la equivalencia de conjuntos correspondientes, basados tanto en alineaciones visuales como en el acto de contar. Sin embargo, estos conceptos se adquieren despacio. Muchos niños de cinco años pueden recitar los números, pero todavía no comprenden que contar significa cantidad, algo que no cambia aunque los objetos que se cuentan se coloquen en un orden diferente.

El contexto en el que tiene lugar este aprendizaje varía mucho. Walkerdine (1997) sugiere que incluso los sencillos pares conceptuales tales como «más» y «menos» deberían ser pensados de nuevo. Muchos niños (especialmente los que han crecido en entornos pobres) oyen «más», emparejado, no con «menos», sino con «no más»[384]. Las operaciones, suma, resta y multiplicación están incrustadas de formas diferentes en los diferentes idiomas. En francés, noventa es *quatre-vingt-dix* (cuatro [veces] veinte y diez); en el nombre de ese número encontramos la multiplicación y la suma. En el idioma yoruba de África Occidental, al 35 se le llama «cinco quitado a dos veintes», utilizando así la multiplicación y la sustracción[385]. Los masái de Kenia marcan el número 8 levantando cuatro dedos de la mano derecha y moviéndolos de un lado a otro dos veces[386].

Algunos niños se incorporan al mundo de los patrones matemáticos a través de experiencias visuales, una forma más cómoda de hacerlo que a través del lenguaje. Los hopi del suroeste de Estados Unidos cultivan veinticuatro variedades de maíz. Los niños empiezan a adquirir los conceptos matemáticos básicos ayudando a separar el maíz según el color y el tamaño. El desafío consiste en saber aprovechar estos conceptos en el aula[387].

---

384 Ibíd.
385 Ibíd.
386 Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural classroom*. Portsmouth, N.H.: Heinemann, p. 60
387 Charbonneau, M., y John-Steiner, V. (1988). «Patterns of experience and the language of mathematics», en R. Cocking y J.P. Mestre (eds)., *Linguistic and cultural influences on learning mathematics*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, p. 94

El conocimiento informal de los conceptos geométricos está contenido en los oficios artesanales y el arte de la construcción tradicional. El matemático mozambiqueño Paulus Gerdes describe cómo en algunas comunidades africanas, para construir los componentes de una casa, unen con cuerdas unas varas de bambú y les dan forma de rectángulo. Los profesores de matemáticas pueden utilizar esta actividad conocida de los artesanos y de los constructores para introducir a los jóvenes estudiantes a la geometría[388].

Los jóvenes vendedores callejeros de Brasil pueden hacer cálculos mentales complejos con gran precisión, mucho más complicados de lo que pueden lograr siguiendo métodos escolares[389]. En lugar de multiplicar, «ejecutan sumas sucesivas del precio de un artículo, tantas veces como el número de artículos que venden»[390]. Utilizan referentes concretos y operaciones con las que están muy familiarizados. «Al mismo tiempo, sin embargo, esta matemática diaria les proporciona el anclaje de la especificidad, pero limita también la flexibilidad»[391]. Los niños de la calle, al utilizar las sumas repetidas en lugar de la multiplicación, no aprenden la ley conmutativa de la multiplicación. Por otra parte, en el colegio los niños que conocen las leyes de la aritmética pueden cometer errores por descuido, puesto que sus errores no les costarán dinero.

---

388 Gerdes, P. (2001). «On culture, geometrical thinking and mathematics education», en A.B. Powell y M. Frankenstein (eds)., *Ethnomathematics, challenging Eurocentrism in mathematics education*. Albany, N.Y.: State University of New York Press, pp. 231-232.

389 Carraher, T.N., Carraher, D., y Schliemann, A.D. (1985). «Mathematics in the streets and in the schools», *British Journal of Developmental Psychology* 3, pp. 21-29.

390 Schliemann (1995), p. 50.

391 Ibíd.

Los educadores buscan modos de vincular las matemáticas diarias y las matemáticas de la escuela introduciendo contextos que les digan algo a los niños. Jere Confrey, un conocido educador matemático seguidor de Piaget, utiliza una metáfora, el concepto «splitting» (repartir, doblar simétricamente, ampliar...), que incluye compartir y combinar actividades que forman parte de la vida diaria de los niños, por ejemplo mezclar líquidos concentrados para hacer limonada es un método para enseñar proporciones. Cuando los niños pasan de un tipo de bebida a otro, y cambian las cantidades a producir, aprenden relaciones y razones. Trabajan en grupo y analizan sus diferentes enfoques, proporcionándole nueva información al profesor investigador que escucha la voz de los estudiantes. «Parece claro que... los niños pueden operar inteligentemente con proporciones, en especial si se les da acceso a representaciones apropiadas (tablas de datos y de representación de proporciones, planos bidimensionales) en el marco de contextos interesantes y conocidos»[392].

En las matemáticas cotidianas, la investigación se lleva a cabo en contextos variados, tales como las compras, la agricultura o la comercialización. La antropóloga Jean Lave cree que el conocimiento sobre cómo los humanos resolvemos problemas se alcanza mejor en «el mundo que vivimos y del que tenemos experiencia como el lugar y la fuente de otras investigaciones de actividad cognitiva»[393]. Jean Lave estudió el uso de la aritmética en adultos que se centraban en

[392] PME 19, vol. 1, p. 20.
[393] Lave (1988), p. 44.

las estrategias de encontrar la mejor oferta cuando iban a la compra. Los compradores comparaban precios y utilizaban a veces una calculadora. También tenían en cuenta cosas tales como el espacio de almacenamiento o las ganas de probar nuevas recetas. Los informadores, en ocasiones, utilizaron la manipulación directa. Una de ellas, que estaba a régimen, necesitaba preparar una ración de queso fresco con las tres cuartas partes de los dos tercios de taza que le permitía su dieta. Si hubiera estado en un aula, se hubiera esperado de ella que multiplicara 3/4 por 2/3 y que suprimiera los 3 para conseguir la respuesta, 2/4 = 1/2. En lugar de eso, resolvió el problema de forma física. «Llenó una taza de medir hasta los dos tercios con el queso fresco, lo volcó sobre una tabla de madera, le dio la forma de círculo, marcó una cruz, retiró un cuadrante y se sirvió el resto»[394]. Vemos por tanto que los algoritmos que se enseñan en la escuela no siempre se aplican directamente al uso cotidiano. Sin embargo, las habilidades que se han descontextualizado en la escuela pueden cobrar vida y resultar útiles cuando se aplican a las experiencias cotidianas.

§. Reforma matemática

Los estudios como el de Confrey o el de Lave conducen a nuevos enfoques de la instrucción matemática que vinculen el aprendizaje con las experiencias de la vida real. Muchos han sido los intentos de reformar la educación matemática, y algunos de ellos se centran principalmente en enfoques cognitivos, en los que se desarrolla el

[394] Ibíd., p. 165.

sentido numérico de los niños, el cálculo mental y la comprensión de patrones. Uno de éstos lo inició el famoso matemático holandés Hans Freudenthal. Freudenthal nació en el seno de una familia judía en Luckenwalde, Alemania, en 1905. Se doctoró en 1931 en la Universidad de Berlín con una tesis dirigida por Heinz Hopf y después se trasladó a Amsterdam, cuya universidad ya le había invitado en 1930 a trabajar como ayudante de Brouwer. No tardó en dominar el idioma holandés e ¡incluso ganó un premio de novela en 1944! En aquella época, Holanda estaba ocupada por los nazis, y Freudenthal y su familia vivían ocultos. Un amigo representó el peligroso papel de ganador del premio en las entrevistas, cenas y discursos, y le hizo llegar a Freudenthal el dinero del premio que tan necesario le era y fue una gran ayuda para sobrevivir el último año de la guerra. Tras la liberación de Holanda, Freudenthal fue nombrado «profesor de matemáticas puras y aplicadas y de fundamentos de matemáticas» en la Universidad de Utrecht. Se hizo famoso por sus contribuciones a la topología y al álgebra, en especial con relación a los caracteres de los grupos de Lie semi-simples[395], y también a la historia de las matemáticas.

En 1971 fundó el Instituto para el Desarrollo de la Investigación Matemática en Utrecht. (En septiembre de 1991, tras su muerte, la institución sería rebautizada con el nombre de Instituto Freudenthal). Se le atribuye haber salvado a los Países Bajos «él solo» de seguir la tendencia mundial de las «matemáticas modernas» en la década de 1970. Su instituto impulsó la «educación

[395] Los grupos de Lie semi-simples son...

matemática realista», basada en problemas extraídos de la experiencia diaria. Freudenthal enseñaba que el mejor modo de aprender matemáticas consistía en hacer que el alumno las reinventara. Falleció discretamente en octubre de 1990, sentado en un banco de un parque donde lo encontraron unos niños que jugaban.

El enfoque de Freudenthal lo aplican actualmente en Nueva York Catherine Fosnot y sus colaboradores, que describen su actitud ante los procedimientos estandarizados de cálculo, o «algoritmos»: «explorarlos, averiguar cómo funcionan, puede hacer que el pensamiento del niño sea más profundo... sin embargo, no deberían ser el objetivo principal de la formación en cálculo... los niños que aprenden a reflexionar, en lugar de a aplicar por medio de la repetición los mismos procedimientos sin importar cuáles sean los números, adquirirán una mayor competencia matemática»[396].

«Everyday Mathematics» es un popular programa desarrollado en la Universidad de Chicago que utiliza principios constructivistas similares. Hace hincapié en situaciones del mundo real, como por ejemplo la limonada de Confrey, y combina actividades con toda la clase, en pequeños grupos, en pareja e individuales. Los alumnos tienen muchas oportunidades para analizar entre ellos sus hallazgos y comparar sus estrategias, y se les anima a que utilicen la calculadora de forma selectiva y que no la conviertan en una simple muleta.

---

[396] Fosnot, C.T., y Dolk, M. (2001). *Young mathematicians at work*. Portsmouth, N. H.: Heinemann, p. 124.

La mayoría de los proyectos de reforma se basan en teorías constructivistas que utilizan el contar como base de la instrucción en aritmética. Un enfoque en cierto modo diferente es el que propone el psicólogo ruso Vladimir V. Davydov, muy influenciado por las ideas de Lev S. Vygotsky, al que se ha dado en llamar «el Mozart de la psicología». Vygotsky, un teórico de la psicología histórico-cultural, conocía bien el trabajo de Piaget, y las dos teorías tienen algunas cosas en común. Una de sus diferencias radica en el énfasis en los «conceptos científicos». Vygotsky introduce la idea según la cual los profesores deberían introducir conceptos generales que no pueden adquirirse únicamente a través de la experiencia diaria, y que dichos conceptos exigen una enseñanza cuidadosamente planificada.

En contraste con el enfoque constructivista de Piaget y de su dependencia en el contar, Davydov insiste en la medición como la base de la generalización matemática. Ambos programas empiezan con experiencias concretas, tales como la comparación de pesos y superficies, o de la altura de cada niño. No obstante, en el enfoque ruso, esas acciones se representan de forma esquemática. A medida que se enfrentan a problemas cada vez más complejos, los niños inventan nuevas formas de representación. Una de las ventajas de este enfoque es que proporciona el método para reconstruir un problema. Los niños superan la dificultad que plantean los quebrados y las raíces cuadradas inventando múltiples representaciones esquemáticas.

La educadora estadounidense Jean Schmittau[397] aplicó sin apenas cambios el programa de Davydov en una escuela del noreste y descubrió que los niños que empezaban en el primer curso utilizaban métodos imaginativos para comparar cantidades. Eran capaces de hacer generalizaciones teóricas y, a diferencia de muchos otros escolares estadounidenses, los coeficientes de multiplicación no les planteaban ninguna dificultad. Algunos de los métodos de Davydov guardan un cierto paralelismo con las invenciones históricas en matemáticas. A día de hoy, estos métodos no son demasiado conocidos en Occidente, pero un artículo reciente publicado en la página web de MAA On-Line[398] tal vez logre su aplicación en un número más amplio de escuelas.

Algunos programas de reforma incluyen además a los padres. Uno de ellos es el grupo de actividades Family Math, una iniciativa del Lawrence Berkeley National Laboratory de California, que también hace hincapié en la manipulación, los juegos y la experiencia cotidiana. «Se está extendiendo la idea de que uno de los objetivos de las matemáticas en la escuela consiste en ayudar a los alumnos a comprender tanto los algoritmos habituales como los que no lo son»[399].

Los programas de reforma ponen un especial énfasis en hacer que las matemáticas sean cognitivamente accesibles a los alumnos. Sin

---

[397] Schmittau, Jean (2003). «Cultural historical theory in mathematics education», en Kozulin, A., Gindis, B., Ageyev V.S., Miller, S.N. (eds)., *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*. Nueva York: Cambridge University Press.

[398] Devlin, Keith (2009). MAA On-line, enero del 2009. «Should children learn math by starting with counting?», Devlin's Angle, http://www. maa.org/devlin/devlin_01_09.html.

[399] Umland, K. (2006). Comunicación personal.

embargo, la reforma puede ir más allá del desafío intelectual, podría también incluir los aspectos emocionales del aprendizaje de las matemáticas, aspectos importantes para poner remedio a la escasa representación de las minorías en las carreras orientadas a las matemáticas. «Los negros representan tal vez el 15 por 100 de la población de este país, y sin embargo, en 1995 sólo obtuvieron el 1,8 por 100 de los doctorados en ciencias computacionales, el 2,1 por 100 de los doctorados en ingeniería, el 1,5 por 100 en ciencias físicas y el 0,6 por 100 en matemáticas»[400].

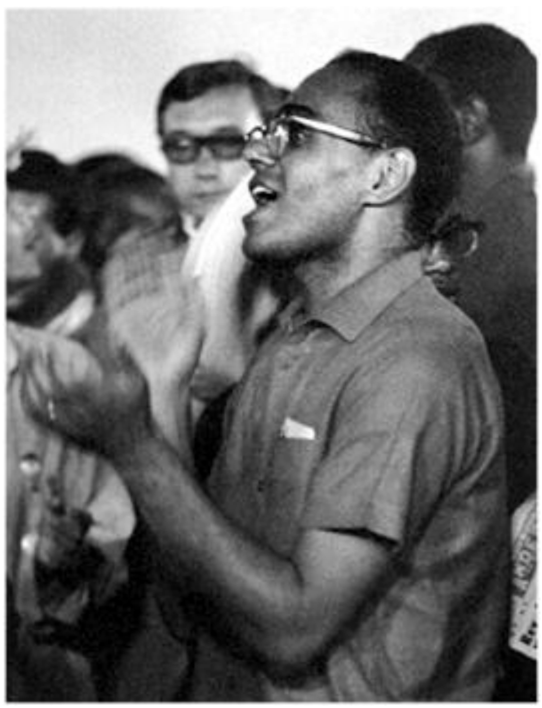

Figura 9.1. Bob Moses durante su juventud como activista y líder del movimiento por los derechos civiles. © 1978 George Ballis/Take Stock.

[400] Moses, R.P., y Cobb, C.E. Jr. (2001), *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon Press, pp. 10-11.

Uno de los programas que intentan modificar esta situación, y el de mayor alcance y efectividad, es el Algebra Project de Robert Moses.

Moses fue un destacado líder del movimiento que reclamaba el derecho al voto en Mississippi durante la década de 1960. En la actualidad, se dedica a elevar el nivel de competencia en álgebra de los estudiantes de secundaria en las comunidades negras de Estados Unidos. «Tenemos el objetivo de cambiar la situación vigente, en la que grandes porcentajes de estudiantes pertenecientes a las minorías que terminan la secundaria y acceden a los estudios de grado se ven obligados a asistir a clases de nivelación de matemáticas para poder matricularse en asignaturas de matemáticas que les den créditos»[401]. Su objetivo es hacer que los alumnos disfruten con el álgebra, relacionándola con conceptos espaciales, entre ellos los viajes, y utilizando múltiples representaciones de conceptos matemáticos. Moses está entregado a la tarea de darles a los jóvenes una voz, de hacer que «los jóvenes se involucren en todos los aspectos de la toma de decisiones»[402]. Entiende que la competencia en matemáticas, enseñada y adquirida en los últimos años de la enseñanza primaria, constituye uno de los derechos civiles de los estudiantes negros. Su programa hace hincapié en la participación de la comunidad, en la instrucción por igual, y en que los estudiantes adquieran una mayor autoestima. Su programa es innovador por el modo en el que se enseñan las

[401] Ibíd., p. 16.
[402] Ibíd., p. 146.

matemáticas, y su fuerza particular radica en el hecho de que moviliza todos los recursos del alumno, incluyendo sus emociones. Proporciona el equilibrio entre razonamiento y emoción que tantos matemáticos consideran fundamental para poder disfrutar de su profesión.

Los participantes en el Algebra Project se ven a sí mismos no sólo como alumnos e individuos esforzándose por comprender ideas difíciles, sino también como miembros de una comunidad más amplia. Los profesores y los coordinadores comparten ideas productivas, los estudiantes de más edad enseñan a los más jóvenes, y todos ellos tienen en cuenta la valía y el potencial de cada uno de los alumnos. Utilizando viajes e instrucciones de orientación como una metáfora clave, los alumnos avanzan desde las experiencias concretas a las expresiones algebraicas cada vez más sofisticadas. Estudiantes universitarios voluntarios y graduados del Proyecto Álgebra dan clases a los alumnos, y también los condiscípulos se ayudan entre ellos. «Parte de la enseñanza que reciben los chicos de Mississippi podría ser impartida por alumnos de su misma generación, y así aprender más fácilmente que los más mayores que también participan en el mismo taller»[403]. «El modo en que los jóvenes pueden llegar a otros jóvenes, en que son capaces de establecer contacto entre ellos, es, en mi opinión, un elemento fundamental en la forma que vaya a adoptar en el futuro el Proyecto Álgebra»[404]. A los chavales más jóvenes les gusta juntarse con los de

[403] Ibíd., p. 177.
[404] Ibíd., p. 179.

más edad. «Y esas reuniones no tienen por qué hacerse en las esquinas de las calles». Moses y Cobb incluyen en su obra muchas citas en las que los chicos describen sus experiencias. Por ejemplo Heather, en Jackson, Mississippi, dijo:

> *mis amigos me hacen muchas preguntas sobre lo que hago. No creo que me comprendan cuando les explico que al salir del colegio voy a trabajar en un laboratorio de matemáticas. Dicen, « ¿qué quieres decir con trabajar? Eso no es trabajar. Simplemente vas ahí y juegas con esos ordenadores». Para ellos trabajar significa McDonald's, o cargar bolsas en un supermercado. Ellos creen que sólo estoy aprendiendo, y la mayoría de la gente no asocia trabajo con aprender*[405].

Los jóvenes que, como Heather, dan clases adoptan el modelo de lo que ellos mismos han aprendido. Han cambiado porque se les escucha, se les alienta y se les da responsabilidad. Éste es el aspecto emocional que hace que el proyecto sea tan eficaz. Aun cuando se vean forzados a someterse a las rígidas exigencias de la legislación federal vigente con relación a las escuelas, el Algebra Project contribuye a un mayor dominio, confianza en sí mismos y sentido de la dignidad en estudiantes que de otro modo habrían dado la espalda a las matemáticas y abandonado el colegio. Sin embargo, Moses advierte: «una red de este tipo, que involucre a profesores, estudiantes, escuelas y comunidades, no es algo que se pueda crear de una vez. Debes insistir una y otra vez, y seguir

[405] Ibíd., p. 183.

haciéndolo hasta profundizar en ello. Y regresar una y otra vez a lo mismo hasta que todas las consecuencias de lo que estás haciendo se vuelven claras y se internalizan»[406].

En el caso de los estudiantes de grado, el impacto positivo de la interacción de grupo quedó patente en un conocido estudio que llevaron a cabo en Berkeley, a finales de la década de 1970 y a principios de la década de 1980, Uri Treisman y Rose Asera. Intentaban comprender por qué muchos estudiantes negros que habían obtenido buenos resultados en el instituto abandonaban la secuencia de cálculo tras llegar a Berkeley. Observaron que los estudiantes chinos obtenían mucho mejores resultados que los estudiantes negros. Treisman descubrió la diferencia fundamental: los estudiantes negros estudiaban solos, mientras que los estudiantes chinos trabajaban juntos en sesiones de grupo, se hacían muchas preguntas los unos a los otros, comentaban los enfoques de los otros y se ayudaban entre ellos con los deberes. «Quizá se reunieran para cocinar y después se sentaran a comer y repasaran los deberes que debían entregar. Revisaban las respuestas de los otros y la corrección lingüística... un primo o un estudiante de más edad venía a lo mejor para ponerles a prueba y trabajaban regularmente en los problemas de los antiguos exámenes que se conservan en las bibliotecas»[407].

Basándose en sus hallazgos, este contraste entre los estudiantes negros y los chinos, Treisman y sus colegas desarrollaron un nuevo

[406] Ibíd., p. 18

[407] Treisman, V. (1992). «Studying students studying calculus: A look at the lives of student mathematicians», *College Mathematics Journal* 23, p. 363.

tipo de intervención para ayudar a los estudiantes de las minorías. Además de las clases habituales, organizaron comunidades de trabajo, talleres donde los estudiantes se reunían. A estas comunidades no se les dio el nombre de «clases de recuperación» sino que se trataba más bien de una oportunidad especial para alumnos que se esforzaban. Se les daban problemas difíciles de resolver y se les trataba como si participaran en un programa avanzado en lugar de tratarlos como estudiantes que necesitan recuperación. El programa obtuvo un rotundo éxito, y en las dos últimas décadas lo han adoptado diversas instituciones.

El modelo Treisman guarda una cierta similitud con las comunidades informales de matemáticos investigadores que disfrutan investigando nuevos problemas y soluciones en compañía. Ya hemos descrito antes el papel crucial y de apoyo que desempeñó el Grupo Anónimo en Budapest, que funcionó como una importante base de trabajo para Paul Erdös, el colaborador más famoso de las matemáticas del siglo XX. Gian-Carlo Rota, en *Indiscrete Thoughts*, escribe acerca de la sala de profesores del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), donde «a intervalos frecuentes durante el día, uno podía encontrar a Paul Cohen, Eli Stein y más tarde a Gene Rodemich, excitados y enfrascados en agresivas sesiones de resolución de problemas en las que retaban el conocimiento y la competencia matemáticas de los otros»[408]. Al observar esta dependencia de las conversaciones, de los consejos y de las charlas en parques y bares, o en las calles de Princeton y de Gotinga,

---

[408] Rota, G.C. (1997). *Indiscrete thoughts*. Boston: Birkhäuser, p. 39.

ponemos en duda la idea de que las matemáticas las crean individuos aislados. Las matemáticas son un quehacer humano, algo que se crea en sociedad, tanto en el caso de los matemáticos maduros como en el de los estudiantes.

El movimiento de reforma se ha enfrentado a una fuerte oposición. Quienes se oponen a ella parecen centrarse en los libros de texto y quieren regresar a lo más básico. Su posición fue dada a conocer al público por la prensa, por ejemplo, en este artículo aparecido en el *New York Times*.

> *En Seattle, el gobernador Chris Gregoire le ha pedido al consejo estatal de educación que modifique el nivel exigido de matemáticas antes de finales del próximo año para equiparar la enseñanza de esta asignatura y hacerla competitiva internacionalmente... los ciudadanos de muchas capitales reclaman un regreso a lo básico... las escuelas en la ciudad de Nueva York aplican un programa matemático reformista, Everyday Mathematics, pero también allí a algunos padres les gustaría que eso cambiara... un portavoz del departamento de educación de la ciudad de Nueva York afirmó que Everyday Mathematics abarca tanto los enfoques reformistas como los tradicionales, y que hace hincapié en el conocimiento de los algoritmos básicos además de en la comprensión conceptual. Añadió que investigaciones recientes realizadas por el departamento federal de educación habían dejado patente que dicho programa es uno de los pocos en el país que puede demostrar resultados positivos probados en el rendimiento de los estudiantes de matemáticas... el frenesí [anti reformista] ha sido*

instigado en parte por la consciencia creciente de que, en un momento de intensificación de la globalización, la competencia matemática de los niños en Estados Unidos sencillamente no está a la altura: en el Trends in International Mathematics and Science Study, un estudio internacional, los alumnos de octavo curso de Estados Unidos han quedado muy por detrás de los de Singapur, Corea del Sur, Hong Kong, Taiwan, Japón y otros países. Muchos padres y profesores siguen comprometidos con los objetivos de la reforma matemática, que insiste en que los niños comprendan lo que están haciendo en lugar de limitarse a memorizar la respuesta y repetirla como loros. La enseñanza tradicional de las matemáticas no funcionó para la mayoría de los estudiantes, afirman los defensores de la reforma matemática, por ejemplo Virginia Warfield, profesora de la Universidad de Washington. «Produce personas que odian las matemáticas, que no pueden vincular las matemáticas que aprenden a nada de lo que ocurre en su vida», afirmó la doctora Warfield. «Ésta es la razón por la que tenemos a tantos padres que, al ver que sus hijos tienen problemas con las matemáticas, les dicen, "cariño, no te preocupes. A mí tampoco se me daban bien las mates"»[409].

El argumento de los tradicionalistas se fundamenta en los resultados de los exámenes y atribuye la culpa de los malos resultados de los escolares estadounidenses en las evaluaciones

[409] Levin, T. (2006). «As math scores lag, a new push for basics», *New York Times*, 14 de noviembre de 2006.

internacionales a los libros de texto y el programa de estudios reformista. Sin embargo, fueron el programa y la enseñanza tradicionales los que nos dieron adultos que no pueden sumar quebrados, el 40 por 100 de los cuales afirma «odiar las mates».

Los críticos de la reforma prefieren el libro de texto de Singapur. Los escolares de Singapur son los que obtienen la puntuación más alta en las comparaciones internacionales de notas en exámenes de matemáticas. El texto de Singapur no pierde demasiado tiempo ni espacio en motivación o explicaciones innecesarias. Proporciona instrucciones claras y muchos ejercicios, tanto fáciles como difíciles. Encaja con los objetivos de los críticos (véase el sitio web Mathematically Correct, por ejemplo), que apoyan la enseñanza clara y directa de los algoritmos y que insisten en que los alumnos deben adquirir competencia en las habilidades básicas. Es necesario comprender y explicar bien los aspectos positivos de este programa, e incorporarlo al programa de estudios con tipos más variados de problemas y objetivos de aprendizaje más amplios.

Los malos resultados obtenidos por Estados Unidos en los exámenes internacionales pueden deberse a muchas razones. A los profesores en este país se les muestra muy poco respeto, se les limita el tiempo de preparación de las clases, sus sueldos son bajos y tienen muy pocas oportunidades de trabajar con otros profesores para desarrollar programas más sólidos. Las escuelas de las comunidades más pobres están muy abandonadas y transmiten el mensaje: «tú no importas, y no esperamos que apruebes». En otras culturas, la educación merece más respeto que la riqueza. Si queremos reforzar la posición competitiva de los estudiantes estadounidenses, necesitamos algo más que una reforma del programa de estudios, necesitamos reformar nuestro sistema económico, político y cultural. Mientras tanto, si la vida diaria nos pide un cierto grado de competencia matemática, la ciencia y la tecnología exigen una gran competencia matemática. Las computadoras y sus programas son la espina dorsal de nuestra sociedad. Por una parte, los trabajadores con una formación matemática avanzada son indispensables para el desarrollo, producción y utilización de ordenadores, pero por la otra, la generalización del ordenador y su uso doméstico y en el trabajo hace innecesaria incluso la aritmética más elemental para casi todas las demás personas. Estos dos efectos contrarios de la revolución informática llevan a una fuerte tensión en la educación matemática. Las presiones opuestas están sometidas a una enorme tensión: por un lado, la constante demanda de especialistas matemáticos, y por el otro, la cada vez menor necesidad que tiene la población en general de la competencia matemática tradicional. La reforma matemática tiene que reforzar la formación de aquellos que quieren y necesitan competencias matemáticas avanzadas sin por ello alejar de las matemáticas a esa gran parte de la población que cree que no las necesita.

Para abordar esta cuestión, proponemos un enfoque más desarrollista, y no uno que cree oposición. Una posible solución a largo plazo sería llevar a la práctica algunos de los aspectos defendidos por cada una de estas tendencias. Aprender matemáticas exige repetición y práctica, pero también exige ideas innovadoras y no exige preservar a toda costa los estándares universales, ni tampoco la dependencia compulsiva de los resultados de los exámenes.

§. Un punto de vista diferente

La aritmética básica es necesaria para sobrevivir en la sociedad pos industrializada, y debería mantenerse su obligatoriedad, pero no de una manera que los estudiantes recuerden la asignatura con antagonismo y odio. La solución ¿pasa por hacer que las matemáticas en la escuela se parezcan más a las matemáticas reales, las matemáticas que disfrutan aquellos a quienes les encantan las matemáticas? Cuanto más se enseñen las matemáticas con el objetivo de que se comprendan, con la voluntad de emprender una exploración divertida, y relacionándolas con las matemáticas vinculadas al trabajo en la edad adulta, tanto mayor será su éxito.

¿Por qué tantos alumnos, en algún momento de la escuela primaria o secundaria, «se dan de bruces» y abandonan las matemáticas? Por una parte, a los niños se les exige siempre que dominen lo básico: que sean capaces de resolver problemas de aritmética, geometría y de cálculo algebraico dentro del tiempo marcado por los exámenes. Se les exige que sus notas mejoren para que soporten mejor la comparación con los escolares de Bulgaria o de Singapur.

Por otra parte, tenemos un sencillo hecho: una vez acabados los estudios obligatorios, casi nadie necesita resolver una ecuación cuadrática o demostrar un teorema de geometría. Sí, tienen que hacerlo para acceder a la universidad o a alguna de las muchas escuelas de posgrado o de formación profesional. Sin embargo, una vez terminada la escuela, mucha gente olvida una gran parte de lo que han aprendido en matemáticas.

Los políticos y los portavoces del mundo académico suelen hacer declaraciones con una cierta regularidad en las que se quejan del bajo nivel de competencia matemática que tienen nuestros escolares. (No se suele hacer referencia a la competencia matemática de los adultos como un problema). Se sostiene que uno tiene que ser bueno en matemáticas si quiere ganarse bien la vida, y que se necesita una fuerza laboral competente en matemáticas para que nuestro país pueda competir en la economía mundial.

Ahora bien, ¿conoce el lector algún médico, abogado o empresario que utilice el cálculo, o incluso una ecuación algebraica o un teorema de geometría? Cuando se analizan los problemas económicos del país en la sección de negocios del *New York Times* (en oposición al suplemento de educación), la competencia matemática de la población estadounidense nunca es un tema objeto de discusión. La industria acerera de Estados Unidos se vino abajo porque el coste de la producción y de la modernización de las instalaciones es mucho más alto aquí que en Brasil o en China. General Motors y Ford se han venido abajo por el alto coste que le suponen los sistemas de pensiones y por la poca competencia en cuanto a precio y diseño que representan para los fabricantes japoneses, y no a causa del bajo nivel en la competencia algebraica de los miembros del United Auto Workers (sindicato de la automoción) en Detroit. Los departamentos informáticos de las empresas estadounidenses están siendo deslocalizados y externalizados a India porque los técnicos informáticos indios trabajan mucho más barato que los estadounidenses, y no porque los técnicos informáticos estadounidenses sepan menos aritmética, álgebra o cálculo infinitesimal.

En 1997, Underwood Dudley, el nuevo editor de la publicación *College Mathematics Journal*, ridiculizó la afirmación (en «Everybody Counts», un documento publicado por el National Research Council, consejo nacional de investigación) según la cual «más del 75 por 100 de los puestos de trabajo exigen competencia en álgebra y geometría sencilla, bien como requisito previo a algún programa de formación, o bien como parte de un examen para conceder una licencia profesional»[410]. Dudley comentaba que

> *eso es una tontería. Simplemente limítese el lector a observar a los primeros ocho trabajadores que vea, y pregúntese si al menos seis de ellos necesitan tener competencia en álgebra para hacer su trabajo... yo afirmo lo contrario, que casi ningún trabajo exige conocimientos de álgebra o de geometría. No se necesitan ni para ser presidente de Estados Unidos, ni para ser un vendedor de Walmart, ni para ocupar una cátedra de filosofía... tal vez alguien crea que los ingenieros, por ejemplo, sí necesitan o utilizan el cálculo infinitesimal, pero tampoco parece ser así*[411].

[410] Ibíd., p. 19.
[411] Ibíd.

Dudley cita a Robert S. Pearson:

> *Mi trabajo me ha puesto en contacto con miles de ingenieros, pero en este momento no puedo recordar, de promedio, a más de tres de cada diez que dominen lo suficiente el cálculo y las ecuaciones diferenciales ordinarias y que los utilicen en su trabajo diario*[412].

El profesor Dudley concluía:

> *ha llegado el momento de dejar de insistir en que las matemáticas son necesarias para encontrar trabajo, ha llegado el momento de dejar de afirmar que los estudiantes deben dominar el álgebra para poder resolver los problemas que surgen cada día, en casa o en el trabajo, ha llegado el momento de dejar de decirles a los estudiantes que la razón principal por la que tienen que aprender matemáticas es que tiene aplicaciones. No deberíamos decirles más mentiras a nuestros alumnos. Acabarán por descubrirnos, más pronto o más tarde*[413].

(Dudley lleva enseñando cálculo en la Universidad DePauw casi cuarenta años).

Resulta muy embarazoso que la mayor parte de los estadounidenses sean incapaces de sumar correctamente 1/4 + 1/3, porque deberían haber aprendido a hacer esa suma en cuarto o en quinto. Si en

---

[412] Pearson, R.S. (1991). «Why don't engineers use undergraduate mathematics in their profesional work?», *UME Trends 3*, 8.

[413] Dudley, U. (1997). «Is mathematics necessary?», *College Mathematics Journal* 28 (5), pp. 361-365.

alguna ocasión necesitan hacer esta suma, su calculadora les dará una respuesta lo bastante aproximada a efectos prácticos. Sin embargo, el principio que contiene la suma de quebrados debería ser enseñado de una forma más eficaz que la actual. A algunos de los reclusos de la sección de mínima seguridad de la penitenciaría estatal de Nuevo México, donde R. Hersh dio clases como profesor voluntario durante cinco años, les supuso un auténtico problema. Cuando salieran de prisión necesitarían un diploma de estudios secundarios para poder encontrar trabajo, y necesitaban saber sumar 1/4 y 1/3 para obtener ese diploma.

No es que a esos adultos no se les hubiera hecho repetir las sumas de fracciones. Habían repetido, repetido y repetido una y otra vez. La ley No Child Left Behind (ningún niño atrás) vigente intensifica los exámenes y las repeticiones y penaliza a las escuelas en las que los resultados de los exámenes no llegan al mínimo exigido. En consecuencia, en este momento, en la educación matemática en Estados Unidos predomina un sistema que enseña a aprobar exámenes.

¡No es raro entonces que haya quien odie las mates! Supongamos por un momento que nadie pudiera graduarse en educación secundaria si no supiera cantar, en el tono preciso y afinando, el «Barras y Estrellas», el himno nacional, y otra media docena de canciones «básicas». Seguro que lograríamos que mucha gente odiara cantar.

Por fortuna, el instituto al que asistió Hersh tenía un profesor de música que dividía su clase entre «chicos altos», «chicas altas», «chicos bajos», «chicas bajas» y «oyentes». Yo (R.H.) era uno de los felices oyentes. En cambio, mi profesor de gimnasia me exigió una y otra vez que aprendiera a escalar por una cuerda. Esta humillación repetida, por supuesto, intensificó mi aversión por la educación física. Muchos profesores, educadores de matemáticas y matemáticos están intentando humanizar las matemáticas en la escuela. Les dan a los alumnos la oportunidad de trabajar con problemas reales y en colaboración con sus condiscípulos y sus profesores, y así, pueden aprender gracias a sus propios esfuerzos, y a los de los demás, que 1/3 + 1/4 es igual a 7/12. En estos contextos, muchos escolares adquieren algo de confianza en sí mismos y en la capacidad de reflexionar sobre los números. Hemos descrito más arriba varios programas de este tipo en los que los niños no odian las matemáticas porque saben que las matemáticas consisten simplemente en reflexionar atentamente acerca de cuestiones que tienen que ver con la cantidad. Estos programas contribuyen asimismo a que los estudiantes aborden problemas generales por medio del razonamiento y con persistencia. Un enfoque constructivo y basado en la experiencia para aprender aritmética y álgebra puede combinarse con la práctica, la repetición y el dominio de los algoritmos. Ahora bien, aunque los programas de estudio de la reforma no sean perfectos, lo cierto es que son un primer paso importante.

El mayor problema de la educación matemática en Estados Unidos radica en que no hay bastantes profesores de matemáticas cualificados. Es más, los que están cualificados no suelen trabajar en las escuelas de los barrios menos prósperos. A fin de proporcionar educación matemática de calidad a todos los alumnos de las escuelas públicas, es necesario que los profesores cualificados para enseñar matemáticas reciban un sueldo comparable a los sueldos que se pagan en las empresas y en la industria. Por otra parte, aprender matemáticas no tiene por qué quedar restringido a las aulas de las escuelas; los programas extraescolares y los esfuerzos de las organizaciones comunitarias pueden concienciar a los alumnos y hacer que éstos se sientan orgullosos, tal como queda ilustrado por el Proyecto Álgebra.

Ahora bien, ¿no existe aquí una contradicción entre dos actitudes diferentes? El Proyecto Álgebra de Bob Moses, que admiramos y al que damos apoyo, eleva el dominio del álgebra básica al nivel de un derecho civil fundamental, una exigencia real en nombre de todos los escolares, en especial de los niños y niñas de los barrios más pobres del centro de las ciudades y a los que, en este momento, el sistema de educación pública estadounidense tiene tan desatendidos. Por otra parte, estamos aquí sosteniendo que el álgebra no es importante ni necesaria para todas las personas. ¿Cuál de estas dos posturas es la correcta?

Garantizar que cada niño apruebe el álgebra del décimo curso y que domine las ecuaciones cuadráticas o los sistemas de dos o tres ecuaciones lineales es un objetivo poco realista e innecesario. Lo que es necesario y realista es que cada escolar tenga la oportunidad de aprender álgebra en un aula bien equipada y con un profesor cualificado y motivado. Todos los alumnos necesitan ser capaces de aplicar el pensamiento crítico con la suficiente confianza en sí mismos para aventurarse en aquellos ámbitos matemáticos que resultan inabordables cuando se enseñan de forma mecánica. La fobia por las matemáticas, que suele ser con frecuencia el resultado de un trato humillante a los estudiantes, limita su capacidad de gestionar su vida financiera y los hace vulnerables a las prácticas prestamistas engañosas.

Resulta esencial asimismo reconocer explícitamente la gran diferencia entre el sistema educativo de Estados Unidos y el de muchos otros países. Aquí, en Estados Unidos, la formación profesional en las escuelas públicas ha sido prácticamente desacreditada. Se percibía como intrínsecamente discriminatoria, un lugar al que arrojar a los niños pertenecientes a los grupos étnicos más desfavorecidos, en especial negros y latinos. Un nuevo objetivo está cobrando cada vez más importancia: cada niño debería ser alentado a realizar estudios de grado, un objetivo, sin embargo, muy difícil de alcanzar a causa de la discriminación que sufren en la enseñanza primaria y secundaria, una discriminación consecuencia del sistema de financiación de la educación pública en Estados Unidos. Los fondos públicos proceden en su mayor parte de los impuestos locales sobre la propiedad. Los distritos educativos en las zonas poco pobladas o en las áreas urbanas más desfavorecidas cuentan con una base fiscal mucho menor que las zonas urbanas ricas o las zonas residenciales periféricas y, en consecuencia, hay menos dinero disponible para mantener las escuelas y menos dinero disponible para atraer a los mejores profesores. Existe, por lo tanto, una enorme disparidad en la calidad de la educación pública entre el centro de la ciudad, por ejemplo, y las lujosas y exclusivas periferias de la ciudad de Nueva York o de Washington. Es preciso y urgente un cambio radical de este sistema, y cabe la esperanza de que pueda ser logrado con el nuevo presidente, pese a las condiciones actuales de recesión económica.

Ahora que nos enfrentamos a las numerosas presiones conflictivas que repercuten en el sistema educativo de Estados Unidos, necesitamos superar la polaridad del debate entre reforma y anti reforma. Necesitamos encontrar el modo de hacer que las matemáticas sean accesibles y les resulten interesantes al mayor número de alumnos posible, y evitar al mismo tiempo utilizarlas como el medio de separar a los alumnos que prometen de los alumnos que sienten antipatía por ellas. Al hacer las matemáticas más accesibles y relacionarlas con la vida diaria, y al tener profesores apasionados por la asignatura, podríamos lograr disminuir el número de personas que se consideran incapaces de manejar los números y las expresiones numéricas y contribuir a que todos los estudiantes practiquen el razonamiento observador.

§. Matemáticas de grado

En el nivel universitario, no creemos que nadie puede ser considerado instruido si no valora de algún modo el pensamiento matemático y la importancia que éste tiene para la ciencia. No obstante, el conocimiento matemático que se exige en los estudios de grado no suele ser demasiado útil. La mayor parte de los estudiantes tienen que empezar con lo que se denomina secuencia de pre cálculo, a saber, una revisión del álgebra y de la trigonometría de la secundaria, aun cuando muchos de ellos terminen ahí y nunca se matriculen en asignaturas de cálculo. De los que sí se matriculan, la mayoría lo hacen sólo porque se les exige este conocimiento para ser admitidos en la facultad de medicina o en las escuelas de negocios y administración de empresas. Estos requisitos previos para acceder a las facultades de derecho o medicina, o a la escuela de arquitectura, deberían ser reconsiderados. Si les preguntamos a los profesores de esas escuelas: « ¿qué es lo que ustedes quieren que sus estudiantes sepan de cálculo?», nos suelen contestar una y otra vez, « ¡no importa!». Este «filtro matemático» tal vez tenga la ventaja de ser objetivo, más fácil de defender frente a acusaciones de discriminación o de favoritismo. Ahora bien, sería mucho más racional y justo evaluar a los candidatos que quieren ingresar en la facultad de medicina o las escuelas de negocios según capacidades y compromisos que se ajusten realmente a su futura profesión. Por ejemplo, la mayor parte de los médicos necesitan ser capaces de realizar un diagnóstico. Para este propósito, necesitan extraer información de los pacientes, asimilarla y aplicarla a los resultados de la investigación médica, establecer tratamiento adecuado y hacer un seguimiento. Por lo tanto, parece que la inteligencia verbal e interpersonal y el interés por la ciencia son más importantes en medicina que el conocimiento del cálculo. En la selección de futuros estudiantes de medicina, deberíamos pensar en expedientes, en residencias en los primeros años, en tareas de razonamiento de contenido específico y en analizar sus motivos para elegir esta profesión. El filtro del cálculo es contraproducente. El tipo más probable de matemáticas que utilizarán los médicos o los empresarios, estadística básica y cálculos de razones y proporciones, se les puede enseñar en asignaturas diseñadas específicamente para ellos durante los estudios de grado o superiores.

La siguiente anécdota, pese a ser apócrifa, también arroja algo de luz.

> *Un matemático estadounidense de cierta fama regresaba de un viaje al extranjero y tenía que pasar por el control de aduanas. El oficial de aduanas estadounidense le preguntó qué es lo que había hecho durante esa semana que había estado de viaje. La respuesta fue que había asistido a un congreso matemático. El oficial de aduana entonces le llevó a su despacho y le retuvo durante un tiempo haciéndole muchas preguntas tediosas sobre dónde había estado exactamente y qué es lo que había hecho durante sus viajes. El matemático no dejaba de mirar nervioso su reloj, preocupado por perder el vuelo de conexión. El oficial de aduana finalmente llegó a un punto en el que le preguntaba a nuestro amigo qué era lo que había cenado cada día. Por fin el matemático, exasperado, exclamó: « ¿por qué me está usted haciendo esto?». El oficial de aduana sonrió y le dijo: « ¡ah!, ahora ya sabe usted cómo me sentía yo en las clases de cálculo»*[414].

[414] Krantz (2002), p. 61.

Tal vez el profesor se enterara finalmente de cómo se sentía el estudiante acorralado. Pero ¿sabía el antiguo estudiante cómo se sentía el profesor? ¿Disfrutan los matemáticos haciéndoles tragar a la fuerza su asignatura a sus víctimas pasivas, que lo único que quieren es aprobar, pasar el curso y escapar a las interminables clases magistrales?

Paul Halmos escribió:

> *Una clase de alumnos que se matriculan en una asignatura sólo porque es obligatoria es una clase triste y desalentadora. El primer requisito previo para que el proceso de aprendizaje sea agradable y eficaz, a saber, la curiosidad, no existe, y esa carencia lo echa todo a perder. Echa a perder la enseñanza, echa a perder el aprendizaje y echa a perder la diversión. Sueño con una universidad ideal llena de estudiantes cargados de curiosidad intelectual y donde el subconjunto de aquellos estudiantes que se matriculan en matemáticas lo hacen porque quieren saber matemáticas... y vienen a mí libres, por su propia voluntad y me piden que les enseñe. ¡Oh, gozo! Si esto ocurriera realmente, saltaría sobre la ocasión*[415].

¿Tiene que ser así? ¿Podría ser diferente? Mel Holdings se atreve a tener un sueño así. Después de veintitrés años como maestra y profesora de instituto, y tras haber ocupado el cargo de administradora del sistema de escuelas públicas de New Jersey,

[415] Halmos (1985), p. 261.

Holdings se doctoró y enseñó educación en Stanford entre 1977 y 1998. También ocupó el cargo de decana en funciones en la escuela de magisterio. Holdings es una antigua presidenta de la Sociedad de Filosofía de la Educación y de la Sociedad John Dewey dedicada a la filosofía de la educación. Ha educado a diez hijos. Propone un enfoque alternativo que reconoce la diversidad de intereses, talentos, planes y esperanzas entre los estudiantes. Escribe:

> *somos demasiado reacios a enfrentarnos al hecho de que los intereses humanos varían mucho, y que a muchas personas muy inteligentes sencillamente no les atraen las matemáticas... ignoro qué talentos e intereses se pierden bajo la presión de esta coacción, qué niveles de confianza se erosionan, qué hábitos nerviosos se desarrollan, qué razonamientos se pergeñan o qué maldades visitarán a la siguiente generación como resultado de nuestra benevolente insistencia*[416].

Estamos de acuerdo con ella en que los «itinerarios» no deberían ser ni más altos ni más bajos, simplemente diferentes, y en que todo el trabajo honesto debería ser objeto del mismo respeto y tener la misma dignidad.

---

[416] Noddings, N. (1993). «Excellence as a guide to educational conversation», *Teachers College Record* 94 (4), pp. 8, 9.

Figura 9.2. Nel Noddings, filósofa estadounidense de la educación. Cortesía de Nel Noddings.

Tampoco deberíamos incitar a nuestros estudiantes a «pensar como un matemático». Es mejor dejarles que aprendan, apunta Nodding, a utilizar las matemáticas para sus propios propósitos[417]. Deberíamos rechazar cualquier presunción de capacidad universal igual para todos y reconocer la diversidad de la fuerza intelectual. Noddings escribió, incluso, que «no creo que los niños a los que no se les dan bien las matemáticas, que tal vez nunca, por mucho que lo intenten, comprendan el álgebra y la geometría, sean de ningún modo inferiores, tengan algún tipo de desventaja o necesiten una intervención heroica»[418]. « ¿Por qué un estudiante que quiere

[417] Ibíd., p. 13.
[418] Noddings, N. (1994). «Does everybody count?», *Journal of Mathematical Behavior* 13 (1), p. 10.

especializarse en literatura, en arte, en teatro, en criminología, en historia, o en algún trabajo social, debería "aprender" álgebra y geometría?... Empiezo a sospechar que enseñarle a todo el mundo álgebra y geometría es una pérdida de tiempo y una falta de consideración».

Podríamos entonces prestarles más atención a los estudiantes que se interesan de verdad por las matemáticas, y ayudarles. Con ellos, escribe Noddings, podríamos incluso «trabajar para que alcanzaran una comprensión más profunda de ellos mismos, analizar la soledad que a veces acompaña al trabajo intelectual intenso y el gozo que produce un encuentro provechoso con las matemáticas»[419] Estamos de acuerdo con ella en que ese tipo de estudiantes debería comprender que su talento no es superior a otro tipo de talento, solamente diferente.

Lo que Noddings pide para los estudiantes es exactamente ¡lo mismo que pide Halmos para los profesores! Nos pide que dejemos que los estudiantes trabajen, no sólo en la adquisición de la capacidad matemática necesaria para la vida diaria y el razonamiento eficaz, sino también en lo que les interesa según su capacidad intelectual. Estamos de acuerdo con la postura de Noddings. Dejar que los estudiantes profundicen sus conocimientos en diversos contextos según sus intereses diversos es básico para una educación que «cuenta».

En la actualidad, el álgebra en la secundaria y el cálculo en los estudios de grado son los «filtros» principales para acceder a la

[419] Ibíd.

educación superior. Para justificar esta situación, se suele insistir en que los ciudadanos deben ser capaces de razonar con lógica, como votantes y como consumidores. ¿Es realmente cierto que aprobar álgebra o trigonometría demuestra que el estudiante puede razonar con lógica en cuestiones de política o a la hora de hacer la compra? No tenemos ninguna prueba de que el álgebra o la trigonometría que se aprenden en la secundaria aumenten la capacidad de juzgar anuncios engañosos o consignas políticas. Algunas personas tienen una mayor oportunidad de adquirir pensamiento crítico en algún campo por el que sientan interés, bien sea la ciencia empírica, el análisis literario o el derecho. En un entorno no escolar la lógica es necesaria para decidir en las compras importantes, predecir quiénes serán los ganadores de acontecimientos deportivos o tomar importantes decisiones de la vida.

Nos basamos aquí en el punto de vista sobre la inteligencia defendido por Howard Gardner, que reconoce la variedad de fortalezas y debilidades cognitivas humanas. La teoría de inteligencias múltiples de Gardner describe la mente humana como «una serie de facultades relativamente independientes que, entre ellas, sólo mantienen relaciones débiles y no predecibles»[420][47]. Esta propuesta se opone a la idea tradicional de inteligencia que se concibe como una cualidad unitaria medida por una puntuación CI biológicamente predeterminada. La teoría de Gardner extrae pruebas de dos campos de investigación. El primero, el de las

[420] (1999), p. 32

víctimas de infarto cerebral, que pierden algunas habilidades cognitivas pero conservan otras. El segundo campo es el de pacientes con síndrome de Williams, niños que sobresalen interpretando música pero que carecen de cualquier capacidad para reconocer las emociones de otras personas. En su libro *Frames of Mind*, Gardner enumera su lista de inteligencias: inteligencia lingüística, que se revela en el habla oral y escrita; inteligencia lógica matemática, que se deja ver al detectar patrones, pensar con lógica y realizar operaciones matemáticas; inteligencia espacial, observable en el reconocimiento y manipulación de patrones tanto en espacios abiertos como en espacios confinados; inteligencia musical, que identifica tonos y ritmos que se utilizan para interpretar o componer; e inteligencia corporal cinestésica, que es la que poseen los atletas, los bailarines y los cirujanos. Además de todo lo anterior, Gardner especifica dos inteligencias emocionales: «inteligencia interpersonal», la que demuestran las personas que trabajan bien con otros, por ejemplo un profesor o un asesor o consejero; e «inteligencia intrapersonal», que es la de las personas cuyo conocimiento de sí mismo o misma guía su propia vida.

La mayor parte de las actividades combinan dos o más tipos de inteligencia. Un cirujano, además de la capacidad cinestésica corporal, necesita capacidad de razonamiento y una gran habilidad para la representación visual. Los matemáticos difieren en su grado de dependencia de los procesos lógicos y lingüísticos o de los procesos cinestésicos y visuales. La mayor parte de los sistemas de enseñanza matemática no tienen en cuenta esta diversidad y, por lo tanto, intensifican el temor al fracaso que sienten tantos estudiantes. En la actualidad, se dice que los alumnos son «buenos en matemáticas» si son buenos según los estrechos límites del restringido modo en el que se enseña actualmente la disciplina. «Tal vez, si comprendiéramos realmente que las personas diferentes utilizan capacidades cognitivas diferentes para resolver problemas, podríamos diseñar la enseñanza para que a mucha gente se le dieran bien las matemáticas»[421].

Las diferentes inteligencias de Gardner también podrían ser llamadas capacidades. Una enseñanza eficaz en la escuela necesita vincular el aprendizaje de los alumnos a sus diversas predisposiciones, intereses y cultura. Si sólo los estudiantes interesados y motivados, tal vez uno de cada cuatro, estudiaran matemáticas más allá del nivel elemental, seguirían habiendo licenciados suficientes para los trabajos que necesitan este tipo de conocimiento. Los alumnos motivados para estudiar matemáticas en profundidad podrían recibir entonces una enseñanza más sostenida y eficaz.

Los intentos de reforma que se están llevando a cabo actualmente en las escuelas elementales disminuyen un poco esta fobia por las matemáticas. Programas tales como el Algebra Project aumentan las posibilidades de los estudiantes de las minorías de acceder a los cursos avanzados y a las carreras profesionales. Estos programas ven a los estudiantes como participantes activos en su propia educación. Necesitan tiempo para obtener resultados y exigen

[421] Umland, K. (2006). Comunicación personal.

recursos materiales y una gran inversión en tiempo, en formación de profesores y en tutorías individuales.

El aprendizaje exige pasión, gozo, sorpresa, interés sostenido y la capacidad de conseguir la ayuda de profesores y mentores. Un estudiante cuya capacidad matemática está limitada en los primeros años puede tal vez ser más capaz de perseverar una vez ha adquirido confianza en sí mismo en campos más ajustados a sus capacidades.

El modelo de enseñanza de las matemáticas vigente y dominante es mecánico e inflexible, y es la razón por la que muchas personas evitan las matemáticas el resto de su vida. Tal vez la aplicación a largo plazo de programas innovadores pudiera redundar en actitudes más positivas y en progresos matemáticos más lentos y acumulativos. En lugar de plantear una cruda disyuntiva entre enfoques tradicionales o reformistas, apoyamos la mejora sostenida de la enseñanza de las matemáticas. La mayor probabilidad de éxito se encontrará allí donde los políticos locales muestren su apoyo y donde esté disponible la ayuda de las universidades. El profesorado y los estudiantes universitarios en los departamentos de matemáticas y en los programas de educación matemática pueden colaborar significativamente en la educación pública local.

La mejora de la enseñanza de las matemáticas no se limita a los programas de estudios. La primaria y los primeros cursos de la secundaria pueden beneficiarse de la participación de toda la comunidad. Clases en las que estudiantes de más edad colaboren con los profesores adultos pueden resultar cruciales para darles a los escolares la atención personal que necesitan cuando los más pequeños tienen dificultades para comprender los conceptos abstractos de las matemáticas. Compartir el uso diario de la aritmética con los padres y con los miembros de la comunidad les facilita la comprensión de estos conceptos a los alumnos más jóvenes. Si nos centramos en los avances lentos y acumulativos en lugar de hacerlo en los concursos y en las competiciones internacionales y punitivas, en la evaluación estandarizada, podemos crear más seguridad y comodidad en los niveles iniciales y ampliar las opciones de los estudiantes cuando acceden a los estudios secundarios. A aquellos que evitan las asignaturas de matemáticas en el instituto y en los estudios de grado porque no les parecen pertinentes a sus intereses, deberíamos darles la oportunidad de adquirir conocimientos matemáticos relevantes en una fase posterior. Los individuos más maduros están más dispuestos a arriesgarse y a ver el valor pragmático de las matemáticas en el campo en alza de la tecnología.

§. Conclusiones

Hemos presentado muchos motivos por los que los escolares y los adultos evitan de forma generalizada las matemáticas. Uno de los más destacados es el formulismo con el que muchos profesores presentan las abstracciones matemáticas. Muchos estudiantes adquieren inseguridad y evitan las matemáticas el resto de su vida. Aunque los intentos de reformar la asignatura en Estados Unidos y en otros países ya abordan algunos de estos problemas, el ritmo de cambio es lento y se limita al programa de estudios. En nuestra opinión, se necesitan cambios de mayor alcance para enfrentarse a estos problemas, entre ellos, dejar de usar las matemáticas como filtro académico.

En lugar de ello, el objetivo consiste en valorar como un tesoro la diversidad de talentos e intereses, proporcionar enseñanza y aprendizaje de matemáticas avanzadas a los estudiantes motivados y disminuir al mismo tiempo la cantidad de personas que sufren de fobia a las matemáticas. El reto consiste en desarrollar una perspectiva sistemática que abarque a toda la sociedad, en lugar de imponer los mismos valores y enfoques tanto a los estudiantes entusiastas como a los estudiantes reacios. Porque amamos las matemáticas, deseamos minimizar el número de aquellos que las odian. Nuestra propuesta tiene varios propósitos: modificar la premisa que sustenta el debate vigente; darles a las matemáticas y a la enseñanza en nuestra cultura un papel humanístico; y crear un modo de enseñar las matemáticas que se centre en las necesidades y en la capacidad de los estudiantes, y en las necesidades y en la capacidad de la sociedad.

Conclusiones

Hemos llegado al final de nuestro viaje, de nuestro recorrido por los diversos aspectos de la vida matemática. Hemos repasado los inicios de la vida matemática de los niños y de los estudiantes, hemos analizado después algunas de sus características especiales como una subcultura única de la sociedad moderna. Hemos visto la capacidad que tienen las matemáticas, por una parte, de proporcionar consuelo y refugio a las personas que se dedican a ellas, y, por la otra, los peligros que acarrean al permitir que estas mismas personas se aíslen y caigan en la excentricidad, que en algunos casos aislados ha llegado a una total demencia. Hemos observado a continuación algunos de los elementos que mantienen unida a la comunidad matemática, en un capítulo dedicado a las amistades, en otro que hablaba de las comunidades, y en otro más que abordaba los problemas del envejecimiento. En los dos últimos capítulos hemos abordado la enseñanza, el aprendizaje y las escuelas.

Una mirada así de amplia e incluyente de la vida matemática no tiene ninguna intención de demostrar una teoría o de predicar una moral, aunque podemos señalar sin embargo algunas cuestiones importantes. Una de ellas es un hecho psicológico obvio pero que a menudo pasamos por alto: el trabajo matemático, igual que cualquier otro tipo de trabajo intelectual o artístico que implica un compromiso profundo, es intensamente emocional. Depende de una fuerte motivación, y conlleva euforia y decepción, felicidad y tristeza.

Algunos sentimientos relacionados con la claridad y la certidumbre, y con la búsqueda de respuestas a problemas no resueltos desde hace mucho tiempo, son propios de las matemáticas. Otras emociones son comunes a otras disciplinas: el placer de guiar, el reto de enseñar, la recompensa de participar en una comunidad que se preocupa de sus miembros, y también la incomodidad de la rivalidad por lograr premios y alcanzar la fama. Paul Halmos glorificaba así el gozo del descubrimiento, una emoción que, además de los matemáticos, también experimentan artistas y científicos:

> *El gozo de saber de repente lo que antes era un secreto, y el gozo de descubrir de repente una verdad oculta hasta el momento, a mí me parecen lo mismo, ambos tienen el destello de la iluminación, la visión casi increíblemente mejorada, y el éxtasis y la euforia de la tensión liberada*[422].

Con todo, los matemáticos son especialmente vulnerables y propensos a sentirse incompetentes en una profesión que recuerda y honra a tantos de sus miembros más ilustres.

El matemático aplicado Fern Hunt ha dicho:

> *no importa lo bueno que seas en realidad, siempre hay alguien que te dará mil vueltas... esto, y el hecho de que las matemáticas son un campo con el que muchas personas tienen problemas, provoca una gran ansiedad, tanto en el seno de la profesión como fuera de ella*[423].

---

[422] Halmos (1985), p. 3.
[423] Henrion (1997), p. 228.

En capítulos anteriores hemos conocido a Lipman Bers, un mentor muy querido en el Instituto Courant y uno de los matemáticos que lucharon en defensa de los derechos humanos. En una entrevista, Bers expresaba algunas de esas emociones[424].

Pregunta: «Cuando dice que las matemáticas son una profesión muy cruel, ¿lo dice porque los estándares son tan altos?».

Bers: «Los estándares son altos, y nunca sabes si alguna vez serás capaz de abrirte paso. Luego, tienes miedo de no ser capaz de comprender a los profesores, y después, tienes miedo de no ser capaz de redactar una tesis».

A Bers le preguntaron después si, a pesar de las dudas, uno comprende al final si ha logrado el éxito. Bers respondió: «Sí, si has hecho algo, sí. ¡Nada puede compararse a este placer! Sin embargo, entonces empiezas a preocuparte, ¿serás capaz de repetirlo?»[425].

Ya hemos mencionado en repetidas ocasiones el atractivo que tienen la claridad y la elegancia, que muchos futuros matemáticos encuentran fascinante. La utilidad que tienen las matemáticas para la física, la ingeniería, la biología y otras disciplinas, también constituye una gran motivación y les proporciona una gran satisfacción a los futuros matemáticos.

No obstante, la ambigüedad, la contradicción y la paradoja también son algo inherente a las matemáticas. La vida es ambigua y contradictoria. Las matemáticas forman parte de la vida. En la

[424] Albers, D.J., Alexanderson, G.L., y Reid, C. (1990). *More mathematical people*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich, pp. 3-26.

[425] Ibíd., p. 14.

medida en que la filosofía de las matemáticas describe la situación matemática en su totalidad, el proceso, además del contenido, naturalmente, tiene que ser también, y por necesidad, ambiguo. Tal como escribe William Byers:

> *la lógica se desplaza en una dirección, la dirección de la claridad, de la coherencia y de la estructura. La ambigüedad se desplaza en dirección contraria, la de la fluidez, de la apertura y de la liberación. Las matemáticas se desplazan en una y otra dirección entre estos dos polos opuestos... y es la interacción entre estos aspectos diferentes lo que les da a las matemáticas su poder*[426].

De la cultura matemática forman parte no sólo los resultados y teoremas conocidos sino también los problemas sin resolver. Estos desafíos son los que despiertan algunos de los sentimientos identificados por Byers: dudas y preguntas, y el placer de dar con una solución. Los problemas pueden ser ambiguos y trabajar en ellos exige vivir con la tensión de la incertidumbre. A los matemáticos les gusta escuchar historias sobre el difícil recorrido de algunos de sus héroes para resolver algunas conjeturas pendientes desde hace mucho tiempo. Este tipo de historias se explican y se vuelven a explicar como parte de la historia y de la cultura matemática.

Un tema recurrente en este libro ha sido la necesidad de encontrar el equilibrio entre la concentración tenaz por una parte, y la

[426] Byers, W. (2007). *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction and paradox to create mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 78.

amplitud de miras emocional e intelectual por la otra. Parte de la fascinación de las matemáticas radica en su claridad, atractivo estético y precisión. No obstante, la total inmersión en estos aspectos puede conducir a un estilo de enseñanza carente de sentido del humor, de delicadeza y de compasión. Puede incluso llegar a poner en peligro a alguna persona vulnerable de tendencia obsesiva. Muchos matemáticos encuentran un contrapeso a la inmersión en su trabajo intelectual en el cariño de amigos y familia o disfrutando de la música o de la naturaleza. Estamos pensando en los músicos de cámara de Gotinga y de Nueva York, en los numerosos excursionistas, nadadores, tenistas, coleccionistas de mariposas o de minerales, y en los amantes de la poesía y de la música.

La segunda conclusión de ese trabajo es que, a pesar de que la vida matemática parece ser individualista y solitaria, también es social y emocional. Todos y cada uno de los aspectos del trabajo matemático, ya sea resolviendo problemas, construyendo teorías, o en aplicaciones prácticas, toman su sentido y valor del interés y de la pertinencia que tienen para la comunidad matemática y para la sociedad en general. Reconocer este hecho se opone al estereotipo según el cual las matemáticas son una torre de marfil académica y remota, una especie de subcultura cerrada y desconectada de las cuestiones que estudian los investigadores de orientación social y que preocupan al público en general. Al analizar las controversias relacionadas con la raza, el género, la edad y la rivalidad por obtener premios, hemos visto que la vida matemática se implica en los desafíos y en los conflictos de la cultura contemporánea. Al mismo tiempo, la inmersión en las matemáticas ha ofrecido un refugio temporal de la guerra, de la persecución y de la injusticia.

Porque la vida matemática es social, siempre tiene un aspecto ético. Lo que uno hace afecta a los otros y puede ser de ayuda o perjudicial. En general, un matemático, en una escuela o universidad, o incluso en una gran empresa o administración, puede ser, igual que cualquier otra persona, competitivo o cooperativo, constructivo o destructivo, de ayuda o perjudicial. Es más, y puesto que las matemáticas están conectadas económica, política e ideológicamente, a todos los aspectos de la sociedad en general, el papel que desempeña un matemático en su propia comunidad profesional, a favor o en contra de la libertad de pensamiento, del avance social o del bienestar humano, es objeto de los mismos juicios éticos que se aplican a cualquier otro ámbito de la vida social.

A los matemáticos aplicados que colaboran con los físicos, con los biólogos o con los ingenieros se les valora según la utilidad de su trabajo con relación al mundo real. ¿Contribuirán a los métodos sofisticados de destrucción? ¿O quizá su trabajo pueda ser utilizado para beneficio de la humanidad?

Las actividades especiales de los matemáticos son, no obstante, la enseñanza y la investigación. La principal pregunta que debe plantearse un profesor es: ¿qué haces por tus estudiantes? ¿Les ayudas a superar la sensación de alejamiento que sienten muchos jóvenes cuando se enfrentan a esta rigurosa disciplina? ¿Compartes con ellos tu pasión por la belleza de esta disciplina? ¿Compartes con ellos la inquietud que sientes cuando no logras encontrar una solución?

Como parte de un enfoque ético a la enseñanza de las matemáticas, hemos objetado a que las matemáticas se utilicen como un filtro, que se utilicen para decidir quién puede acceder a los programas de posgrado o de enseñanza profesional. El conocimiento matemático es relevante en la ingeniería, pero en campos tales como la medicina hay métodos más adecuados de decidir quiénes serán los futuros médicos.

¿Cuáles son las cuestiones éticas que preocupan a los investigadores matemáticos? Bill Thurston escribe que el objetivo de la investigación matemática es avanzar en matemáticas, no sólo acumular teoremas y demostraciones que lleven su nombre. ¿Intentas hacer posible que otros, además de ti mismo, realicen grandes descubrimientos?

En opinión de aquellos que, igual que G.H. Hardy, se consideran por encima de todo artistas, lo apropiado es que sean evaluados del mismo modo en que se evalúa a un compositor o a un novelista. ¿Permaneces con la multitud? ¿O bien persigues tu propia visión hasta donde te lleve, aunque te aleje de las tendencias más populares y aceptables? ¿Te decides por el producto fácil que tiene una recompensa garantizada sin que te cueste demasiado tiempo o te cause demasiados problemas? ¿O bien decides dedicarte al proyecto más inteligente del que eres capaz?

Las matemáticas forman parte del amplio tejido del pensamiento humano. Igual que otros sectores del arte y de la ciencia, son la búsqueda de pautas, de un modelo, de la armonía, de la proporción y de su aplicación. Ofrecen peligros y frustraciones, exigencias nada razonables e imposibles. También ofrecen placeres intensos y satisfacciones memorables. Frustraciones y satisfacciones, peligros y gozos, todo ello forma parte de un modo de vida intensamente exigente e inmensamente gratificante.

Agradecimientos

Este libro no hubiera sido posible sin el apoyo continuo, inteligente y entusiasta de los bibliotecarios del Santa Fe Institute, la señora Margaret Alexander y el señor Timothy Taylor, y sin el compromiso y la mente y el lenguaje claros de Valerie Clement. Este libro ha contado con el apoyo y la habilidad editorial de Vickie Kearn, de la Universidad de Princeton, y el personal que trabaja con ella.

Quisiéramos extender nuestro agradecimiento a nuestro amigo Frank Wimberly, que colaboró con nosotros traduciendo al inglés las palabras de José Luis Massera y de sus compatriotas acerca de su experiencia carcelaria en el penal uruguayo llamado Libertad.

Agradecemos a Roger Frye, Claudia Henrion, Alexander Shen, Freeman Dyson, Ivor Grattan-Guinness, Chandler Davis, Allyn Jackson, Roy Lisker, Jenny Harrison, Moe Hirsh, Calvin C. Moore, Robert Osserman, Underwood Dudley, Nel Noddings, Kristin Umland, Cathy Fosnot, Peter Lax, Marry Ellen Rudin, Clarence Stephens, Nel Kroeger, Laura Cameron, Harry Lucas Jr., Richard J. Griego, Don Lemons, Jim Dudley, Peter Ross, Marjorie Senechal, Richard Kitchen, *The Mathematical Intelligencer*, la American Mathematical Society y a la Mathematical Association of America haber leído uno o varios capítulos del borrador, habernos dado permiso para citarlos, y haber corregido el texto y verificado la exactitud de los datos.

Por las conversaciones y cartas de apoyo, instructivas e inspiradoras, queremos darles las gracias a Sergio Albeverio,

Michael Baron, Jonathan Borwein, Billy Brown, Mario Bunge, Laura Cameron, Menon Charbonneau, Paul Cohen, Brian Conrey, John Conway, Vageli Coutsias, Chandler Davis, Phil y Hadassah Davis, Martin Davis, Persi Diaconis, Jim y Mary Dudley, Underwood Dudley, Harold Edwards, Jim Ellison, Pedro Embid, Bernie Epstein, Dick Epstein, Paul Fawcett, Paul Fife, Cathy Fosnot, Marilyn Frankenstein, Claire y Roger Frye, Murray Gell-Man,Jekuthiel Ginsberg, Sylvia P. Glick, Brian Greer, Richard J. Griego, Tom y Rosa Hagstrom, Liong-Shin Hahn, Cliff Harris, Eva Hersh, Einar Hille, Moe Hirsch, Fritz John, Maria del Carmen Jorge Jorge, Tom, Gael y Nick Keyes, Allyn Jackson, Kirk Jensen, Richard Kitchen, Morris Kline, Steve Krantz, Serge Lang, Anneli y Peter Lax, Don Lemons, Ina Lindemann, Roy Lisker, Jens Lorentz, Wilhelm Magnus, Elena Marchisotto, Lisa Mersky, Cathleen Morawetz, Ed Nelson, Nel Noddings, Paul Noren, Bob Osserman, Cristina Pereyra, Ralph Philips, Klaus Peters, Arthur Powell, Gian-Carlo Rota, Peter Ross, Jill y Neal Singer, J.J. Shaffer, Santiago Simanca, Ernesto Sobrevilla-Soto, Stan Steinberg, Constantino Tsallis, Robert Thomas, Kristin Umland, Greve Unnever, Wilfredo Urbina, Cotten y Larry Wallen, Hao Wang y Frank Wimberly.

Cualquier error o inexactitud en los que hayamos podido caer son, por supuesto, responsabilidad exclusiva de los autores.

Biografías

Nota: en esta sección, en ocasiones, hemos entrado en más detalles en la vida de las personas interesantes y que no son demasiado conocidas, y en cambio nos hemos limitado a una breve referencia de los matemáticos más famosos. (Ésta no es una lista exhaustiva de todos los que hemos mencionado en este libro).

Una gran parte de esta información procede de búsquedas en la web (Internet). Le debemos nuestro agradecimiento a Google y a sitios web indispensables como Wikipedia, MacTutor (escrito y editado por J.J. O'Connor y E.F. Robertson de la Universidad de St. Andrews), y Mathematicians of the African Diaspora (mantenida por Scott W. Williams).

Ralph Abraham (1936-). Matemático estadounidense que, en las décadas de 1960 y 1970, participó activamente en el desarrollo de la teoría de sistemas dinámicos.

Jean d'Alembert (1717-1783). Matemático francés pionero en el estudio de las ecuaciones diferenciales y en su aplicación a la física. Estudió el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

P.S. Aleksandrov (1896-1982). Topólogo ruso que escribió alrededor de trescientos trabajos científicos durante su larga carrera. Estableció las bases de la teoría homóloga en una serie de artículos fundamentales publicados entre 1925 y 1929.

Richard D. Anderson (1922-2008). Matemático estadounidense alumno de Robert Lee Moore. Su trabajo se centró al principio en la topología geométrica de los continuos. Más tarde, fue el principal responsable, junto con sus alumnos, del desarrollo de la topología de dimensiones infinitas.

Arquímedes de Siracusa (*c.* 287 a. C.-*c.* 212 a. C.) Físico y matemático de la era clásica, un genio sobresaliente.

Vladimir I. Arnold (1937-2010). Matemático ruso que, cuando todavía era un adolescente y alumno de Andréi Kolmogorov en la Universidad Estatal de Moscú, resolvió el 13º problema de Hilbert demostrando que cualquier función continua de diversas variables puede construirse con un número finito de funciones de dos variables. Desde entonces ha realizado importantes contribuciones a un extraordinario número de diferentes disciplinas matemáticas.

Michael Atiyah (1929-). Matemático británico de origen libanés al que, en general, se considera uno de los más grandes geómetras del siglo XX. En la década de 1960, su trabajo innovador junto a Isadore Singer resultó en el teorema de índice Atiyah-Singer, un resultado que contribuyó al desarrollo de diversas ramas de las matemáticas. Antes, y junto a Friedrich Hirzebruch, había fundado el estudio de otra herramienta fundamental en topología algebraica: la teoría *K* topológica, inspirada por el trabajo de Alexander Grothendieck sobre el teorema de Riemann-Roch y que, desde entonces, ha generado la teoría *K* algebraica.

John Carlos Báez (1961-). Físico matemático estadounidense de la Universidad de California en Riverside. Se le conoce por su trabajo en gravedad cuántica de bucle y en aplicaciones de las categorías superiores a la física. Su hermana Joan es una famosa cantante.

Stefan Banach (1892-1945). Matemático polaco que fundó el análisis funcional moderno y realizó importantes contribuciones en los espacios vectoriales topológicos, la teoría de la medida, la integración y las series ortogonales.

Henri Baruk (1897-1999). Neuropsiquiatra francés. Baruk vivió durante su infancia entre los pacientes del hospital psiquiátrico que dirigía su padre Jacques.

Edwin Beckenbach (1906-1982). Matemático estadounidense que contribuyó a la creación del Institute for Numerical Analysis de la UCLA en el año 1948. Su máquina de computación SWAC fue una de entre la media docena de computadoras más potentes del mundo. Los matemáticos que se reunieron para utilizar SWAC hicieron famosa a la UCLA en todo el mundo.

Edward Griffith Begle (1914-1978). Matemático estadounidense y director del grupo School Mathematics Group Study (SMSG) para el estudio de las matemáticas en la escuela, un grupo al que se le atribuye sobre todo el desarrollo de las «matemáticas modernas».

Eric Temple Bell (1883-1960). Teórico de los números estadounidense de origen escocés y autor prolífico. Su libro *Los grandes matemáticos* es una recopilación de biografías de matemáticos muy difundida.

Felix Bernstein (1878-1956). Estadístico y matemático alemán que enseñó en Gotinga entre los años 1907 y 1934. En 1921 fundó el Instituto de Estadística Matemática y en 1934 emigró a Estados

Unidos. Regresó a Gotinga en 1948. Publicó un famoso teorema sobre la equivalencia de los conjuntos mientras asistía a un seminario de Cantor en Halle en 1897.

Lipman Bers (1914-1993). Matemático estadounidense de origen letón que trabajó en las superficies de Riemann. Se doctoró en 1938 en la Universidad de Praga con una tesis dirigida por Charles Loewner. Fue un profesor muy querido y admirado por los estudiantes de posgrado y un destacado defensor de los derechos humanos a escala internacional.

Abraham Samoilovitch Besicovitch (1891-1970). Matemático judío de origen ruso que estudió con A.A. Markov en la Universidad de San Petersburgo. Se convirtió a la ortodoxia oriental y se unió a la iglesia ortodoxa rusa cuando se casó en 1916. En 1924 se reunió con Harald Bohr en Copenhague, donde trabajó en funciones casi periódicas, las que ahora llevan su nombre. Se trasladó a Cambridge en 1927, donde fue nombrado profesor de la cátedra de matemáticas Rouse Ball, puesto que conservó hasta su jubilación en 1958. Trabajó sobre todo en métodos combinatorios y en cuestiones de análisis real, tales como el problema de la aguja de Kakeya y la dimensión Hausdorff-Besicovitch.

Enrico Betti (1823-1892). Matemático italiano y profesor en la Universidad de Pisa; destacó por sus contribuciones al álgebra y a la topología. Betti también realizó un importante trabajo en física teórica, en particular en la teoría potencial y en elasticidad.

R H Bing (1914-1986). Matemático estadounidense, alumno de Robert Lee Moore, que trabajó en topología general y, más en particular, en metrización, y en conjuntos planares, donde examinó redes, cortes, e infecciones planares.

George David Birkhoff (1884-1994). Primer matemático destacado estadounidense formado en Estados Unidos, en Chicago y en Harvard. Su trabajo más importante fue el teorema ergódico que demostró en 1931.

Joan S. Lyttle Birman (1927-). Matemática estadounidense. Después de años de trabajar como analista de sistemas en la industria aeronáutica, se tomó unos años de excedencia para educar a sus tres hijos. En 1961 empezó a trabajar con Wilhelm Magnus y se doctoró en 1968 en el Instituto Courant de ciencias matemáticas. El trabajo matemático de Birman se ha centrado sobre todo en la topología de bajas dimensiones: trenzas, nudos, funciones de superficie y variedades de tres dimensiones.

David Blackwell (1919-2010). Profesor emérito de estadística en la Universidad de California en Berkeley, y uno de los epónimos del teorema Rao-Blackwell. En 1965 fue el primer afroamericano nombrado académico de la ciencia. David Blackwell declaró que el trabajo que le dio mayor satisfacción fue el de los juegos infinitos y conjuntos analíticos. Descubrió una demostración de la teoría de juegos del teorema de reducción de Kuratowski que vinculaba las áreas de la teoría de juegos y de la topología.

André Bloch (1893-1948). Matemático francés a quien se recuerda por un resultado sobre funciones univalentes llamado teorema de Bloch. Toda su producción matemática fue realizada mientras se hallaba confinado en una institución para criminales dementes.

Leonore Blum (1942-). Matemática y lógica estadounidense profesora de Carnegie-Mellon. Describió así su trabajo: «La continuidad es la matemática del cálculo y de la física, pero nunca ha existido una teoría de la computación que trate de este *continuum*».

Ralph Philip Boas Jr. (1912-1992). Matemático, profesor y editor científico estadounidense de la Universidad Northwestern que escribió más de doscientos artículos que trataban, sobre todo, del análisis real y complejo.

Harald Bohr (1887-1951). Matemático danés que trabajó en las series de Dirichlet y en el análisis aplicado a la teoría de números. Es el único matemático en haber conseguido una medalla olímpica (con el equipo de fútbol de Dinamarca en 1908). Era el hermano del gran físico Niels Bohr.

Béla Bollobás (1943-). Teórico de grafos británico de origen húngaro en la Universidad de Cambridge. Tras doctorarse en geometría discreta en 1967, pasó un año en Moscú con I.M. Gelfand, y después se doctoró por segunda vez, en el año 1972, en análisis funcional en la Universidad de Cambridge.

János Bolyai (1802-1860). Matemático húngaro y uno de los tres famosos descubridores de la geometría no euclidiana junto con Gauss y Lobachevsky.

Nicolas Bourbaki. Seudónimo de un grupo de matemáticos (casi todos) franceses fundado en 1935 y que dominó la mayor parte de las matemáticas puras en las décadas de 1950 y de 1960.

L.E.J. Brouwer (1881-1966). Matemático holandés más conocido por su teorema topológico de punto fijo. Fundó la doctrina del intuicionismo matemático, que ve las matemáticas como la formulación de construcciones mentales gobernadas por leyes evidentes.

Felix E. Browder (1927-). Matemático estadounidense conocido por su trabajo en ecuaciones diferenciales parciales elípticas. Es el hermano de los matemáticos William y Andrew Browder. Se doctoró en la Universidad de Princeton en 1948, y fue galardonado con el Premio Nacional de la Ciencia en 1999. También ocupó el cargo de presidente de la American Mathematical Society entre 1999 y el año 2000. **Justine Bumby**. Matemática estadounidense que vivió con Alexandre Grothendieck. El hijo de ambos es el estadístico John Grothendieck.

Georg Cantor (1845-1918). Matemático alemán y fundador de la teoría de conjuntos, considerada por algunos como los fundamentos de las matemáticas. Introdujo el concepto de cardinal infinito y de números ordinales.

Lazare Nicolas Marguerite Carnot (1753-1823). Matemático francés más conocido como geómetra. En 1803 publicó *Géométrie de Position*, obra en la que se utilizaron en geometría por primera vez y de forma sistemática las magnitudes dirigidas.

Henri Cartan (1904-2008). Matemático francés que trabajó en funciones analíticas, teoría de haces, teoría homóloga, topología algebraica y teoría potencial, siendo autor de significativos avances en todos estos campos.

Pierre Cartier (1932). Matemático francés y miembro de Bourbaki. Permaneció en el grupo hasta que se retiró en 1963. «Calculo que habré contribuido con alrededor de doscientas páginas al año durante todo el tiempo que he permanecido en Bourbaki».

Mary Cartwright (1900-1998). Especialista británica en ecuaciones diferenciales. Fue la primera mujer en ser galardonada con la medalla Sylvester y en ser miembro del consejo de la Royal Society. Fue presidenta de la London Mathematical Society entre 1961 y 1962, hasta el momento la única mujer que ha ocupado este cargo. Cartwright tenía el talento de ser capaz de llegar al centro de la cuestión y ver cosas importantes, tanto en matemáticas como en asuntos humanos.

Augustin-Louis Cauchy (1789-1857). Matemático francés pionero en el estudio del análisis, tanto real como complejo, y de la teoría de los grupos de permutación. También realizó investigaciones en convergencia y divergencia de series infinitas, ecuaciones diferenciales, determinantes, probabilidad y física matemática.

Arthur Cayley (1821-1895). Matemático británico de la Universidad de Cambridge. Realizó su trabajo más importante en álgebra de matrices y geometría no euclidiana y de *n* dimensiones.

N.G. Chebotaryev (1894-1947). Matemático ruso profesor en Odesa y en Kazán. Su «teorema de la densidad» fue utilizado en la solución de Emil Artin al 9º problema de Hilbert (la ley de reciprocidad más general).

Pafnuty Lvovich Chebyshev (1821-1894). Matemático ruso conocido por su trabajo en probabilidad, estadística y teoría de números. Se le considera uno de los padres fundadores de las matemáticas rusas. Algunos de sus alumnos fueron los prolíficos matemáticos Dmitri Grave, Aleksandr Korkin, Aleksandr Lyapunov y Andréi Markov. Según el proyecto Mathematics Genealogy Project, Chebyshev tiene alrededor de cinco mil «descendientes» matemáticos.

Shiing-Shen Chern (1911-2004). Matemático estadounidense de origen chino y uno de los más destacados investigadores de geometría diferencial del siglo XX.

Claude Chevalley (1909-1984). Matemático francés, uno de los miembros fundadores de Bourbaki y también una destacada autoridad en teoría de anillos y teoría de grupos.

William Shieffelin Claytor (1908-1967). Matemático estadounidense. Trabajó en Nueva York al mismo tiempo que daba clases entre dieciocho y veintiuna horas por semana y que dirigía el departamento de matemáticas de la Universidad Howard. En 1980 la Asociación Nacional de Matemáticos instituyó la serie de conferencias Claytor en su honor.

Paul Cohen (1934-2007). Matemático estadounidense que inventó una nueva técnica en teoría de conjuntos a la que llamó *forcing* y que utilizó para demostrar la independencia del axioma seleccionado y la independencia de la hipótesis del *continuum* generalizado. Pasó la mayor parte de su vida profesional en la Universidad de Stanford.

Zerah Colburn (1804-1839). Famoso niño prodigio estadounidense del siglo XIX. Nacido en Cabot, Vermont, y educado en la escuela Westminster de Londres, hasta la edad de siete años se creyó que era retrasado mental. A los siete años, tardó seis segundos en responder a la pregunta de cuántas horas tenían 38 años, 2 meses y 7 días.

Jere Confrey. Profesora estadounidense en la Universidad de Washington. Fue una de las fundadoras del programa UTEACH, en la Universidad de Texas en Austin, para las matemáticas en la secundaria y para la formación de profesores de ciencias. Fundó el programa de verano en matemáticas para jóvenes mujeres en el colegio universitario Mount Holyoke, y fue cofundadora del programa de verano, Summer Maths for Teachers.

John Horton Conway (1937-). Matemático británico, en la actualidad en la Universidad de Princeton en Estados Unidos. Realizó importantes contribuciones a la teoría de grupos, creó una teoría de «números surreales», y ha realizado investigaciones avanzadas en teoría de nudos, teoría de números, teoría de juegos, formas cuadráticas, teoría de la codificación y teselación.

Richard Courant (1888-1932). Matemático estadounidense de origen alemán. Dirigió el Instituto de Matemáticas en Gotinga. Después que dicho instituto fuera destruido por Hitler, se trasladó a Nueva York, donde fundó en la Universidad de Nueva York el Institute of Mathematical Sciences, que se convirtió en el centro de investigación más avanzado del mundo. En 1964 el centro recibió el nombre de Instituto Courant en su honor.

Harold Scott MacDonald Coxeter (1907-2003). Matemático canadiense que se licenció en Cambridge y pasó la mayor parte de su vida en Canadá. Trabajó principalmente en geometría, realizando importantes contribuciones en la teoría de los politopos, geometría no-euclidiana, teoría de grupo y combinatoria.

Premio Crafoord. Premio científico establecido en 1980 por Holger Crafoord, un industrial sueco, y por su esposa, Anna-Greta Crafoord. Administrado por la Real Academia Sueca de la Ciencia, el galardón «tiene el objetivo de fomentar la investigación básica internacional en las disciplinas de astronomía y matemáticas; geociencias; biociencias, con especial énfasis en la ecología y en la poliartritis (artritis reumatoidea)», la enfermedad que padeció Holger Crafoord en los últimos años de su vida. El galardón lo entrega el rey de Suecia (que también entrega los premios en la ceremonia del premio Nobel del mes de diciembre). La dotación del premio, medio millón de dólares estadounidenses (en el año 2007), está destinada a financiar las investigaciones del galardonado.

Mihaly Cskszentmihalyi (1934-). Estadounidense de origen húngaro. Catedrático de psicología en la Universidad Claremont de California. Destaca por su trabajo en el estudio de la creatividad y el bienestar subjetivo; se le conoce sobre todo como el arquitecto del concepto de «flujo», por sus años de investigación de este tema y por todos los libros que ha publicado.

George Dantzig (1914-2005). Matemático estadounidense y profesor cuyo trabajo fundamental en el método símplex de programación lineal constituye el fundamento de buena parte de la ingeniería de sistemas, y se aplica de forma muy extensa en el diseño de redes y en el diseño de componentes en el campo de las ingenierías informática, mecánica y eléctrica.

Tobias Dantzig (1884-1956). Matemático estadounidense de origen báltico, alemán y ruso, el padre de George Dantzig y el autor de *Number: The Language of Science*, una sobresaliente obra que presenta matemáticas avanzadas de un modo muy accesible a los profanos.

Joseph Dauben. Historiador de las matemáticas estadounidense. Es el autor de libros sobre Georg Cantor y Abraham Robinson.

Harold Davenport (1907-1969). Matemático británico conocido por su trabajo en teoría de números. Hacia el año 1950 lideró un grupo que fue el sucesor de la escuela de análisis matemático de G.H. Hardy y de J.E. Littlewood, aunque más dedicado a la teoría analítica de números, un trabajo que implicaba resolución de problemas y análisis muy pormenorizados. El extraordinario trabajo en aproximación diofántica de Klaus Roth y Alan Baker demostró hasta dónde se podía llegar. Este énfasis en los problemas concretos mostraba un contraste radical con la abstracción de Bourbaki, grupo muy activo en aquel momento justo al otro lado del Canal de la Mancha.

Chandler Davis (1936-). Matemático canadiense de origen estadounidense cuya investigación se ha centrado ante todo en el álgebra lineal y en la teoría de operadores en el espacio Hilbert. Empezó su carrera literaria con la obra *Astounding Science Fiction* en el año 1946. Lleva muchos años enseñando en la Universidad de Toronto y es además editor de la revista *The Mathematical Intelligencer*.

Karel de Leeuw (1930-1978). Matemático estadounidense de la Universidad de Stanford que se especializó en análisis armónico y análisis funcional. Se doctoró en 1954 en la Universidad de Princeton con una tesis dirigida por Emil Artin. Fue asesinado por Theodore Streleski, un estudiante que llevaba diecinueve años preparando su doctorado y al que asesoró durante un breve tiempo.

Pierre Deligne (1944-). Matemático belga alumno de Grothendieck y que transformó la filosofía de motivos de Grothendieck en la fuerza impulsora tras muchos de los campos de estudio de la geometría y de la aritmética actuales. Los hallazgos de Deligne han dado pie a una nueva comprensión de la cohomología de las variedades.

Jean Delsarte (1903-1968). Matemático francés y miembro de Bourbaki, más conocido por su trabajo en funciones periódicas medias y en operadores de traslación. Fue un analista de gran intensidad y originalidad.

Abraham de Moivre (1667-1754). Matemático francés, famoso por la fórmula de Moivre, que vincula los números complejos y la trigonometría, y por su trabajo en la distribución normal y en la teoría de probabilidades. Sus padres eran protestantes. La libertad de religión había sido garantizada en Francia desde 1598 por el Edicto de Nantes, pero en el año 1685 el rey Luis XIV revocó el edicto, lo que condujo a la expulsión de los hugonotes. De Moivre fue encarcelado pero al final pudo emigrar a Inglaterra. Como un extranjero en Inglaterra, nunca pudo obtener un puesto docente en ninguna universidad, y vivió en la pobreza sólo con lo que ganaba dando clases particulares. Entabló amistad con Isaac Newton, Edmund Halley y James Stirling, y fue nombrado miembro de la Royal Society. Newton solía ir a buscarle cada tarde para mantener charlas filosóficas en el café que De Moivre solía frecuentar.

Augustus de Morgan (1806-1871). Matemático y lógico inglés que definió e introdujo el término «inducción matemática», mediante el cual le dio a este método una base rigurosa.

René Descartes (1596-1650). Filósofo francés cuyo trabajo se suele considerar el origen de la filosofía moderna. En su obra *La geometría* introdujo la aplicación sistemática del álgebra a la geometría, el primer avance significativo en geometría desde los tiempos de la antigüedad.

Jean Dieudonné (1906-1992). Matemático francés y uno de los miembros fundadores de Bourbaki. Redactó los borradores de los muchos textos de Bourbaki y se convirtió también en rector de la Universidad de Niza.

James A. Donaldson (1941-). Matemático estadounidense y decano de la Universidad Howard que ha trabajado en ecuaciones diferenciales y matemática aplicada.

Joseph Doob (1910-2004). Probabilista estadounidense que ganó el premio Steele por su fundamental trabajo en el que estableció la probabilística como una rama de las matemáticas, y por su constante y profunda influencia en su desarrollo.

Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805-1859). Matemático alemán que demostró en 1837 que, en cualquier progresión aritmética cuyo primer término no tiene ningún factor común con la diferencia, hay un número infinito de primos.

Underwood Dudley (1937-). Profesor de matemáticas estadounidense en la Universidad De Paauw en Estados Unidos.

Freeman Dyson (1923-). Físico y matemático estadounidense de origen británico, famoso por su colaboración con Richard Feynman en el método Feynman de integral de caminos. También es el autor de muchos libros que tratan de ciencia y de problemas sociales.

Nikolai Vladimirovich Efimov (1910-1982). Geómetra ruso y administrador de la Universidad Estatal de Moscú.

Samuel Eilenberg (1913-1998). Matemático estadounidense de origen polaco y autor junto a Norman Steenrod del famoso texto *Foundations of Algebraic Topology* en el año 1952. En aquel momento, las versiones diferentes y confusas de la teoría de la homología eran muchas. Eilenberg y Steenrod mostraron cómo definir todas estas diferentes teorías como funtores de homología, pasando la categoría de pares de espacios a la categoría de grupos o anillos y aplicando axiomas adecuados tales como la «excisión» (SIC). Eilenberg llevó también una doble vida como coleccionista de objetos de arte contemporáneo.

Albert Einstein (1879-1955). Físico alemán que contribuyó más que cualquier otro científico a la visión moderna de la realidad física. Su teoría de la relatividad, general y especial, es el modelo más satisfactorio del universo a gran escala.

Paul Erdös (1913-1996). Matemático húngaro, uno de los principales defensores y creadores de las matemáticas discretas. Nadie consiguió igualar su capacidad de plantear y resolver problemas en matemática combinatoria, teoría de números o cualquier otra área.

Alexander Serguéievich Esenin-Volpin (1924-). Poeta y matemático estadounidense de origen ruso. En la antigua Unión Soviética fue un líder de los movimientos por los derechos humanos y pasó catorce años en cárceles o *psikhushkas*, o bien el exilio.

Euclides de Alejandría (*c.* 325 a. C.-*c.* 265 a. C.) El tratado de geometría de Euclides, *Los Elementos*, dominó la educación matemática occidental durante más de dos mil años.

Leonhard Euler (1707-1783). Matemático suizo que realizó grandes aportaciones a las matemáticas y a la física, incluyendo la geometría analítica, la trigonometría, la geometría, el cálculo, la teoría de números, la dinámica de fluidos y la elasticidad.

Daniel Leonard Averett (1951-). Profesor de lingüística, más conocido por sus estudios sobre el pueblo pirahã de la cuenca del Amazonas y su idioma.

Gerd Faltings (1954-). Matemático alemán conocido por su trabajo en geometría algebraica aritmética. Fue galardonado con la medalla Fields en 1986 por demostrar la conjetura de Mordell, que afirma que cualquier curva proyectiva no singular del género $g > 1$ definido sobre un campo de número K contiene sólo un número finito de muchos puntos racionales K.

Pierre de Fermat (1601-1675). Abogado francés y funcionario del gobierno recordado por su trabajo en teoría de números, en particular, en el último teorema de Fermat, y por las importantes contribuciones que realizó a los fundamentos del cálculo y de la probabilidad.

Medalla Fields. Galardón concedido a dos, tres o cuatro matemáticos no mayores de cuarenta años en cada congreso internacional de la International Mathematical Union, una reunión que tiene lugar cada cuatro años. En general, se considera que la medalla Fields es el máximo honor que puede recibir un matemático. Está dotada de una recompensa económica que en el año 2006 era de 15 000 dólares canadienses. El galardón fue creado a petición del matemático canadiense John Charles Fields.

Ludwik (Ludwig) Fleck (1896-1961). Médico y biólogo polaco que desarrolló el concepto de colectivos de pensamiento. Este concepto es importante en filosofía de la ciencia y en sociología de la ciencia porque ayuda a explicar cómo las ideas científicas cambian con el tiempo, y está además relacionado con el concepto posterior de Thomas Kuhn de cambio de paradigma. Fleck creía que el desarrollo del conocimiento científico no es unidireccional y que no consiste simplemente en acumular nueva información, sino también en deshacerse de la antigua.

Catherine Fosnot. Educadora matemática estadounidense. Su investigación principal se centra en la aplicación de los modelos vigentes de psicología cognitiva a la enseñanza de las matemáticas. Fosnot y sus colegas diseñaron situaciones de problemas realistas como el punto de partida de la investigación, e invitaron a estudiantes a «matematizar» a su propio e informal modo. Las aulas se convierten así en talleres donde los aprendices empiezan a investigar y después encuentran la demostración y les comunican sus reflexiones a sus condiscípulos.

Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830). Físico matemático francés que estableció la ecuación diferencial parcial que gobierna la difusión del calor, y que la resolvió utilizando series infinitas de funciones trigonométricas.

Hans Freudenthal (1905-1990). Matemático holandés que trabajó en los caracteres de los grupos Lie semi simples entre 1954 y 1956. Más tarde se dedicó a la historia de las matemáticas y a la educación matemática y ejerció una gran influencia en el desarrollo de la investigación sobre educación matemática en todo el mundo.

Kurt Friedrichs (1901-1982). Matemático estadounidense de origen alemán y coautor junto a Richard Courant de la obra clásica *Supersonic Flow and Shock Waves*.

Ferdinand Georg Frobenius (1849-1917). Algebrista alemán y catedrático en Berlín.

Dmitri Borisovich Fuchs (1939-). Matemático estadounidense de origen soviético, actualmente profesor de la Universidad de California en Davis y destacado investigador en representaciones de álgebras de Lie de infinitas dimensiones. En el pasado enseñó en la Universidad Estatal de Moscú y en la Universidad del Pueblo Judío.

Galileo Galilei (1564-1642). Científico italiano que formuló las leyes básicas de los cuerpos que caían, y que verificó mediante minuciosas mediciones. Construyó un telescopio con el que estudió los cráteres lunares, descubrió cuatro lunas orbitando alrededor de Júpiter y abrazó la causa de Copérnico.

Howard Gardner (1943-). Psicólogo cognitivo estadounidense de la Harvard Graduate School of Education. Se le conoce sobre todo por su teoría de inteligencias múltiples. En 1981 fue premiado con una beca MacArthur.

Carl Friedrich Gauss (1777-1875). Matemático alemán que trabajó en una amplia variedad de campos, tanto en matemáticas como en física: teoría de números, análisis, geometría diferencial, geodesia, magnetismo, astronomía y óptica. Su trabajo ha ejercido una inmensa influencia en muchos campos.

David Hillel Gelernter (1955-). Científico computacional estadounidense y profesor de ciencia computacional en la Universidad de Yale. En la década de 1980 realizó contribuciones fundamentales en el campo de la computación paralela. En 1993 Gelernter fue herido de gravedad al abrir una carta bomba que le había enviado Theodore Kaczynski, quien, en aquel momento, era un violento y desconocido opositor a la tecnología, y a quien la prensa bautizó con el nombre de «Unabomber». La mano derecha y el ojo derecho de Gelernter quedaron dañados de forma permanente. Escribió una crónica de su sufrimiento en un libro publicado en 1997 y titulado *Drawing life: Surviving the Unabomber*.

Israel Moiseievich Gelfand (1913-2009). Matemático ruso y uno de los matemáticos más prolíficos y originales del siglo XX. Publicó más de quinientos trabajos sobre matemáticas, matemáticas aplicadas y biología. Se involucró intensamente en la educación, y fundó una escuela por correspondencia que proporcionó valiosas experiencias matemáticas a estudiantes de toda la Unión Soviética.

Paulus Gerdes. Profesor mozambiqueño de matemáticas en la Universidad Eduardo Mondlane y en la Universidad Pedagógica de Mozambique; de esta última fue rector entre 1989 y 1996. Es director del Ethnomathematics Research Center y autor de varios libros.

Marie-Sophie Germain (1776-1831). Matemática francesa que realizó una importante contribución a la teoría de números, a la acústica y a la elasticidad. Trabajó fuera de las instituciones establecidas, a las que las mujeres tenían prohibido el acceso.

Adele Gödel (1899-1981). Esposa austríaca de Kurt Gödel, a quien protegió y cuidó durante muchos años. Cuando Adele sufrió un infarto cerebral que la dejó incapacitada, Kurt cuidó de ella con gran devoción, hasta que necesitó ser operada de urgencia y fue hospitalizada durante casi seis meses. Entonces Gödel tuvo que ocuparse de sí mismo, y su temor al envenenamiento lo llevó a un estado de inanición. Murió el 14 de enero de 1978. A su muerte cedió los derechos de los escritos de Kurt Gödel al Institute for Advanced Study.

Kurt Gödel (1903-1978). Filósofo y lógico austríaco. Su «teorema de la incompletitud» enuncia que en cualquier sistema matemático axiomático que incluya los números naturales, hay proposiciones que no pueden ser demostradas o refutadas en el marco de los axiomas del sistema. En el Institute for Advanced Studies mantuvo una estrecha amistad con Albert Einstein.

Rebecca Goldstein (1950-). Novelista estadounidense y profesora de filosofía. Ha publicado seis novelas, una antología de relatos y dos estudios biográficos, del matemático Kurt Gödel y del filósofo Baruch Spinoza.

Wayne Gould (1945-). Magistrado de Hong Kong conocido por haber popularizado el juego del Sudoku. Gould pasó seis años escribiendo un programa informático conocido con el nombre de

Pappocom Sudoku capaz de producir sudokus en masa para el mercado global.

Evelyn Boyd Granville (1924-). Segunda mujer afroamericana en doctorarse en matemáticas. Fue alumna de Einar Hille en Yale. Trabajó como matemática aplicada para IBM y North American Aviation, y enseñó en la Universidad Fisk de Nashville, en la Universidad Estatal de California en Los Ángeles, y en Texas College en Tyler, Texas. El colegio universitario Smith donde se licenció le concedió un doctorado *honoris causa* en 1989.

Mary Gray (1939-). Profesora estadounidense en la American University de Washington D.C. que trabaja principalmente en estadística. Durante años su nombre fue prácticamente sinónimo de la Association for Women in Mathematics. También es una activista por los derechos humanos.

John W. Green (1943-). Matemático estadounidense y antiguo alumno de Robert Lee Moore. Green perteneció al claustro de la Universidad de Oklahoma durante más de quince años. Después, se doctoró en estadística matemática en la Universidad Texas A&M, tras lo cual enseñó en la Universidad de Delaware durante cinco años. En la actualidad, trabaja para la empresa E.I. DuPont como investigador bioestadístico principal.

Alexandre Grothendieck (1928-). Matemático nacido en Alemania, pero más tarde apátrida, que trabajó en Francia. Entre 1959 y 1970, una nueva escuela de matemáticas prosperó bajo el liderazgo de Grothendieck. Su seminario de geometría algebraica llevó al Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES) a convertirse en el centro mundial de la geometría algebraica. Fue galardonado con la medalla Fields en 1966.

Jacques Salomon Hadamard (1865-1963). Matemático francés y profesor en la Sorbona de París que demostró el teorema de los números primos en 1896. Este teorema enuncia que el número de primos < n es asintótico a $n/\log n$, tal que n tiende a infinito.

Hans Hahn (1879-1934). Matemático austríaco recordado por el teorema de Hahn-Banach. Realizó contribuciones importantes al cálculo de variaciones, desarrollando tareas de Weierstrass.

Paul Halmos (1906-2006). Matemático estadounidense de origen húngaro muy conocido por sus libros de textos de posgrado que tratan de matemáticas y abordan el tema de los espacios vectoriales de dimensiones finitas, teoría de la medición, teoría ergódica y espacio de Hilbert. Muchos de estos libros fueron las primeras presentaciones sistemáticas de estas disciplinas en inglés.

Israel Halperin (1911-2007). Matemático canadiense y activista por los derechos humanos. Estudió el posgrado con John von Neumann en la Universidad de Princeton. En febrero de 1946, se le relacionó con la deserción de Igor Gouzenko, un especialista soviético en criptografía, y fue detenido y acusado de espionaje en Canadá. Tras intensos interrogatorios y una detención que duró varias semanas, Halperin fue por fin liberado sin cargos. Fue elegido miembro de la Royal Society de Canadá en 1953 y galardonado con la medalla Henry Marshall en 1967. Fue autor de más de cien artículos académicos y le fue concedido un doctorado *honoris causa* en leyes en Queens en 1989. También fue elegido miembro de la Orden de Canadá por su trabajo humanitario y matemático.

George Bruce Halsted (1853-1922). Matemático estadounidense. Excéntrico y en ocasiones espectacular, Halsted alcanzó fama internacional como erudito, profesor, promotor y popularizador de las matemáticas.

Richard Hamilton (1943-). Matemático estadounidense que se doctoró en la Universidad de Princeton en 1966 con una tesis dirigida por Robert Gunning. Es profesor de matemáticas en la Universidad de Columbia y en 1996 fue galardonado con el premio Oswald Veblen de la American Mathematical Society.

Godfrey Harold Hardy (1877-1947). Matemático británico, catedrático en Oxford y Cambridge, Reino Unido. Los intereses de Hardy abarcaron muchos temas de matemática pura: análisis diofántico, sumatorio de series divergentes, series de Fourier, función zeta de Riemann y la distribución de los números primos.

Jenny Harrison (1949-). Profesora estadounidense de matemáticas en la Universidad de California en Berkeley. Desarrolló una teoría de cálculo cuántico que unifica el cálculo infinitesimal con la teoría clásica del *continuum* no diferenciable. Estos métodos se aplican a una clase de dominios llamados cadenetas, que incluyen películas de jabón, fractales, grafos de funciones de L_1, y partículas cargadas, además de variedades no diferenciables. El proceso legal de Harrison, basado en la discriminación de géneros con respecto a la concesión de una plaza de profesora numeraria en el departamento de matemáticas de Berkeley en 1987, atrajo la atención internacional.

Helmut Hasse (1898-1979). Matemático alemán que trabajó en teoría algebraica de números y que fue conocido por sus contribuciones fundamentales a la teoría de cuerpos de clase, la aplicación de los números *p*-ádicos a la teoría de cuerpos de clase local y geometría diofántica (el principio de Hasse) y a las funciones locales zeta. Fue el sustituto de Herman Weyl en Gotinga en 1934. Tras la derrota de Alemania regresó a Gotinga durante un breve período, pero fue excluido por las autoridades británicas. Después de breves nombramientos en Berlín, se instaló permanentemente como profesor en Hamburgo a partir de 1948.

Eduard Helly (1884-1943). Matemático austríaco que trabajó en análisis funcional y en 1912 demostró el teorema de Hahn-Banach, quince años antes que lo hiciera Hahn y veinte años antes que Banach.

Ravenna Helson. Profesora estadounidense en la Universidad de California en Berkeley, profesora emérita adjunta en el departamento de psicología del colegio universitario Mills, y directora del Mills Longitudinal Study, del que fue la iniciadora. Siempre interesada en las cuestiones de género, trabaja con sus alumnos en los datos obtenidos por el estudio Mills, que ha seguido a unas ciento veinte mujeres a lo largo de cuarenta años entre la edad de veintidós y sesenta y dos años. El estudio Mills analiza componentes de personalidad a largo plazo, influencias sociales sobre la personalidad y los procesos de crecimiento y desarrollo.

Claudia Henrion. Autora estadounidense del libro *Women in Mathematics: The Addition of Difference*. Vive en New Hampshire y en Estados Unidos.

Wilhelm Heydorn (1863-1958). Teólogo protestante alemán, médico y profesor. Entre 1921 y 1923 estudió en la Universidad de Hamburgo y ejerció la medicina hasta el año 1926. Entre 1926 y 1928 estudió magisterio y trabajó como ayudante de profesor entre 1928 y 1933. Entre 1934 y 1939, él y su esposa Dagmar cuidaron a Alexandre Grothendieck.

David Hilbert (1862-1943). Matemático alemán y director de la famosa escuela de matemáticas puras y aplicadas de Gotinga. El trabajo de Hilbert en geometría fue el más influyente en esta disciplina después de Euclides. Realizó contribuciones en muchas áreas de las matemáticas, la física y la lógica.

Adolf Hurwitz (1859-1919). Matemático alemán que estudió el género de la superficie de Riemann y trabajó en cómo las relaciones de clase numérica podían derivarse de las ecuaciones modulares.

Shokichi Iyanaga (1906-2006). Matemático japonés alumno de Teiji Takagi que contribuyó a la teoría algebraica de números.

Fritz John (1910-1994). Matemático estadounidense de origen alemán que escribió artículos clásicos sobre convexidad, problemas mal planteados y tratamiento numérico de las ecuaciones diferenciales parciales, cuasi-isometría y explosión en propagación de onda no lineal.

Camille Jordan (1838-1922). Matemático francés muy bien considerado por su trabajo en álgebra, teoría de grupos y teoría de Galois.

Mark Kac (1914-1964). Matemático estadounidense de origen polaco que realizó importantes contribuciones a las matemáticas aplicadas y a la teoría de la probabilidad. Su brillante yuxtaposición de frases y construcciones sorprendentes hacía que escucharle resultara un placer.

Ted Kaczynski (1942-). Matemático estadounidense (conocido como el «Unabomber») que renunció a un puesto de profesor numerario en Berkeley para vivir en los bosques de Montana.

Nicholas M. Katz (1943-). Matemático estadounidense que trabaja en geometría algebraica, particularmente en métodos *p*-ádicos, problemas de monodromía y módulos, y en teoría de números. Desempeñó un papel significativo como caja de resonancia de Andrew Wiles cuando éste estaba desarrollando en secreto su demostración del último teorema de Fermat.

Felix Christian Klein (1849-1925). Matemático alemán muy influyente. Su programa de Erlangen definió una geometría como las propiedades de un espacio que son invariantes bajo un grupo de transformación dado.

John R. Kline (1891-1955). Profesor estadounidense de matemáticas en la Universidad de Pensilvania desde 1920 hasta su muerte en 1955. Fue director del departamento entre 1933 y 1954. Dirigió la tesis doctoral de trece estudiantes, entre ellos Dudley Weldon Woodard y W.W.S. Claytor, segundo y tercer matemático afroamericano respectivamente en obtener un doctorado.

Andréi Nikolaievich Kolmogorov (1903-1987). Profesor ruso de matemáticas en la Universidad de Moscú que alcanzó fama internacional por el desarrollo riguroso de la probabilidad en la teoría de medida. Utilizó este trabajo para estudiar el movimiento de los planetas y el flujo de aire y las turbulencias en el flujo de aire de un motor a reacción.

Sofia Vasilyevna Kovalevskaya (1850-1891). Matemática rusa, alumna y amiga de Karl Weierstrass que realizó importantes contribuciones a la teoría de ecuaciones diferenciales.

Leopold Kronecker (1823-1891). Matemático alemán conocido por insistir en que todas las matemáticas deben basarse de forma constructiva en los números naturales.

Ernst Kummer (1810-1893). Algebrista alemán y teórico de números famoso por introducir los «números ideales».

Kazimierz Kuratowski (1896-1980). Matemático polaco que trabajó en topología y teoría de conjuntos. Es conocido sobre todo por su teorema que da una condición necesaria y suficiente a un grafo para que éste sea planar.

Imre Lakatos (1922-1974). Británico de origen húngaro. Filósofo de las matemáticas y de la ciencia que trabajó en la London School of Economics y que estuvo influenciado por Karl Popper y George Polya.

Edmund George Hermann Landau (1867-1938). Matemático alemán, el primero en proporcionar una presentación sistemática de la teoría analítica de números. Escribió significativos trabajos sobre la teoría de funciones analíticas.

Pierre-Simon, marqués de Laplace (1749-1827). Matemático y astrónomo francés cuyo trabajo marcó un hito en el desarrollo de la astronomía matemática y de la estadística.

Jean Lave. Antropóloga social estadounidense cuya investigación abarca la práctica social en las matemáticas cotidianas, el estudio de los aprendizajes y de las comunidades de aprendizaje. Es profesora en la Universidad de California en Berkeley.

Anneli Lax (1922-1999). Estadounidense, alumna de Richard Courant, profesora de la Universidad de Nueva York y editora de una gran cantidad de libros de la New Mathematical Library.

Peter David Lax (1926-). Matemático estadounidense de origen húngaro y profesor en el Instituto Courant de Nueva York. Es un investigador destacado en ecuaciones diferenciales parciales y teoría de la dispersión, y, en el año 2005, fue galardonado con el premio Abel de Noruega.

Solomon Lefschetz (1884-1972). Matemático estadounidense en cuyo trabajo se basan la mayor parte de los estudios en los aspectos algebraicos de la topología. Fue durante muchos años catedrático de la Universidad de Princeton.

Adrien-Marie Legendre (1762-1833). Matemático francés que realizó importantes contribuciones a la estadística, la teoría de números, el álgebra abstracta y el análisis matemático.

Jean Leray (1906-1998). Matemático francés que vinculó las estimaciones de energía para las ecuaciones diferenciales parciales con los teoremas de puntos fijos de la topología algebraica, una combinación muy original que allanó el camino para la resolución de problemas más difíciles. Fue el primero en adoptar el punto de vista moderno según el cual no se entiende una función como una relación complicada entre dos conjuntos de variables, sino como un punto en algún espacio de infinitas dimensiones.

Norman Levinson (1912-1975). Especialista estadounidense en ecuaciones diferenciales. Se le consideró el corazón de las matemáticas en el MIT, un hombre que combinaba un intelecto muy creativo con la compasión humana y la dedicación a la ciencia.

Roy Lisker (1938-). Matemático, novelista, músico, editor y crítico social estadounidense. Lisker publica la revista *Ferment* y es el propietario de Ferment Press.

John Edensor Littlewood (1885-1977). Destacado matemático británico. Fue colaborador de Hardy y trabajó en teoría de series, en la función zeta de Riemann, en las desigualdades y en las teorías de funciones.

Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792-1866). Matemático ruso de la Universidad de Kazán que en 1829 publicó su geometría no euclidiana, la primera vez que este tema aparecía impreso.

Lee Lorch (1915-). Matemático estadounidense y uno de los primeros activistas por los derechos civiles, en la actualidad profesor emérito de la Universidad de York en Toronto, Canadá. Como profesor en las universidades negras como la de Fisk y Philander Smith, Lorch alentaba a sus alumnos, y también a las mujeres negras, a proseguir estudios de posgrado en matemáticas. Dos colegios universitarios que le habían despedido, Universidad de Fisk y la City University, le concedieron más tarde títulos honorarios. También fue objeto de un homenaje de la U.S. National Academy of Sciences, en 1990, y del colegio universitario Spelman.

Edith Luchins (1921-2002). Matemática estadounidense que enseñó en el instituto politécnico de Rensselaer entre 1962 y 1992. Fue la primera mujer en ser nombrada catedrática en Rensselaer. La investigación de Luchins se centró en las matemáticas y en la psicología. Trabajó en modelos matemáticos de efectos de orden en el procesamiento de la información; en diferencias de géneros en los procesos cognitivos y sus implicaciones en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas; y en el papel de la heurística y de los algoritmos en la resolución de problemas matemáticos.

George Whitelaw Mackey (1916-2006). Matemático estadounidense. Se incorporó al departamento matemático de la

Universidad de Harvard en 1943; en 1979 fue nombrado profesor de la cátedra Landon T. Clay de matemáticas y de ciencia teórica, donde permaneció hasta su jubilación en 1985. La principal investigación de Mackey fue en teoría de la representación, teoría ergódica y en partes relacionadas de análisis funcional. Mackey realizó un trabajo significativo en la teoría de dualidad de espacios localmente convexos, que proporcionó las herramientas para el trabajo subsiguiente en este campo, incluyendo el trabajo de Alexandre Grothendieck en productos tensoriales topológicos.

MacTutor History of Mathematics. Amplio archivo online, con herramienta de búsqueda, que contiene información sobre personas y conceptos, escrito y editado por J.J. O'Connor y E.F. Robertson de la Universidad de St. Andrews.

Wilhelm Magnus (1907-1990). Matemático estadounidense de origen alemán. Además de su investigación principal en teoría de grupos y funciones especiales, trabajó en problemas de física matemática, entre ellos en teoría electromagnética y en aplicaciones de la ecuación de onda. Fue un extraordinario director de tesis en el Instituto Courant, donde dirigió 61 tesis durante su carrera.

Vivienne Malone-Mayes (1932-1995). Profesora estadounidense que se licenció en 1952 y obtuvo un título de máster en 1954 en matemáticas en la Universidad Fisk. La doctora Mayes, la primera docente negra de la Universidad Baylor, se convertiría en una destacada profesora de esta universidad, que en el pasado la había rechazado como alumna al amparo de una política explícita en contra de la admisión de estudiantes de color.

Benoît Mandelbrot (1924-). Matemático estadounidense de origen francés y uno de los más destacados investigadores en el campo, cada vez más importante, de la geometría fractal. Demostró que los fractales ocurren en muchos lugares diferentes, en matemáticas y en otros sitios de la naturaleza.

José Luis Massera (1915-2002). Matemático uruguayo. Un teorema que lleva su nombre resuelve el problema de la estabilidad de las ecuaciones diferenciales no lineales con relación a los exponentes de Lyapunov. La actividad política de Massera originó su detención el 22 de octubre de 1975. En marzo de 1983 recuperó la libertad tras una amplia y vigorosa campaña internacional que no dejó de exigir su liberación.

Stanislaw Mazur (1905-1981). Matemático polaco que realizó contribuciones importantes en los métodos geométricos en análisis funcional lineal y no lineal, y en el estudio de las álgebras de Banach. Stan Ulam relata cómo Mazur dio los primeros ejemplos de juegos infinitos en el Scottish Café de Lvov.

John Milnor (1931-). Matemático estadounidense. Su logro más destacable, el principal argumento en la concesión de la medalla Fields, fue su prueba de que una esfera de siete dimensiones puede tener varias estructuras diferenciales. Este trabajo abrió el nuevo campo de la topología diferencial.

Hermann Minkowski (1864-1909). Matemático alemán amigo y colaborador de Hilbert. Desarrolló una nueva visión del espacio y del tiempo y estableció los fundamentos matemáticos de la teoría de la relatividad.

Magnus Gösta Mittag-Leffler (1846-1927). Matemático sueco alumno de Weierstrass. Trabajó en teoría general de funciones. Su trabajo más conocido aborda la representación analítica de una función de un solo valor.

Edwin Evariste Moise (1918-1998). Matemático estadounidense, topólogo alumno de Robert Lee Moore. Contribuyó a descifrar las señales militares alemanas y japonesas durante la segunda guerra mundial. En Michigan realizó importantes trabajos sobre las variedades 3 que culminaron en la demostración de que cada variedad 3 puede ser triangulada.

Gaspard Monge (1746-1818). Matemático francés considerado el padre de la geometría diferencial a causa de su teoría de la curvatura de una superficie en un espacio tridimensional.

Calvin C. Moore. Analista funcional estadounidense que ha tenido una larga carrera como catedrático y administrador en la Universidad de California en Berkeley.

Robert Lee Moore (1882-1974). Matemático estadounidense conocido por su trabajo en topología general y por el método Moore de enseñar matemáticas universitarias.

Cathleen Morawetz (1923-). Matemática estadounidense y la segunda presidenta de la American Mathematical Society entre 1995 y 1996. En 1998 fue galardonada con la medalla nacional de la ciencia por sus avances pioneros en ecuaciones diferenciales y en la propagación de la onda, trabajos que se aplicaron a la aerodinámica, a la acústica y a la óptica.

Louis Joel Mordell (1888-1972). Matemático estadounidense de origen británico más conocido por sus investigaciones sobre las ecuaciones de la forma $y^2 = x^3 + k$, que ya habían sido estudiadas por Fermat. Su conjetura sobre los puntos racionales en las curvas algebraicas, demostrada en 1983 por Gerd Faltings, fue un importante ingrediente de la prueba del último teorema de Fermat realizada por Andrew Wiles.

Oskar Morgensten (1902-1977). Economista estadounidense de origen austríaco, quien, trabajando junto a John von Neumann, contribuyó a fundar el campo matemático de la teoría de juegos.

Harold Calvin Marston Morse (1892-1977). Matemático estadounidense que desarrolló la teoría de la variación con aplicaciones a los problemas de equilibrio en física matemática, una teoría ahora llamada teoría Morse y que desempeña un papel vital en las matemáticas del análisis global.

Jürgen Moser (1928-1999). Matemático alemán que trabajó en el Instituto Courant en Nueva York y en la ETH de Ginebra. Se especializó en ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales, en teoría espectral, mecánica celeste y teoría de la estabilidad. El tema principal de prácticamente todo el trabajo de Moser en dinámica es la búsqueda de comportamientos estables en sistemas dinámicos con relación a las condiciones iniciales o bien a las perturbaciones del sistema.

Robert Parris Moses (1935-). Educador estadounidense (conocido con el nombre de Bob Moses) formado en Harvard; fue un líder del movimiento por los derechos civiles y fundó más tarde el Proyecto Álgebra, de alcance nacional en Estados Unidos.

Gilbert Murray (1948-1995). Antiguo presidente de la California Forestry Association, un grupo de presión de la industria maderera. En 1995 murió a causa de la explosión de una bomba que le había enviado el «Unabomber», Ted Kaczynski. La bomba estaba dirigida al anterior presidente de la CFA, Bill Dennison.

John Nash (1928-). Matemático estadounidense. En 1949, mientras preparaba su doctorado, redactó un artículo que le haría merecedor cuarenta y cinco años más tarde del premio Nobel de economía. P. Ordeshook escribió: «El concepto de un equilibrio Nash *n*-tuple es tal vez el concepto más importante en la teoría de juegos no cooperativa».

Rolf Nevanlinna (1895-1980). Matemático finlandés cuyo trabajo más importante fue en medición armónica, inventada por él. Nevanlinna también desarrolló la teoría de distribución de valores que lleva su nombre. Los principales resultados de la teoría de Nevanlinna aparecieron en 1925 en un artículo de cien páginas que Weyl calificó de «uno de los escasos grandes acontecimientos matemáticos de nuestro siglo».

Isaac Newton (1643-1727). Matemático y físico inglés que sentó las bases del cálculo diferencial e integral. Su trabajo en óptica y gravitación ha hecho de él uno de los científicos más grandes que el mundo haya conocido.

Jerzy Neyman (1894-1981). Estadístico estadounidense de origen polaco que postuló la teoría de intervalos de confianza, que desempeña un papel fundamental en la teoría estadística y en el análisis de datos. Su contribución a la teoría de las distribuciones contagiosas sigue siendo todavía de gran utilidad en la interpretación de datos biológicos.

Nel Noddings (1929-). Feminista y filósofa estadounidense más conocida por su trabajo en filosofía de la educación, teoría educativa y la ética de la atención.

Emmy Noether (1882-1935). Matemática alemana y principal fundadora del álgebra abstracta moderna. Es especialmente conocida por su estudio de las condiciones en cadena en los ideales de anillos. En la actualidad, todavía sigue siendo una inspiración para las mujeres matemáticas.

Sergei Novikov (1938-). Matemático ruso galardonado con una medalla Fields. Su padre y su madre fueron matemáticos famosos. Novikov estudió en la facultad de matemáticas y mecánica de la Universidad de Moscú (1955-1960), donde ha trabajado desde 1964 en el departamento de geometría diferencial. Su trabajo ha desempeñado un papel importante en la construcción de un puente entre las matemáticas modernas y la física teórica.

Óscar II, rey de Noruega y Suecia (1829-1907). En 1872, sucedió en el trono a su hermano Carlos IV. Se casó con Sofía de Nassau, y su hijo mayor Gustav se convirtió en rey de Suecia. Óscar II fue el último rey de la unión de Noruega y Suecia. Óscar apoyó la investigación matemática en Suecia y un importante premio lleva su nombre.

Blaise Pascal (1623-1662). Influyente matemático y filósofo francés que contribuyó a muchas áreas de las matemáticas. Trabajó en secciones cónicas y en geometría proyectiva y, en correspondencia con Fermat, sentó las bases de la teoría de la probabilidad.

John Allen Paulos (1945-). Profesor de matemáticas estadounidense en la Universidad Temple de Filadelfia que ha escrito sobre la importancia de la alfabetización matemática y sobre la base matemática del humor.

Sir Roger Penrose (1931-). Físico matemático británico conocido por sus contribuciones a la relatividad general y a la cosmología. También es un matemático y filósofo recreativo. Penrose demostró que, bajo determinadas condiciones, en un colapso gravitatorio, el espacio-tiempo no puede continuarse y la relatividad general clásica deja de funcionar. Buscó una teoría unificada que combinara la teoría de la relatividad y la teoría cuántica, puesto que, en la singularidad, los efectos cuánticos se hacen dominantes. Uno de los descubrimientos más importantes de Penrose fue su teoría de twistores, un intento de unificar la relatividad y la teoría cuántica.

Grigori Yakovlevich Perelman (1966-). Matemático ruso cuyas contribuciones a la geometría riemanniana y a la topología geométrica son puntos de referencia. En particular, demostró la conjetura de la geometrización de Thurston, que resuelve de forma afirmativa la famosa conjetura de Poincaré postulada en 1904 y considerada uno de los problemas sin resolver más importante y difícil de las matemáticas. En agosto del año 2006, Perelman fue galardonado con la medalla Fields por «sus contribuciones a la geometría y su revolucionaria percepción de la estructura analítica y geométrica del flujo de Ricci». No obstante, rechazó el galardón y decidió no hacer acto de presencia en el congreso.

Rózsa Péter (1905-1977). Matemática húngara más conocida por su trabajo en teoría de la recursión. Estudió en la Universidad Eötvös Loránd, donde se doctoró en el año 1935. Durante la colaboración de Miklós Horthy con la Alemania nazi, a Rózsa se le prohibió enseñar a causa de su origen judío. Después de la guerra publicó su trabajo fundamental, *Funciones recursivas*. A partir de 1955 enseñó en su *alma mater* hasta su jubilación en 1975.

Ivan Georguievich Petrovski (1901-1973). Matemático ruso en el campo de las ecuaciones diferenciales parciales. Realizó grandes contribuciones a la solución de los problemas números 19 y 16 de Hilbert. También trabajó en problemas de valor de contorno, en probabilidad y en topología de curvas y superficies algebraicas. Entre sus alumnas estaban Olga Ladyzhenskaya y Olga Oleinik. Petrovski fue rector de la Universidad Estatal de Moscú entre 1951 y 1973, y presidente del Congreso Internacional de Matemáticas en Moscú del año 1966. Consideró su período como rector de la Universidad Estatal de Moscú como lo más importante de su vida, incluso más importante que su investigación matemática.

Wolodymyr V. Petryshyn (1929-). Matemático estadounidense algunos de cuyos resultados más importantes son el desarrollo de la teoría de métodos iterativos y proyectivos para la solución constructiva de ecuaciones abstractas y diferenciales lineales y no lineales.

Jean Piaget (1896-1980). Psicólogo desarrollista suizo muy conocido por sus estudios en niños, su teoría del desarrollo cognitivo y su teoría de adquisición de conocimiento conocida con el nombre de «epistemología genética». Fue una de las figuras más destacadas de la psicología del siglo XX. En 1955 creó el Centro Internacional de Epistemología Genética en Ginebra que dirigió hasta el año 1980. **Vera Pless** (1931-). Matemática estadounidense que trabajó en el laboratorio de investigación de la fuerza aérea en Cambridge entre 1963 y 1972, donde se convirtió en una de las principales expertas en teoría de la codificación. En 1963 publicó identidades momentáneas de poder sobre distribuciones de peso en códigos de corrección de errores, que se utilizan para determinar las distribuciones de peso completas de diversos códigos de residuo cuadrático.

Jules Henri Poincaré (1854-1912). Matemático francés, uno de los gigantes en este campo durante el siglo XX. Fue el iniciador de la topología algebraica y de la teoría de funciones analíticas de diversas variables complejas.

Siméon-Denis Poisson (1781-1840). Matemático, geómetra y físico francés.

George Polya (1887-1985). Matemático estadounidense de origen húngaro que trabajó en probabilidad, análisis, teoría de números, geometría, combinatoria y física matemática. Sus escritos sobre heurística en resolución de problemas son muy influyentes.

Jean-Victor Poncelet (1788-1867). Matemático francés y uno de los fundadores de la geometría proyectiva moderna. Su desarrollo del polo y las líneas polares asociadas a los cónicos llevó hasta el principio de dualidad.

Lev Pontryagin (1908-1988). Matemático ruso que construyó una teoría general de caracteres para los grupos topológicos conmutativos. Utilizó su teoría de caracteres para demostrar que se le puede dar la estructura de un grupo de Lie a cualquier grupo topológico abeliano localmente euclidiano (5.º problema de Hilbert para el caso de los grupos abelianos).

Karl Popper (1902-1994). Austríaco, importante filósofo de la ciencia opuesto a cualquier forma de escepticismo, convencionalismo y relativismo. En asuntos humanos fue un defensor comprometido de una «sociedad abierta».

Marian Boykan Pour-El (m. 2009). Lógica y matemática estadounidense autora de muchos artículos sobre lógica y sus aplicaciones a las matemáticas y a la física. Se especializó en la computabilidad y la no computabilidad de las teorías matemáticas y físicas.

Tibor Radó. Matemático estadounidense de origen húngaro. El problema de Plateau fue estudiado por Plateau, Weierstrass, Riemann, y Schwarz, pero fue finalmente resuelto por Douglas y Radó. Utilizó funciones conformales de poliedros, aplicando un teorema de contornos a determinadas aproximaciones para obtener la superficie mínima requerida. La solución no excluía la posibilidad de que la superficie mínima pudiera contener una singularidad. De hecho, nunca contiene una singularidad, lo que fue demostrado por primera vez por Osserman en 1970.

George Yuri Rainich (1886-1968). Físico matemático estadounidense de origen ruso muy famoso a principios del siglo XX. La investigación de Rainich se centró en la relatividad general y en los primeros trabajos en dirección a una teoría unificada de campos.

Srinivasa Aiyangar Ramanujan (1887-1920). Matemático indio que alcanzó notoriedad gracias a su estrecha colaboración con G.H. Hardy. Ramanujan realizó contribuciones sustanciales a la teoría analítica de números y trabajó en funciones elípticas, quebrados continuos y series infinitas.

Lord Raleigh (John William Strutt) (1842-1919). Físico británico cuya teoría de la dispersión, publicada en 1871, fue la primera explicación correcta de por qué el cielo es azul. El primer volumen de su texto más importante, *The Theory of Sound*, que trata de la mecánica de un medio vibratorio, fue publicado en 1877, y el segundo volumen, que trata de la propagación de las ondas acústicas, fue publicado al año siguiente.

Constance Bowman Reid (1918-). Escritora estadounidense autora de varias biografías de matemáticos y libros de matemáticas de gran difusión. Es la hermana de la matemática Julia Robinson.

Alfred Rényi (1921-1970). Matemático húngaro. Se doctoró en Szeged bajo la dirección de F. Riesz, fue alumno de Fejér en Budapest y después se marchó a Rusia a trabajar con Linnik en la teoría de números, en especial en la conjetura de Goldbach. Descubrió unos métodos que Turán calificó de los más sólidos entre los métodos de la teoría analítica de números. Tras regresar a Hungría, trabajó en probabilidad. Publicó trabajos conjuntos con Erdös sobre grafos aleatorios, y también estudió las curvas continuas aleatorias. Se le recuerda por demostrar que cada número entero par es la suma de un primo y de un número casi primo (un número con sólo dos factores primos).

Bernhard Riemann (1826-1876). Matemático alemán alumno de Gauss y catedrático en Gotinga. Sus ideas con relación a la geometría del espacio tuvieron una enorme repercusión en el desarrollo de la física teórica moderna. Clarificó el concepto de integral definiendo lo que ahora llamamos la integral de Riemann.

Frigyes Riesz (1880-1956). Matemático húngaro y fundador del análisis funcional cuyo trabajo tiene muchas aplicaciones importantes en física. Fue el director de la escuela matemática de Szeged.

Herbert Ellis Robbins (1915-2001). Matemático y estadístico estadounidense que investigó en topología, teoría de medida, estadística y muchos otros campos. Fue coautor con Richard Courant de ¿*Qué es la matemática*?, un libro de divulgación que todavía en la actualidad (en el año 2009) se sigue imprimiendo. El lema de Robbins utilizado en los métodos empíricos de Bayes lleva su nombre.

Abraham Robinson (1918-1974). Matemático estadounidense de origen israelí cuya invención más famosa fue el análisis no estándar que introdujo en 1961. Un modelo no estándar para el sistema de números reales tiene la característica de ser un campo no arquimediano totalmente ordenado que contiene una copia del sistema de números reales.

Julia Hall Bowman Robinson (1919-1985). Matemática estadounidense que trabajó en computabilidad, problemas de decisión y en modelos no estándares de aritmética. Robinson, que recibió muchos galardones, fue la primera matemática en ingresar como miembro de pleno derecho en la National Academy of Sciences, y la primera mujer presidenta de la American Mathematical Society. También recibió una beca McArthur.

Raphael Robinson (1911-1995). Estadounidense, profesor de matemáticas en Berkeley que trabajó en análisis complejo, lógica, teoría de conjuntos, geometría, teoría de números y combinatoria.

Judith Roitman (1945-). Matemática estadounidense, en la actualidad catedrática de la Universidad de Kansas, especializada en aplicaciones de la teoría de conjuntos a la topología y al álgebra de Boole.

Gian-Carlo Rota (1932-1999). Profesor estadounidense de origen italiano. Dio clases de matemáticas aplicadas y filosofía en el MIT. Empezó como analista funcional y pasó después a dedicarse a la combinatoria, campo en el que se convirtió en una destacada figura de alcance nacional e internacional. Persona de amplia cultura y de grandes conocimientos literarios, también era un gourmet matemático.

Henry Roth (1906-1995). Autor estadounidense cuyo trabajo más conocido es *Call it Sleep* (1934), un clásico en la literatura judía estadounidense.

Mary Ellen (Estill) Rudin (1924-). Matemática estadounidense. En 1971 la Universidad de Wisconsin la ascendió de profesora a catedrática. «Nadie me preguntó si yo quería ser catedrática, simplemente me ofrecieron la cátedra». Su investigación se ha centrado en topología en teoría de conjuntos, especialmente utilizando la teoría de conjuntos axiomática. Los métodos de la topología general resolvieron inesperadamente varios problemas difíciles en análisis funcional y en topología geométrica y algebraica. Dos avances revolucionaron el campo: la creación de la topología de infinitas dimensiones y la topología teórica de conjuntos. Ha sido sobre todo gracias a Dick Anderson y a Mary Ellen Rudin que estos campos han dominado desde entonces la topología general.

Carle David Tolmé Runge (1876-1927). Matemático alemán que trabajó en un procedimiento para la solución numérica de las ecuaciones algebraicas, y que estudió más tarde las longitudes de onda de las líneas espectrales de los elementos. **Bertrand Arthur William Russell** (1872-1970). Matemático británico y filósofo que publicó un gran número de libros que trataban de lógica, teoría del conocimiento y de muchos otros temas. Su trabajo más conocido es *Principia Mathematica*.

Oliver Sacks (1933-). Neurólogo británico residente en Estados Unidos, autor de obras de divulgación sobre patologías cerebrales en sus pacientes, la más famosa de las cuales es *Despertar*.

Pierre Samuel (1921-2009). Matemático francés que trabajó con el movimiento ecologista de Alexandre Grothendieck, y fue uno de los fundadores del partido verde francés. Fue conocido por su trabajo en álgebra conmutativa y sus aplicaciones a la geometría algebraica. Su obra en dos tomos *Álgebra conmutativa*, que escribió junto a Oscar Zariski, es un clásico.

Jane Cronin Scanlon (1922-). Matemática estadounidense que empezó sus estudios universitarios en física pero que más tarde se interesó por la naturaleza abstracta de las matemáticas. Se doctoró en matemáticas en 1949 en la Universidad de Michigan. Sus investigaciones tratan de biología matemática y ecuaciones diferenciales parciales.

Alice Schafer (1915-2009). Matemática estadounidense. Está especializada en dos campos: álgebra (teoría de grupos) y mujeres matemáticas. A través de su trabajo como profesora de matemáticas se convirtió en una defensora de la participación total de las mujeres en el mundo matemático. Entre 1962 y 1980 fue profesora y directora del departamento de matemáticas del colegio universitario Wellesley.

Laurent Schwartz (1915-2002). Matemático francés cuyo artículo que trata de la teoría de distribuciones es una de las obras matemáticas clásicas de nuestro tiempo. Más tarde trabajó en cálculo diferencial estocástico. Hizo campaña contra la participación estadounidense en Vietnam, contra la invasión soviética de Afganistán y contra la guerra de Rusia contra Chechenia. También fue un ávido coleccionista de mariposas, y su colección reunía más de veinte mil ejemplares. Schwartz escribió en su autobiografía que «descubrir algo en matemáticas es superar una inhibición e ir en contra de una tradición. No puedes avanzar si no eres subversivo».

Atle Selberg (1917-2007). Matemático noruego galardonado con una medalla Fields por su trabajo en las generalizaciones de los métodos de criba de Viggo Brun, y por su importante trabajo sobre los ceros de la función zeta de Riemann, donde demostró que una proporción positiva de sus ceros satisface la hipótesis de Riemann. A Selberg también se le conoce por su demostración elemental del teorema de los números primos: el número de primos $\leq n$ es asintótico a $n/\log n$ tal que n tiende a infinito.

Jean Pierre Serre (1926-). Matemático francés y uno de los matemáticos más destacados del siglo XX, activo en geometría algebraica, teoría de números y topología. Sus primeros trabajos trataron de secuencias espectrales. La secuencia espectral de Serre proporcionó una herramienta eficaz para trabajar con la homología de la fibración. Por este trabajo en frecuencias espectrales y por su trabajo en el desarrollo de la teoría de variables complejas con relación a los haces, Serre fue galardonado con una medalla Fields en el congreso internacional de matemáticos de 1954. El teorema de Serre llevó a un rápido progreso no sólo en teoría homotópica sino también en topología algebraica y álgebra homológica en general.

Igor Rostislavovich Shafarevich (1923-). Matemático ruso fundador de la importante escuela de teoría algebraica de números y de la geometría algebraica en la antigua Unión Soviética. Realizó contribuciones importantes al problema inverso de la teoría de Galois y a la teoría de cuerpos de clase, resolviendo algunas conjeturas que llevaban mucho tiempo sin ser resueltas. Más recientemente, ha realizado avances importantes en geometría algebraica. Fue un destacado disidente bajo el régimen soviético y le dio apoyo público al comité de derechos humanos de Andréi Sajarov a partir de 1970. En 1972 se unió al grupo de disidentes liderado por Solzhenitsyn, a consecuencia de lo cual fue destituido de su puesto en la Universidad de Moscú en 1975. En 1989 publicó un libro, *Russophobia*, que contenía sorprendentes calumnias de carácter antisemita.

Allen Lowell Shields (1927-1989). Matemático estadounidense que trabajó en una gran variedad de temas matemáticos, entre ellos la teoría de la medida, funciones complejas, análisis funcional y teoría de los operadores.

Isadore Singer (1924-). Matemático estadounidense famoso por su profundo y espectacular trabajo en geometría, análisis y topología. Los cinco trabajos escritos con Michael F. Atiyah que tratan del teorema de índice para operadores elípticos, y los tres artículos con Atiyah y V. K. Patodi sobre el teorema de índice para variedades con límites están entre los grandes clásicos del análisis global y han dado lugar a muchos avances en geometría diferencial, en topología diferencial y en análisis.

Steve Smale (1930-). Matemático estadounidense que empezó su carrera como profesor ayudante en la Universidad de Chicago. En 1958 asombró al mundo matemático con la demostración de una eversión de una esfera. A continuación, consolidó su reputación con una demostración de la conjetura de Poincaré para todas las dimensiones mayores que o iguales a 5. Más tarde, generalizó estas ideas en un artículo de 107 páginas en el que establecía el teorema del cobordismo *h*. Después de avanzar a grandes pasos en topología, se dedicó al estudio de sistemas dinámicos. Su primera contribución fue la herradura de Smale, que lanzó el inicio de una significativa investigación en sistemas dinámicos. También esbozó un programa de investigación que fue llevado a la práctica por muchos otros matemáticos. Smale también es conocido por inyectar la teoría de Morse en la economía matemática, además de por sus investigaciones recientes en diversas teorías de computación. También es un fotógrafo y coleccionista de fama internacional de especímenes minerales.

Alexei B. Sossinski (1937-). Investigador ruso en el laboratorio de métodos matemáticos de instituto para los problemas de mecánica de la Academia Rusa de las Ciencias, y catedrático en el colegio superior de matemáticas de la Universidad Independiente de Moscú.

Julian Cecil Stanley (1918-2005). Psicólogo y educador estadounidense y defensor de la educación acelerada para los niños superdotados en los estudios. Fundó el Johns Hopkins University Center for Talented Youth (CTY), y también un proyecto de investigación relacionado, el Study of Mathematically Precocius Youth (SET), cuyo nombre fue modificado en el año 2005 por el de Julian C. Stanley Study of Exceptional Talent (SET). Stanley también fue muy conocido por su libro, escrito con Donald Campbell, *Experimental and Quasiexperimental Designs for Research.*

Clarence F. Stephens (1917-). Matemático estadounidense que se licenció en matemáticas en 1938 en la Universidad Johnson C. Smith. Terminó un máster en 1939 y se doctoró en 1943 en la Universidad de Michigan. En 1947 se incorporó al claustro de profesores de matemáticas de la Universidad Morgan State. Stephens permaneció en Morgan State hasta 1962, momento en el cual aceptó un nombramiento como profesor de matemática en

SUNY Geneseo. En 1969 dejó Geneseo para incorporarse al claustro de profesores de matemáticas de SUNY Potsdam, donde ocupó la dirección del departamento de matemáticas hasta su jubilación en 1987. Durante el período en el que Stephens enseñó en SUNY Potsdam, el departamento alcanzó fama nacional como un modelo de excelencia en la enseñanza de matemáticas.

Marshall Harvey Stone (1903-1989). Matemático estadounidense y destacado director de departamento de la Universidad de Chicago. Es más conocido por el teorema Stone-Weierstrass sobre aproximación uniforme de funciones continuas por los polinomios.

Ted Streleski (1936-). Estadounidense. Estudiante de posgrado en matemáticas en la Universidad de Stanford que asesinó al profesor Karel de Leeuw con un martillo de bola. Streleski creía que el asesinato era justificable porque De Leeuw no le había conseguido premios del departamento y le había menospreciado delante de sus compañeros. Streleski había pasado diecinueve años preparando un doctorado en el departamento de matemáticas. Pasó siete años en prisión; en tres ocasiones se le ofreció la libertad condicional, pero la rechazó porque las condiciones de la libertad condicional le exigían que no fuera al campus de Stanford. Tras su liberación dijo: «no tengo intención de matar otra vez, aunque tampoco puedo predecir el futuro».

Steven H. Strogatz (1959-). Matemático estadounidense y profesor de la cátedra Jacob Gould Shurman de matemáticas aplicadas en la Universidad de Cornell. Conocido por sus contribuciones al estudio de la sincronización en sistemas dinámicos y por su trabajo en una diversidad de campos de las matemáticas aplicadas, entre ellas la biología matemática y la teoría de redes complejas.

Dirk Jan Struik (1894-2000). Matemático estadounidense de origen holandés y teórico marxista que pasó la mayor parte de su vida en Estados Unidos como profesor del MIT. Era especialista en geometría diferencial.

Beauregard Stubblefield (1923-). Matemático estadounidense que entre 1952 y 1956 dirigió el departamento de matemáticas de la Universidad de Liberia en Monrovia. Entre 1959 y 1969 fue profesor en la Universidad de Michigan en Ann Arbor, Michigan, e investigador posdoctoral en la National Science Foundation. Desde entonces ha dado clases en el instituto de tecnología Stevens en Hoboken, New Jersey, en la Universidad de Oakland en Rochester, Michigan, en la Texas Southern University, y en la Universidad Estatal Appalachian en Boone, Carolina del Norte.

Bella Abramovna Subbotovskaya (1938-1982). Matemática rusa y fundadora de la Universidad del Pueblo Judío en Moscú, que funcionó entre 1978 y 1983.

James Joseph Sylvester (1814-1897). Matemático británico que realizó un importante trabajo en teoría de matrices. En 1851, Sylvester descubrió el discriminante de una ecuación cúbica y utilizó por primera vez el término «discriminante» para las ecuaciones de categoría superior. Fundó el primer departamento de matemáticas de posgrado de Estados Unidos en la Universidad Johns Hopkins, y también el *American Journal of Mathematics*.

John Lighton Synge (1895-1995). Profesor canadiense de origen irlandés que realizó destacadas contribuciones a la mecánica clásica, a la mecánica geométrica y a la óptica geométrica, a la dinámica de los gases, a la hidrodinámica, elasticidad, redes eléctricas, métodos matemáticos, geometría diferencial y, sobre todo, a la teoría de la relatividad de Einstein.

Gábor Szegö (1895-1985). Matemático estadounidense de origen húngaro que trabajó en problemas extremales y matrices de Toeplitz. Fue profesor y director del departamento de matemáticas en la Universidad de Stanford y colaboró durante mucho tiempo con George Polya.

Teiji Takagi (1865-1960). Matemático japonés alumno de Hilbert. Trabajó en teoría de cuerpos de clase y amplió el trabajo de Heinrich Weber.

Yutaka Taniyama (1927-1958). Matemático japonés que, en el simposio de teoría algebraica numérica celebrado en Tokio en 1955, postuló dos problemas que forman la base de la conjetura Shimura-Taniyama: «toda curva elíptica definida sobre un campo racional es un factor del jacobiano de un campo funcional modular». Esta conjetura fue un factor determinante en la demostración que hizo Wiles del último teorema de Fermat.

Olga Taussky-Todd (1906-1995). Destacada y prolífica matemática estadounidense de origen austríaco que escribió unos trescientos artículos. Su trabajo más conocido e influyente fue en teoría de matrices, y también realizó contribuciones importantes a la teoría de los números.

Jean E. Taylor (1944-). Matemática estadounidense que fue a la Universidad de California para estudiar química; allí, asistió como oyente a las clases de geometría diferencial de S.S. Chern. Con la ayuda de Chern, Taylor pasó a estudiar matemáticas. Después estudió un máster de matemáticas en Warwick y se doctoró en Princeton. En 1973 empezó a trabajar en Rutgers hasta alcanzar el rango de catedrática. En el año 2002, se retiró y se instaló en el Instituto Courant. Sus investigaciones se han centrado sobre todo en el campo de la teoría geométrica de medida aplicada a los problemas de formas óptimas de cristales, tanto en equilibrio como en cualquier otro estado.

Richard Taylor (1962-). Matemático británico que se doctoró en la Universidad de Princeton en 1988. Entre 1995 y 1996 ocupó la cátedra Savilian de geometría en la Universidad de Oxford y en la actualidad ocupa la cátedra Herschel Smith de matemáticas en la Universidad de Harvard. Uno de los dos artículos que contienen la demostración publicada del último teorema de Fermat es un trabajo conjunto de Taylor y Andrew Wiles. En su trabajo subsiguiente, Taylor (junto a Michael Harris) demostró las conjeturas Langlands locales para GL(n) sobre un campo numérico. Taylor, junto a Christophe Breuil, Brian Conrad y Fred Diamond, completó la conjetura de Taniyama-Shimura.

William Thurston (1946-). Profesor en la Universidad de Cornell cuyas ideas revolucionaron el estudio de la topología en cuatro dimensiones e iniciaron una nueva interacción entre el análisis, la topología y la geometría. Este método es un nuevo nivel de análisis geométrico, en el sentido de una poderosa estimación geométrica por una parte, y de visualización espacial e imaginación por la otra.

John Todd (1911-2007). Matemático británico que pasó diez años en Washington en el National Applied Mathematical Laboratories donde desarrolló programas informáticos de alta velocidad y se convirtió en un líder mundial en análisis numérico y álgebra numérica. En 1957, John Todd y Olga Taussky se trasladaron a Cal-Tech, donde Tood fundó los primeros cursos de grado en análisis numérico y álgebra numérica, requisitos previos para aprender computación.

Pál Turán (1910-1986). Matemático húngaro. Los resultados más importantes y originales de Turán se encuentran en su método de suma de potencias y sus aplicaciones. Condujeron a interesantes y profundos problemas de un tipo completamente nuevo; tienen consecuencias muy sorprendentes en muchas ramas de las matemáticas, ecuaciones diferenciales, álgebra numérica y en diversas ramificaciones de la teoría de funciones.

Yoshisuke Ueda (1936-). Matemático e ingeniero japonés que descubrió el caos en 1961 mientras estudiaba determinadas ecuaciones diferenciales utilizando computadoras analógicas.

Stanislaw Marcin Ulam (1909-1984). Matemático estadounidense de origen polaco asociado durante mucho tiempo con el laboratorio nacional de Los Álamos, donde resolvió matemáticamente el problema de cómo desencadenar la fusión en la bomba de hidrógeno. También fomentó el método Monte Carlo, ampliamente utilizado para resolver problemas matemáticos utilizando muestras de estadísticas.

Kristin Umland. Estadounidense. Profesora de matemáticas en la Universidad de Nuevo México. Su investigación se centra en los aspectos cognitivos del aprendizaje de las matemáticas.

Georges Valiron (1884-1955). Matemático francés que fue secretario de la asamblea de la International Mathematical Union de 1932.

Bartel Leendert van der Waerden (1903-1996). Algebrista e historiador holandés autor de un libro de texto muy influyente sobre álgebra abstracta.

Harry Schultz Vandiver (1882-1973). Matemático estadounidense. De joven fue a trabajar a una agencia de aduanas propiedad de la empresa de su padre. Nunca terminó los estudios de secundaria. A los dieciocho años empezó a resolver problemas de teoría de números en la revista *American Mathematical Monthly* y, en 1919, G.D. Birkhoff le convenció de que aceptara un puesto en la Universidad de Cornell. En 1924, Vandiver se trasladó a la Universidad de Texas donde fue ascendido a profesor numerario en 1925, y más tarde a profesor distinguido de matemáticas aplicadas y astronomía en 1947. Se jubiló en 1966 a la edad de ochenta y cuatro años. Siguió trabajando en ampliar los métodos de Kummer para estudiar el último teorema de Fermat para exponentes cada vez mayores. Con cálculos manuales y la ayuda de sus alumnos, demostró que el resultado era cierto para todo *n* hasta 600. En 1952 pudo implementar sus métodos en las primeras computadoras y demostrar que el teorema era cierto para todos los primos menores de 2000.

Srinivasa Varadhan (1940-). Probabilista estadounidense de origen indio, profesor en el Instituto Courant de la Universidad de Nueva York y galardonado con el premio Abel en el año 2007 por sus contribuciones fundamentales a la teoría de la probabilidad, y, en particular, por crear una teoría unificada de la desviación.

Oswald Veblen (1880-1960). Matemático estadounidense y profesor en Princeton que realizó importantes contribuciones a la geometría proyectiva y diferencial y a la topología.

William Spencer Vickrey (1914-1996). Profesor de economía de la Universidad de Columbia cuyo premio Nobel de economía fue anunciado sólo tres días antes de su muerte. Fue autor de un artículo fundamental publicado en el año 1961 en el *Journal of Finance*, titulado «Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders», el primer ejemplo de un economista que utilizaba las herramientas de la teoría de juegos para comprender las subastas.

Theodor von Kármán (1881-1963). Matemático estadounidense de origen húngaro. Fundó el U.S. Institute of Aeronautical Sciences que continúa las investigaciones de Kármán en mecánica de fluidos, teoría de la turbulencia y vuelos supersónicos. Estudió las aplicaciones de las matemáticas a la ingeniería, a la estructura de las aeronaves y a la erosión del suelo.

Niels Fabian Helge von Koch (1870-1924). Matemático sueco que dio su nombre al famoso fractal conocido como el copo de nieve de Koch. Nació en el seno de una familia de la aristocracia sueca. Su padre, Richert Vogt von Koch (1838-1903), era teniente coronel de la guardia real de caballería de Suecia. Von Koch escribió varios artículos sobre teoría de números. Uno de sus resultados fue un teorema de 1901 que demostraba que la hipótesis de Riemann es equivalente a una forma reforzada del teorema de los números primos.

John von Neumann (1903-1957). Profesor estadounidense de origen húngaro en el Institute for Advanced Study de Princeton. Construyó un marco sólido para la mecánica cuántica. Trabajó también en teoría de juegos y estudió lo que ahora se conoce con el nombre de álgebra de John Neumann; fue uno de los pioneros de la ciencia computacional.

Lev Semenovich Vygotski (1896-1934). Psicólogo desarrollista soviético y fundador de la psicología histórico-cultural. Se licenció en la Universidad Estatal de Moscú en 1917. En la época que pasó en el instituto de psicología de Moscú (1924-1934), realizó un extenso trabajo en el desarrollo cognitivo, en particular en la relación entre el lenguaje y el pensamiento. Sus escritos hacían hincapié en el papel de los factores históricos, culturales y sociales en la cognición y en el lenguaje. Vygotski falleció víctima de la tuberculosis en 1934 dejando tras él un enorme trabajo que todavía está por estudiar.

Janice Anita Brown Walker (1949-). Matemática estadounidense que se doctoró en Michigan en 1982. La atmósfera en el departamento de matemáticas, el apoyo de muchos miembros del claustro de profesores y la camaradería entre los estudiantes hicieron que el tiempo que pasó en Michigan fuera gratificante, estimulante y cómodo. Desde 1992 dirige el departamento de matemáticas y ciencias computacionales en la Universidad Xavier en Cincinnati, Ohio.

Valerie Walkerdine. Británica, especialista en género y clase y su impacto en el desarrollo matemático. Enseña en la facultad de ciencias sociales de la Universidad de Cardiff, en Gales.

Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815-1897). Matemático alemán y profesor de gran influencia en Berlín. Fue conocido sobre todo por su construcción de la teoría de funciones complejas por medio de una serie de potencias.

André Weil (1906-1998). Matemático francés y uno de los miembros fundadores de Bourbaki. Inició un rápido avance de la geometría algebraica y de la teoría de números al sentar las bases de la geometría algebraica abstracta y de la moderna teoría de variedades abelianas. Su trabajo en curvas algebraicas ha tenido influencia en una amplia variedad de campos, entre ellos algunos ajenos a las matemáticas, tales como la física de partículas elementales y la teoría de cuerdas.

Tilla Minor Weinstein (m. 2002). Geómetra estadounidense especializada en superficies de Lorentz. Fue profesora y después catedrática de matemáticas en el colegio universitario Douglass de la Universidad Rutgers.

Anna Pell Wheeler (1883-1966). Matemática estadounidense y la primera mujer en pronunciar una conferencia en la American Mathematical Society. Fomentó la participación de las mujeres en las matemáticas. Enseñó la mayor parte de su vida en Bryn Mawr (1918-1948), donde también presidió el departamento de matemáticas, y se especializó en ecuaciones integrales. También era una entusiasta ornitóloga y observadora de flores silvestres.

Sylvia Wiegand (1945-). Matemática estadounidense. Varios miembros de su familia eran matemáticos. Escribió acerca de sus abuelos, Grace Chisholm Young y William Henry Young. Su interés por las matemáticas se despertó a una edad muy temprana, en reacción a los pasatiempos matemáticos que le planteaba su padre, Laurence Chisholm Young, profesor de matemáticas en la Universidad de Wisconsin. Se doctoró en 1972 con una tesis sobre álgebra conmutativa. Ha escrito muchos artículos de investigación con su marido, Roger Wiegand. Ambos enseñan en la Universidad de Nebraska.

Leo Wiener (1862-1939). Estadounidense, profesor de idiomas. Leo, el padre de Norbert Wiener, estudió medicina en la Universidad de Varsovia pero luego se trasladó a Berlín, donde empezó su formación como ingeniero. Renunció a los estudios para emigrar a Estados Unidos. A su llegada a Nueva Orleans en

1880, Leo ocupó diversos puestos en fábricas y granjas antes de convertirse en maestro de escuela en Kansas City. Avanzó hasta lograr un puesto de profesor de lenguas modernas en la Universidad de Missouri, y después dejó Missouri para trasladarse a Boston. Allí fue nombrado profesor de lenguas eslavas en Harvard, pero su salario no bastaba para mantener a su familia, y aceptó otros trabajos para aumentar sus ingresos. Permaneció en Harvard y acabó siendo ascendido a catedrático.

Norbert Wiener (1894-1964). Estadounidense, profesor de matemáticas en el MIT, conocido sobre todo por su significativo trabajo en el movimiento browniano. Introdujo una medida en el espacio de recorridos de una dimensión que introduce conceptos de probabilidad de un modo natural. A partir de 1923 investigó el problema de Dirichlet, produciendo trabajos que tuvieron una importante repercusión en la teoría de potencias.

Eugene Wigner (1902-1945). Físico estadounidense de origen húngaro. Sus investigaciones de los principios de la simetría en física son importantes no sólo para la física nuclear propiamente dicha, sino que su importancia va mucho más allá. Sus métodos y resultados se han convertido en unas guías indispensables para la interpretación de la rica y complicada imagen surgida de la investigación experimental realizada en los últimos años en partículas elementales.

Raymond L. Wilder (1896-1982). Matemático estadounidense que se doctoró en la Universidad de Texas en 1923. El grueso de su carrera académica se desarrolló en la Universidad de Michigan.

Wilder fue uno de los impulsores de la topología algebraica. Fue autor de diversos libros que trataban de la filosofía de las matemáticas y de la cultura de las matemáticas.

Andrew John Wiles (1953-). Británico, teórico de los números y profesor de la Universidad de Princeton. En 1995, Wiles demostró el último teorema de Fermat, cuyo enunciado es que si $a^n + b^n = c^n$, donde *a, b, c* y *n* son todos números enteros positivos, entonces *n* es menor o igual a 2.

Ellen Winner. Profesora estadounidense de psicología en el colegio universitario de Boston. Su trabajo en las artes visuales se ha centrado en la sensibilidad de los niños a los aspectos estéticos de las obras de arte, tales como la cualidad de las líneas, la expresión y la composición. Su libro más reciente estudia los conceptos erróneos que se tienen con relación a los niños superdotados y propone un conjunto de recomendaciones sobre cómo este tipo de niños deberían ser educados.

Melanie Matchett Wood (1981-). Matemática estadounidense que, mientras estudiaba secundaria en Indianápolis, se convirtió en la primera mujer miembro del equipo estadounidense en la olimpiada matemática internacional, en la que ganó medallas de oro en los años 1998 y 1999. Estudió en la Universidad Duke, donde recibió una beca Putnam. Durante el curso 2003-2004 estudió en la Universidad de Cambridge, donde ganó el premio Morgan por su trabajo en funciones de Belyi y en ordenaciones *p*. Fue nombrada vice capitana del equipo estadounidense, que se clasificó en segundo lugar en la olimpiada internacional matemática del año 2005.

Dudley Weldon Woodard (1881-1965). Matemático afroamericano que estudió en el colegio universitario Wilberforce en Ohio, donde se graduó en matemáticas en 1903. Más tarde se licenció en 1906 y obtuvo un título en matemáticas en la Universidad de Chicago en 1907. Entre 1907 y 1914 enseñó matemáticas en el instituto Tuskegee y después se incorporó al claustro de profesores de Wilberforce, donde permaneció entre 1914 y 1920. En 1921 aceptó una plaza de profesor de matemáticas en la Universidad Howard, y se doctoró en matemáticas en 1928 en la Universidad de Pensilvania. Mientras estuvo en Howard también fue nombrado decano del College of Arts and Sciences.

John Worrall (1946-). Filósofo británico que estudió en la London School of Economics y fue doctorando de Lakatos. Desarrolló la metodología de los programas de investigación de la LSE y la puso a prueba con un caso detallado de la física del siglo XIX. Worrall fue nombrado profesor de la LSE en 1971 y catedrático en 1978.

Shing-Tung Yau (1949-). Matemático chino que ha realizado un trabajo muy influyente en geometría diferencial y ecuaciones diferenciales parciales. Shing-Tung Yau es un geómetra de análisis (o un analista de geometría) dotado de una enorme capacidad técnica y una gran percepción. Ha resuelto problemas que habían quedado atascados durante años. Yau demostró la conjetura de Calabi en 1976. Otra conjetura demostrada por Yau fue la conjetura de masa positiva que tiene su origen en la geometría riemanniana.

James A. Yorke (1941-). Matemático estadounidense cuyo artículo de 1975 escrito en colaboración con T.Y. Li introdujo el término «caos». Este término, en principio, se refería a las iteraciones que acaban siendo periódicas con todos los períodos. Más tarde, se convirtió en un término más general que abarca evoluciones que tienen «atractores extraños», y evoluciones en las cuales incluso las perturbaciones muy pequeñas de las condiciones iniciales pueden acabar produciendo efectos muy grandes.

Gail S. Young (1915-1999). Matemático estadounidense alumno de Robert Lee Moore en la Universidad de Texas. Young enseñó en Purdue, Michigan, Tulane, Rochester, Wyoming y Columbia y dirigió el departamento de matemáticas en dos de ellas. También fue presidente de la Mathematical Association of America. Moore se hizo famoso por su versión de «instrucción» matemática centrada en el estudiante, y Young fue uno de los muchos alumnos que alcanzaron una gran notoriedad como investigadores y funcionarios de la organización.

Grace Chisholm Young (1868-1944). Matemática británica que, junto a William Young, escribió 220 artículos matemáticos y varios libros. Resulta casi imposible decir exactamente cuánto del trabajo en estos artículos se debía a Grace Young. Tal como escribió el propio William Young, «en parte siento como si te estuviera enseñando, y que te doy problemas que, aunque no pudiera resolver yo mismo, podría ayudarte a que tú lo hicieras».

William Henry Young (1863-1942). Matemático británico que descubrió la integración de Lebesgue, de forma independiente pero dos años después que el propio Lebesgue. Estudió las series de Fourier y las series ortogonales en general.

Oscar Zariski (1899-1986). Estadounidense de origen ucraniano, profesor de matemáticas en Harvard que trabajó en los fundamentos de la geometría algebraica utilizando métodos algebraicos. Contribuyó a la teoría de variedades normales, a la uniformización local y a la reducción de las singularidades de las variedades algebraicas.

Doron Zeilberger (1950-). Estadounidense de origen israelí y profesor de matemáticas en la Universidad Rutgers que ha realizado importantes y numerosas contribuciones a la combinatoria, a las identidades hiper geométricas y a las series *q*. Junto a Herbert Wilf, Zeilberger fue galardonado con el premio AMS Steele por su desarrollo de la teoría WZ, que ha revolucionado el campo de la suma hiper geométrica. A Zeilberger se le conoce por su acérrima defensa de la utilización de computadoras y algoritmos para trabajar en matemáticas de forma rápida y eficiente. Le ha atribuido a su computadora «Shalosh B. Ekhad» la coautoría de algunos de sus artículos. («Shalosh» y «Ekhad» significan «tres» y «uno» respectivamente en hebreo, nombres que hacen referencia al modelo 3B1 de AT&T).

Andrei Zelevinski. Estadounidense de origen ruso, profesor de matemáticas en la Universidad Northeastern; investigador en álgebra y combinatoria e instructor de la Universidad del Pueblo Judío.

Bibliografía

Abelson, P. (1965). «Relation of group activity to creativity in science», *Daedalus* (verano de 1965), p. 607.

Abraham, R., y Ueda, Y. (eds). (2000). *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, pp. 81-90.

Abramowitz, I. (1946). *The Great Prisoners*. Nueva York: E.P. Dutton, p. 142.

Accinelli, Elvio, y Markarian, Roberto (1996).*Recuerdos*, en Integrando. Centro de Estudiantes de Ingeniería, disponible en http://www.cmat.edu.uy/ ~mordecki/massera/sobre/ accinelli-markarian. html.

Aczel, A.D. (2006). *The artist and the mathematician*. Nueva York: Avalon Publishing Group.

Adler, A. (1972). «Mathematics and creativity», *New Yorker*, 19 de febrero de 1972. Reimpreso en Timothy Ferris (ed). (1983). *The world treasury of physics, astronomy and mathematics*. Back Bag Books, p. 435.

Albers, D., y Alexanderson, G. (1991). «A conversation with Ivan Niven», *College Mathematics Journal* 22 (5), pp. 371-402.

Albers, D.J. (1990). *More mathematical people: Contemporary conversations*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich.

Albers, Don (2007). «John Todd, — Numerical mathematics pioneer», *College Mathematics Journal* 38.

Albers, Donald J., y Alexanderson, G.L. (1985). *Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, p. 287.

Aleksandrov, P.S. (2000). «A few words on A.N. Kolmogorov», *Russian Mathematical Surveys* 39 (4), pp. 5-7, en *Kolmogorov in perspective*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 142.

Atiyah, M. (1984). Entrevista. *Mathematical Intelligencer* 6 (1), p. 17.

Barrow-Green, J. (1997). *Poincaré and the three body problem*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 162.

Baruk, Henri (1978). *Patients are like us*. Nueva York: William Morrow. [Hay trad. cast.: Baruk, Henri, *Hombres como nosotros: memorias de un nervopsiquiatra*. Barcelona, Grijalbo, 1977].

Beaulieu (1993). «A Parisian café and ten proto-Bourbaki meetings (1934-1935)»,*Mathematical Ingelligencer* 15 (1), pp. 27-35.

Beaulieu, L. (1999). «Bourbaki's art of memory», *Osiris 2*, serie 2 vol. 14,*Conmemorative practices in science: Historical perspectives on the Politics of Collective Memory*, pp. 219-251.

Bell, E.T. (1965). *Men of Mathematics*. Nueva York: Simon & Schuster. [Hay trad. cast.: Bell, Eric Temple, *Los Grandes matemáticos: (desde Zenón a Poincaré): su vida y sus obras*, trad. de Felipe Jiménez de Asúa, Buenos Aires: Losada (Barcelona: Sagrafic), 2009].

Birman, J., Haimo, D.T., Landau, S., Srinivasan, B., Pless, V., y Taylor, J.E. (1991). «In her own words», *Notices of the American Mathematical Society*, 38 (7), pp. 702-706.

Bloom, Benjamin S. (1985). *Developing talent in Young people*. Nueva York: Ballantine Books.

Blum, L. (2005). «AWM's first twenty years: The president's perspectives», en Case, B.A., y Legget, A.M. (eds). (2005),*Complexities: Women in mathematics*, Princeton, N.J.: Princeton University Press, pp. 80-97.

Boas, R. (1990). Entrevista, en D.J. Albers, G.L. Alexanderson y C. Reid (eds.) *More mathematical people: Contemporary conversations*. Boston: Birkhäuser, p. 25.

Bollobas, Béla (ed). (1986). *Littlewood'smiscellany*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bourbaki, N. (1948). «Foundations of mathematics for the working mathematician», *Journal of Symbolic Logic* 14, pp. 1-14.

— (1950). «The architecture of mathematics», *American Mathematical Monthly* 57, pp. 221-232.

Brockman, John (ed). (2004). *Curious minds: How a child becomes a scientist*. Nueva York: Pantheon Books.

Bronowski, J. (1965). *Science and Human Values*. Nueva York: Harper and Row.

Brown-Walker, J. (2005). «A double dose of discrimination», en Case, B.A., y Legget, A.M. (eds). (2005), *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 189.

Byers, W. (2007). *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction and paradox to create mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Campbell, D.M. (1985). «Beauty and the beast: The strange case of André Bloch», *Mathematical Intelligencer* 7 (4), pp. 36-38.

Carraher, T.N., Carraher, D., y Schliemann, A.D. (1985). «Mathematics in the streets and in the schools», *British Journal of Developmental Psychology* 3, pp. 21-29.

Cartan, H., y Ferrand, J. (1988). «The case of André Bloch», *Mathematical Intelligencer*10 (1), p. 241.

Cartan, H.-M. (1980). «Nicholas Bourbaki and contemporary mathematics», *Mathematical Intelligencer* 2 (4), pp. 175-187.

Cartier, P. (2001). «A mad day's work: From Grothendieck to Connes and Konsevitch», *Bulletin of the American Mathematical Society* 38 (4), pp. 389-408.

Case, B.A., y Legget, A.M. (eds). (2005).*Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 189.

Chang, Kenneth (2007). «Journeys to the Distant Fields of Prime», *New York Times*, 13 de marzo del 2007, en http://www.nytimes.com/2007/03/13/science/13prof.html?pagewanted=all.

Charbonneau, M., y John-Steiner, V. (1988). «Patterns of experience and the language of mathematics», en R. Cocking y J.P. Mestre (eds)., *Linguistic and cultural influences on learning mathematics*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, p. 94.

Choi, M.-D., y Rosenthal, P. (1994). «A survey of Chandler Davis», *Linear Algebra and Its Applications* 208/209, pp. 3-18.

Cohen, R. (2006). «What is the value of algebra?», *Washington Post*, 16 de febrero de 2006.

Collins, M.A., y Amabile, T.M. (1998). «Creativity and motivation», en R.J. Sternberg (ed)., *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 297-312.

Confrey, J. (1995). «Student voice in examining “splitting” as an approach to ratio, proportions and fractions», *Actas de PME* 19, Recife, Brasil.

Cornell, C. (1999). «I hate math! I couldn’tlearn it, and I can’t teach it!», *Childhood Education* 75 (4), pp. 225-230.

Correspondencia entre Legendre y Germain <http://www-groups.dcs. st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Legendre.html.

Correspondencia entre Germain y Gauss <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Gauss.html.

Courant, R. (1980). «Reminiscences from Hilbert’s Göttingen», *Mathematical Ingelligencer* 3 (3), pp. 159.

Courant, Richard, y Robbins, Herbert, ¿*Qué es la matemática*?, trad. de Luis Bravo Gala. Barcelona: Aguilar, 1964.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Nueva York: Harper Perennial, p. 53. [Hay trad. cast.: *Fluir, una psicología de la felicidad*, trad. de Nuria López, Barcelona: Círculo de Lectores, 1996].

Csikszentmihalyi, Mihaly, Rathkunde, Kevin, y Whalen, Samuel (1996). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. Nueva York: Cambridge University Press.

da C. Andrade, E.N. (1954). *Sir Isaac Newton: His life and work*. Garden City, N.Y.: Anchor Books.

Datta, D.K. (1993). *Math education at its best: The Potsdam model.* Framingham, Mass.: Center for Teaching/Learning of Mathematics.

Dauben, J. (1995). *Abraham Robinson: The creation of non-standard analysis: A personal and mathematical odissey*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Davis, P.J. (2006). *Mathematics and common sense. A case of creative tension*. Wellesley, Mass.: A.K. Peters.

Davis, P.J., y Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Boston: Birkhäuser. [Hay trad. cast.: *La experiencia matemática*, trad. De Luis García Bou, Barcelona: Labor, 1989].

Devlin, Keith (2009). MAA On-line, enero de 2009. «Should children learn math by starting with counting?», Devlin's Angle, http://www.maa.org/devlin/devlin_01_09.html.

Diacu F., y Holmes, P. (1996). *Celestial encounters*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Dieudonné, J.A. (1970). «The work of Nicolas Bourbaki», *American Mathematical Monthly* 77, pp. 134-145.

Donaldson, J.A. (1989). «Black Americans in mathematics», en Peter Duren (ed)., *A century of mathematics in America*, parte III. Providence, R.I.: American Mathematical Society.

Dudley, U. (1997). «Is mathematics necessary?», *College Mathematics Journal*28 (5), pp. 361-365.

Dyson, F.J. (1988). «A walk through Ramanujan's garden», en G.E. Andrews *et al., Ramanujan revisited*. Boston: Academic Press, p. 15.

Dyson, Freeman J. (2004). «Member of the club», en John Brockman, *Curious minds: How a child becomes a scientist*. Nueva York: Pantheon Books.

Einstein, A. (1942). Citado por Stern. Ref. S. Brodetsky, *Nature 150* (1942), 699, citado por C.W. Adams (1946), «The age at which the scientists do their best work», *Isis* 361, pp. 166-169.

Einstein, A., citado en Holton, G. (1973).*Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, p. 377.

Everett, D. (2005). «Cultural constraints on grammar and cognition in Piraha», *Current Anthropology* (agosto-septiembre), pp. 622-623.

Feldman, David. (1986). *Natures's gambit*. Nueva York: Basic Books.

Fleck, L. (1979). *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: University of Chicago Press.

Fosnot, C.T., y Dolk, M. (2001). *Young mathematicians at work*. Portsmouth, N. H.: Heinemann.

Fuchs, D.B. (1993). «On soviet mathematics of the 1950s and 1960s», en S. Zdravkovska y P.L. Duren (eds)., *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, vol. 6. Providence, R.I.: American Mathematical Society, pp. 220-222.

Gallian, Joseph A. (2004). «A conversation with Melanie Wood», *Math Horizons* 12, septiembre, 13, 14, 31.

Gardner, H. (1993). *Creating minds*. Nueva York: Basic Books.

— (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Nueva York: Basic Books.

— (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Nueva York: Basic Books.

Gerdes, P. (2001). «On culture, geometrical thinking and mathematics education», en A.B. Powell y M. Frankenstein (eds).,*Ethnomathematics, challenging Eurocentrism in mathematics education*, Albany, N.Y.: State University of New York Press, pp. 223-246.

Gessen, Masha (2005). *Perfect rigor*. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt.

Gilman, L. (2001). *The theory of multiple intelligences: Human intelligence*, sitio web http://www.indiana.edu/~intell/mitheory.shtml.

Glas, E. (2006). «Mathematics as objective knowledge and as a human practice», en R. Hersh (ed)., *18 unconventional essays on the nature of mathematics*. Nueva York: Springer.

Goldstein, R. (2006). *Incompleteness: The proof and the paradox of Kurt Gödel (Great discoveries)*. Nueva York: W.W. Thornton, p. 29.

Gowers, T., y Nielson, M. (2009). «Massively collaborative mathematics», *Nature* 461, pp. 897-881.

Grattan-Guinness, Ivor (1972). «A mathematical union», *Annals of Science* 29 (2), pp. 105-186.

Gray, M.W. (1976). «Sophie Germain: A bicentennial appreciation», *AWM Newsletter* 6 (6), pp. 10-14. [Reimpreso en *Complexities: Women in mathematics*, Bettye Anne Case y Anne Legget (eds.) Princeton, N.J.: Princeton University Press, pp. 68-74].

— (1987). «Sophie Germain», en L.S. Grinstein y P.J. Campbell (eds)., *A bicentennial appreciation, Women of mathematics: A bibliographic sourcebook*. Westport, Conn.: Greenwood Press, pp. 47-56. Este artículo contiene una excelente bibliografía de obras sobre Sophie Germain.

Gregory, Graves, y Bangert, N. (2005). *Math with heart: Why do mathematicians love math*? Manuscrito no publicado.

Grothendieck, A. (1986). *Récoltes et Sémailles*. Manuscrito no publicado. [Disponible en *RÉCOLTES ET SÉMAILLES Réflexions et témoignage sur un passé de mathématicien*, en http://www.math. jussieu.fr/~leila/ grothendieckcircle/RetS.pdf].

— (1989). Carta en la que rechaza el premio Crafoord, *Le Monde*, 4 de mayo de 1988. [También en http://www.lacitoyennete.com/magazine/retro/grothendiecka.php].

Grothendieck, A., Colmez, P. (ed)., y Serre, J.P. (2001). *Grothendieck-Serre correspondence*. París: Société Mathématique Française. Edición bilingüe, Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2004.

Guedj, D. (1985). «Nicolas Bourbaki, the collective mathematician: An interview with Claude Chevalley», *Mathematical Intelligencer* 7 (2), pp. 18-22.

Gustin, William C. (1985). «The development of exceptional research mathematicians», en Benjamin S. Bloom (ed)., *Developing talent in Young people*. Nueva York: Ballantine Books.

Hadamard, J. (1945). *The psychology of invention in the mathematical field*. Nueva York: Dover, p. 140.

Halmos, P.R. (1985). *I want to be a mathematician*. Nueva York: MMAA Spectrum, Springer Verlag, p. 51.

Hardy, G.H. (1978). *Ramanujan*. Nueva York: Cambridge University Press, pp. 2-3.

— (1991). *A mathematician's apology*. Cambridge: Cambridge University Press. [Hay trad. cast.: *Autojustificación de un matemático*, prólogo de C.P. Snow, trad. de Domènec Bergadà, Barcelona: Ariel, 1981].

Harrison, J. (2007). Sitio web.

Heims, Steve J. (1982). *John von Neumann and Norbert Wiener: From mathematics to the technologies of life and death*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1980. [Hay trad. cast.: *John von Neumann y Norbert Wiener*, prólogo de Manuel Abejón, trad. de Enrique Wulf, Barcelona: Salvat, 1980].

Helly, Eduard. MacTutor on-line mathematics biography.

Helson, R. (2005). Comunicación personal.

Henrion, C. (1991). «Merging and emerging lives: Women in mathematics», *Notices of the American Mathematical Society* 38 (7), pp. 724-729.

— (1997). *Women in mathematics: The addition of difference*. Bloomington, Ind.: Indiana University Press.

Hersh, R. (ed.) *18 unconventional essays on the nature of mathematics*. Nueva York: Springer.

— (2001). «Mathematical menopause, or a young man's game?», *Mathematical Intelligencer* 23 (3), pp. 52-60.

Hersh, Reuben, y John-Steiner, Vera (1993). «A visit to Hungarian mathematics», *Mathematical Intelligencer* 15 (2), pp.13-26.

Honda, K. (1975). «Teiji Takagi: A biography. Commentary», *Mathematica Universitatis Sancti Pauli* XXIV-2, pp. 141-167.

Howe, Michael, J.A. (1990). *The origins of exceptional abilities*. Cambridge, Mass.: Basil Blackwell.

Hyde, J. (2005). «The gender similarities hypothesis», *American Psychologist* 60, pp. 581-592.

Immordino-Young, M.H., y Damasio, A. (2007). «We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education», *Mind, Brain and Education* 1 (1), pp. 3-10.

Jackson,A. (1994). «Fighting for tenure: The Jenny Harrison case opens Pandora's box of issues about tenure, discrimination, and the law», *Notices of the American Mathematical Society* 41 (3), pp. 187-194.

— (1999). «The IHES at forty», *Notices of the American Mathematical Society* 46 (3), p. 330.

— (2004). «Grothendieck», *Notices of the American Mathematical Society* (octubre-noviembre), pp. 1038-1056, pp. 1196-1212.

James, I. (2002). *Notable mathematicians*. Nueva York: Cambridge University.

— (2002). *Remarkable mathematicians*. Cambridge: Cambridge University Press.

— (2009). *Driven to innovate: A century of Jewish mathematicians and physicists*, Oxford: Peter Lang.

John, F. (1992). «Memories of student days in Göttingen», *Miscellanea Mathematica*. Nueva York: Springer, pp. 213-220.

John-Steiner, V. (2006). Entrevista con Harrison, 4 de diciembre de 2006, Berkeley, California.

John-Steiner, Vera (1997). *Notebooks of the mind: Explorations of thinking*. Nueva York: Oxford University Press.

Kanigel, R. (1991). *The man who knew infinity*. Nueva York: Simon and Schuster.

Kerrich, J.E. (1946). *An experimental introduction to the theory of probability*. Copenhague: Einer Munksgaard.

Klein, F. (1979). «Development of mathematics in the 19th century», traducido al inglés por M. Ackerman, en R. Herman (ed)., *Lie Groups, history, frontiers and applications*, vol. IX. Brookline, Mass.: Math Science Press.

Kline, M. (1974). *Why Johnny can't add*. Nueva York: Random House.

Koblitz, A. (1983). *A convergence of lives*. Boston: Birkhäuser.

Kolmogorov, A.N. (2000). «Memories of P. Aleksandrov», en *Kolmogorov in perspective*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, p. 142.

Kovalevskaya, S., Kochina, P.Y., y Stillman, B. (1978). *A Russian childhood*. Nueva York: Springer, p. 35.

Krantz, S.G. (2002). *Mathematical apocrypha: Stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America.

— (2005). *Mathematical apocrypha redux: More stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America.

Krutetskii, V.A. (1996). *The Psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: University of Chicago Press.

Kummer <http://www-groups.dcs. st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/Kummer.html.

LaGrange <http://www-groups.dcs. st-and.ac.uk%7Ehistory/Mathematicians/ Lagrange.html.

Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Nueva York: Cambridge University Press. [Hay trad. cast.: *La cognición en la práctica*, trad. de Luis Botella, Barcelona: Paidós, 1991].

Lehman, H.C. (1953). *Age and achievement*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Leray, Jean (2000). *Notices of the American Mathematical Society* 47 (3), pp. 350-359.

Lester, W. (2005). «Hate mathematics? You are not alone». Associated Press, 16 de agosto de 2005.

Levin, T. (2006). «As math scores lag, a new push for basics», *New York Times*, 14 de noviembre de 2006.

Levinson, N. (1966). «Wiener's life», *Bulletin of the American Mathematical Society* 72 (1, II), p. 3.

Lewis, A.C. (1976). «George Bruce Halsted and the development of American mathematics», en J.D. Tarwater (ed)., *Men and institutions in American mathematics*. Lubbock, Tex.: Texas Technical University Press.

Lewis, D.J. (1991). «Mathematics and women: The undergraduate school and pipeline», *Notices of the American Mathematical Society* 38 (7), pp. 721-723.

Lisker, R. (1999). Ferment, vol. V(5), 25 de junio. The Quest for Alexandre Grothendieck; #6, 1 de octubre: Grothendieck, 2; #7, 25 de octubre: Grothendieck, 3; #8, 27 de noviembre: Grothendieck, 4; #9, 1 de enero: Grothendieck, 5. Estos artículos también están contenidos en un libro titulado *The Quest for Alexandre Grothendieck*, disponible por petición a su autor. Traducción al inglés de las 100 primeras páginas de *Récoltes et Sémailles*. Las condiciones para adquirirlos pueden encontrarse en http://www.fermentmagazine.org/home5.html. Sitio web del círculo Grothendieck, http://www.grothendieckcircle.org, 20 de julio de 2007.

Littlewood, J. (1986). *Littlewood's miscellany*. Prefacio de Béla Bollobás. Nueva York: Cambridge University Press.

Lui, S.H. (1997). «An interview with Vladimir Arnold», *Notices of the American Mathematical Society* 42 (2), pp. 432-438.

Macrae, Norman (1992). *John von Neumann*. Nueva York: Random House, pp. 44-51.

MacTutor sitio web, Birkhoff.

MacTutor, sitio web. Biografías matemáticas: Élie Joseph Cartano, Henri Paul Cartan, Pierre Émile Jean Cartier, Claude Chevalley, Jean Alexandre Eugène Dieudonné.

Mandelbrot, B. (1985). Entrevista en D.J. Albers y G.L. Alexanderson (eds),*Mathematical people: Profiles and interviews*. Boston: Birkhäuser, p. 209.

Marx, George (1999). «The Hungarian gymnasium», *Europhysics News*(noviembre-diciembre), p. 130.

Mashaal, M. (2006). *Bourbaki: A secret society of mathematicians*. Providence, R.I.: American Mathematical Society.

Massera, J.L., y Schäffer, J.J. (1966). *Linear Differential Equations and Function Spaces*. Nueva York: Academic Press.

Massera, J.L. (1998). *Recuerdos de mi vida académica y política.* Conferencia pronunciada en el Museo Nacional de Antropología de Ciudad de México el 6 de marzo de 1998, y publicada en *José Luis Massera. El científico y el hombre*. Premio México de Ciencia y Tecnología. Montevideo, Uruguay: Facultad de Ingeniería (1998). Las citas proceden del texto sin paginar de la conferencia de Massera. [Puede encontrarse en: http://www.cmat.edu.uy/~mordecki/massera/de/academica-politica.html].

Mathias, A.R.D. (1992). «The ignorance of Bourbaki», *Mathematical Intelligencer* 14 (39), pp. 4-13.

McCarthy, C. (1991). «Who needs algebra?»,*Washington Post*, 20 de abril de 1991.

McMurran, S.L., y Tattersall, J.J. (1996). «The mathematical collaboration of M.L. Cartwright and J.E. Littlewood», *American Mathematical Monthly* 103 (10), pp. 833-845.

Megginson, R.E. (2003). «Yueh-Gin Gung and Dr. Charles Y. Hu Award to Clarence F. Stephens for distinguished service to mathematics», *American Mathematical Monthly* 110 (3), pp. 177-180.

Mira, C., (2000). «I. Gumowski and a Toulouse research group in the "prehistoric" times of chaotic dynamics», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, pp. 95-197.

Moore (2007). *Mathematics at Berkeley: A history*. Wellesley, Mass.: A.K. Peters, p. 288.

Mordell, L. (1971). «Reminiscences of an octogenarian mathematician», *American Mathematical Monthly* 78.

Mordell, L.J. (1970). «Hardy's *A mathematician's Apology», American Mathematical Monthly* 77, p. 836.

Morrow, Charlene, y Pearl, Teri (eds). (1998).*Notable women in mathematics: A biographical dictionary*. Westport, Conn.: Greenwood Press.

Moser, J. (1995). «Obituary for Fritz John, 1910-1994», *Notices of the American Mathematical Society* 42 (2), pp. 256-257.

Moses, R., West, M.M., y Davis, F.E. (2009). «Culturally responsive mathematics in the Algebra Project», en B. Greer, S. Thukhopadhyay, A.B. Powell y S. Nelson-Barber, *Culturally responsive mathematics education*. Nueva York: Routledge.

Moses, R.P., y Cobb, C.E. Jr. (2001). *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon Press.

Mozzocchi, C.J. (2000). *The Fermat diary*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, pp. 64-65.

Murray, Margaret (2000). *Women becoming mathematicians*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology.

Nasar, S. (1998). *A beautiful mind*. Nueva York: Touchstone.

Nasar, S., y Gruber, D. (2006). «Manifold destiny», *The New Yorker*, agosto de 2006, p. 52.

Noddings, N. (1993). «Excellence as a guide to educational conversation», *Teachers College Record* 94 (4), pp. 730-743.

Noddings, N. (1994). «Does everybody count?», *Journal of Mathematical Behavior* 13 (1), pp. 89-104.

— (2003). *Happiness and education*. Nueva York: Cambridge University Press.

— (2007). *The challenge to care in schools*. Nueva York: Teachers College Press, pp. 1151-1159.

Noether, G.E. (1987). «Emmy Noether (1882-1935)», en Louise S. Grinstein y Paul Campbell, *Women of mathematics: A bibliographic sourcebook*. Nueva York: Greenwood Press, pp. 165-170.

O'Connor, J.J., y Robertson, E.F. (2003). George Dantzig http://http:// www-history.mcs.st-and.ac.uk/ Mathematicians/Dantzig_George. html (p. 2) (artículo de MacTutor, School of Mathematics and Statistics, University of St. Andrews, Escocia, JOC/EFR, abril de 2003).

Olson, Steve (2004). *Countdown*. Boston: Houghton Mifflin.

Osserman, R. (1995). *Poetry of the universe*. Nueva York: Double Day.

Parikh, C. (1991). *The unreal life of Oskar Zariski*. Boston: Academic Press, p. 50.

Parker, J. (2004). *R.L. Moore: Mathematician and teacher*. Washington, D.C.: Mathematical Association of America.

Paulos, J.A. (1998). *Once upon a number*. Nueva York: Basic Books.

Paulson, Amanda (2004). «Children of immigrants shine in math, science», *Santa Fe New Mexican* 813 1/04, p. A5.

Pearson, R.S. (1991). «Why don't engineers use undergraduate mathematics in their profesional work?», *UME Trends* 3:3, p. 8.

Perl, T., y Morrow, C. (eds). (1998). *Notable women in mathematics*. Westport, Conn.: Greenwood Press.

Perl, Teri (1978). *Biographies of women mathematicians and related activities*. Menlo Park, Calif.: Addison-Wesley.

Peter, R. (1990). «Mathematics is beautiful», *Mathematical Intelligencer* 12 (1), pp. 58-62.

Piaget, J. (1965/1941). *The child's concept of number*. Nueva York: W.W. Norton.

Pier, J.P. (ed). (2000). *Development of mathematics 1950-2000*. Boston: Birkhäuser.

Poland, J. (1987). «A modern fairy tale?»,*American Mathematical Monthly*, 94 (3), pp. 291-295.

Radford, John (1990). *Child prodigies and exceptional achievers*. Nueva York: Harvester Wheatsheaf.

Radó, Tibor. MacTutor on-line mathematics biography.

Rathkunde, Kevin, y Csikszentmihalyi (1983). «Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents», *Journal of Youth and Adolescence* 22 (4), pp. 385-405.

Reid, C. (1970). *Hilbert*. Nueva York: Springer-Verlag.

— (1976). *Courant in Göttingen and New York*. Nueva York: Springer-Verlag, p. 255.

— (1983). «K.O. Friedrichs 1901-1982»,*Mathematical Intelligencer* 5 (3), pp. 23-30.

— (1986). *Hilbert-Courant*. Nueva York: Springer-Verlag, p. 143.

— (1996). *Julia, a life in mathematics*. Washington, D.C.: MAA Spectrum.

— (2004). *Hilbert*. Nueva York: Springer, pp. 12-13.

Reitberger, H. (2002). «Leopold Vietoris (1891-2002)», *Notices of the American Mathematical Society* 49 (10), p. 1232.

Roberts, S. (2006). *King of infinite space*. Nueva York: Walker and Company.

Roitman, J. (2005). En Case, B.A., y Legget, A.M. (eds). (2005). *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 251.

Rota, G.C. (1987). «The lost café», *Los Alamos Science*, edición especial, 26, p. 26.

— (1997). *Indiscrete thoughts*. Boston: Birkhäuser.

Rowe, D.E. (1986). «"Jewish mathematics" at Göttingen in the era of Felix Klein», *Isis*77, pp. 422-449.

— (1989). «Klein, Hilbert, and the Göttingen mathematical tradition», en K.M. Oleska (ed.), *Science in Germany: The intersection of institutional and intelectual issues. Osiris* 5, pp. 189-213.

— (2000). «Episodes in the Berlin-Göttingen rivalry, 1870-1930», *Mathematical Intelligencer* 22 (1), pp. 60-69.

— (2007). *The mathematician's brain*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

— (2007). *The mathematician's brain*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 129.

Russell, B. (1957). «The study of mathematics». En *Mysticism and logic*. Nueva York: Double Day. [Hay trad. cast.: «El estudio de las matemáticas», en *Mística y Lógica*, trad. de Santiago Jordán, Barcelona: Edhasa, 2001].

Sacks, Oliver (2001). *Uncle Tungsten: Memories of a chemical boyhood*. Nueva York: Alfred Knopff, p. 26. [Hay trad. cast.: *El tío Tungsteno: recuerdos de un químico precoz*, trad. de Alou Ramis, Barcelona: Anagrama, 2009].

Schechter, B. (1998). *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdös*. Nueva York: Simon and Schuster.

Schliemann, A.D., Carraher, D.W., y Ceci, S.J. (1997). «Everyday cognition», en J.W. Bery, P.R. Dasen y T.S. Sarawathi (eds).,*Handbook of cross-cultural psychology*(2.ª ed)., vol. 2: *Basic Processes and developmental psychology*. Boston: Allyn & Bacon, pp. 177-215.

Schmittau, Jean (2003). «Cultural historical theory in mathematics education», en Kozulin, A., Gindis, B., Ageyev, V.S., Miller, S.N. (eds), *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*, Nueva York: Cambridge University Press, pp. 225-245.

Schnepps, L. (2008). Grothendieck-Serre Correspondence, reseña de libro. *Mathematical Intelligencer* 30 (1), pp. 66-68.

Schwartz, L. (2001). *A mathematician grappling with his century*. Basilea: Birkhäuser.

Segal, S.L. (2003). *Mathematicians under the Nazis*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Senechal, M. (1998). «The continuing silence of Bourbaki – An interview with Pierre Cartier», 18 de junio de 1997.*Mathematical Intelligencer* 20 (1), pp. 22-28.

— (2007). «Hardy as a mentor», *Mathematical Intelligencer* 29 (1), pp. 16-23.

Shakespeare, William. *La tempestad*. Trad. de J.M. Valverde. Barcelona: Planeta, 1992.

Shifman, M. (ed). (2005). *You failed your math test, Comrad Einstein*. Singapur: World Scientific.

Sigmund, A.M., Michor, P., y Sigmund, K. (2005). «Leray in Edelbach», *Mathematical Intelligencer* 27 (2), pp. 41-50.

Singh, Simon (1998). *Fermat's Last Theorem*. Londres: Fourth Estate. [Hay trad. cast.: *El enigma de Fermat*, prólogo de John Lynch, trad. de David Galadí Gutiérrez y Jordi Gutiérrez. Barcelona: Planeta, 2003].

Singh, S. (1998). *Fermat's last theorem*. Londres: Fourth Estate.

Sitio web de Mathematicians of the African Diaspora, descargado el 5 de abril del 2007 de http://www.math.buffalo.edu/mad/.

Slocum, J., y Sonneveld, D. (2006). *The 15 puzzle*. Beverly Hills, Calif.: Slocum Puzzle Foundation.

Smolin, L. (2006). *The trouble with physics*. Londres: Houghton-Mifflin: Penguin. [Hay trad. cast.: *Las dudas de la física en el siglo* XXI, trad. de R.M. Salleras Puig. Barcelona: Crítica, 2007].

—, en www.edge.org/ documents/archive/edge52.html, 21 de marzo de 1999.

Snow, C.P. (1993). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press. [Hay trad. cast.: *Las dos culturas y la revolución científica*, Buenos Aires: Sur, 1963].

Socha, K. (2005). «Mathematics: Mortals and morals», en Case, B.A. y Legget, A.M. (eds). (2005), *Complexities: Women in mathematics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, pp. 393-395.

Sossinsky, A.B. (1993). «In the other direction», en S. Zdravkovska y P.L. Duren (eds)., *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, vol. 6. Providence, R.I.: American Mathematical Society, pp. 223-243.

Stephens, R. (2006). Comunicación personal.

—, sitio web. Descargado el 15 de marzo de 2007 de http://www.mathsci.appstate.edu/~sjg/womenand minoritiesinmath/student/stephens/sephen.

Stern, N. (1978). «Age and achievement in mathematics: A case study in the sociology of science», *Social studies of science*, vol. 8. Beverly Hills, Calif.: Sage, pp. 127-140.

Sternberg, J., y Lubart, T.I. (1991). «The investment theory of creativity and its development», *Human Development* 34, pp. 1-31.

Szanton, A. (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton*. Nueva York: Plenum Press.

Szpiro, G.G. (2007). «Bella Abramovna Subbotovskaya and the "Jewish People's University"», *Notices of the American Mathematical Society* 54 (10), pp. 1326-1330.

Tattersall, J., y McMurran, S. (2001). «An interview with Dame Mary L. Cartwright, D.B.E., F.R.S»., *College Mathematics Journal* 32 (4), pp. 242-254.

Taylor, S.S. (1999). *Research dialogues of the TIM-CREF*, n.º 62.

The Scientist (1992). «Academy criticism of a foreign associate stirs debate over NAS role and policies», 6 (19), pp. 1-18.

Thurston, W. (2005). «Of proof and progress in mathematics», en R. Hersh (ed).,*Unconventional Essays on the nature of mathematics*. Nueva York: Springer.

Tikhomirov, V.M. (1991). *Moscow mathematics 1950-1975*. Basilea: Birkhäuser.

— (2000). «Moscow mathematics 1950-1975», en Jean Paul Pisier (ed)., *Development of Mathematics* 1950-1975. Boston: Birkhäuser.

Tobias, Sheila (1993). *Overcoming math anxiety*. Nueva York: W.W. Norton.

Treisman, V. (1992). «Studying students studying calculus: A look at the lives of student mathematicians», *College Mathematics Journal* 23, p. 363.

Turán, P. Nota de bienvenida. *Journal of Graph Theory* 1 (1), p. 1.

Ueda, Y. (2000a). «Strange attractors and the origin of chaos», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, pp. 23-55.

— (2000b). «My encounter with chaos», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, pp. 48-49.

— (2000c). «Reflections on the origin of the broken-egg chaotic attractor», en R. Abraham e Y. Ueda (eds)., *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*. Singapur: World Scientific, p. 65.

Ulam, Stan (1976). *Adventures of a mathematician*. Nueva York: Scribner. [Hay trad. cast.: *Aventuras de un matemático*, trad. y notas de Ricardo García-Pelayo Novo. Madrid: Nivola, 2002].

Umland, K. (2006). Comunicación personal. Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad de Nuevo México.

Umland, K., y Hersh, R. (2007). «Mathematical discourse: The link from premathematical to fully mathematical thinking», *Philosophy and Education* 19, pp. 1-10.

Van der Waerden, B.L. (1937). *Moderne Algebra*. Berlín: Springer.

Van Stigt, W.P. (1990). *Brouwer's intuitionism*, Amsterdan: NorthHolland.

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Walkerdine, V. (1997). «Difference, cognition, and mathematics education», en A.B. Powell y M. Frankenstein (eds).,*Ethnomathematics, challenging Eurocentrism in mathematics education*. Albany, N.Y.: State University of New York Press, pp. 201-214.

Weierstrass <http://www-groups. dcs.st-and.ac.uk %7Ehistory/Mathematicians/ Weierstrass.html.

Weil, A. (1950). «The future of mathematics», *American Mathematical Monthly* 57, p. 296.

— (1992). *The apprenticeship of a mathematician*. Basilea: Birkhäuser, p. 91. [Hay trad. castellana: *Memorias de aprendizaje*, traducción y notas de Aurora Bell-lloch. Tres Cantos: Nivola, 2002].

Weyl, H. (1935). «Emmy Noether», *Scripta Mathematica* 3 (3), pp. 201-220.

White, L.A. (2006). «The locus of mathematical reality: An anthropological footnote», en R. Hersh (ed)., *18 unconventional essays on the nature of mathematics*. Nueva York: Springer.

Wiegand, S. (1977). «Grace Chisholm Young», *Association for Women in Mathematics Newsletter* 7, p. 6.

Wiener, Norbert (1953). *Ex-prodigy: My childhood and youth*. Nueva York: Simon & Schuster.

Wigner, Eugene (1992). *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton*. Nueva York: Plenum Press.

Wilder, R.L. (1982). «The mathematical work of R.L. Moore: Its background and influence», *Archive for the History of Exact Sciences* 26, pp. 73-97

— (1981). *Mathematics as a cultural system*. Oxford: Pergamon Press.

Winner, Ellen (1996). *Gifted children: Myths and realities*. Nueva York: Basic Books.

Wolpert, Stuart (2006). «Terence Tao, "Mozart of math" is UCLA's first mathematician awarded the Fields medal, often called the "Nobel Prize in Mathematics"», *UCLA News*, 22 de agosto de 2006. Recuperado el 10 de abril de 2008 de http://newsroom.ucla. edu/portal/ucla/Terence-Tao-of-Math-7252.

www.maths.abdn.ac.uk/courses/mx4531/ chap_gamma/pdf/ram.pdf.

Yau, S.T. (1988). *S.S. Chern: A great geometer of the twentieth century*. Singapur: International Press.

Zaslavsky, C. (1996). *The multicultural classroom*. Portsmouth, N.H.: Heinemann.

Zdravkovska, S., y P.L. Duren (eds.) *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, vol. 6. Providence, R.I.: American Mathematical Society.

Zeilberger, D. Blog, internet.

Zelevinsky, A. (2005). «Remembering Bella Abramovna», en Shifman, M. (ed). (2005),*You failed your math test, Comrad Einstein*. Singapur: World Scientific.

Otra bibliografía

La literatura «popular» de divulgación de matemáticas está en pleno auge. Cada año se incorporan nuevas obras a las estanterías de las librerías. Algunas de ellas, los libros de texto, una industria por derecho propio, tienen el objetivo de enseñar una rama especial de las matemáticas. Otras, destinadas a la lectura «de placer», tratan temas especiales que van más allá del nivel de secundaria o de estudios de grado, estadística y probabilidad en muchos de los casos, y en el pasado reciente, buenos libros de topología, teoría de grupos, grafos y redes, y también geometría no euclidiana.

Se publican asimismo libros sobre la historia de las matemáticas, en forma de recopilaciones de breves biografías organizadas cronológicamente, libros sobre filosofía de las matemáticas, libros sobre enseñanza y educación no incluidos entre los destinados específicamente a la formación de educadores y enseñantes. Se publican, en particular, libros que tratan de genios y niños prodigio, y libros que abordan la ansiedad que provocan las matemáticas y el porqué las personas evitan las matemáticas; se publican incluso libros de «mates para principiantes», sin olvidar las biografías y autobiografías de matemáticos. Buena parte del material para este libro se ha tomado de este último grupo. Por supuesto, al escribirlo hemos intentado buscar en toda clase de fuentes. Nos gustaría ofrecerle al lector una visión general y una breve valoración de los muchos muchos libros que hemos consultado. En primer lugar, y sin hacer gala de falsa modestia, queremos mencionar *La experiencia matemática*, de Philip J. Davis, Reuben Hersh y Elena Marchisotto, un libro publicado hace más de veinte años pero todavía útil. Su principal intención era la de descorrer la cortina, el velo que ocultaba la vida y el pensamiento de los matemáticos al público lector. Al hacerlo, logramos un objetivo novedoso: presentarle al público profano y de una forma razonablemente accesible las teorías y resultados más recientes de las matemáticas puras, de las que forman parte la lógica, el análisis armónico y la teoría de grupos. Fue un adelanto muy importante que alentó a muchos otros autores a emprender proyectos igual de audaces.

Ofrecemos más abajo una lista de algunos libros recientes agrupados en varias categorías diferentes, y que, en nuestra opinión, son fáciles de leer e interesantes. Sin embargo, el objetivo principal es el de presentar una lista de las biografías y autobiografías, añadiendo una observación especial a las que consideramos más destacadas. (En este libro no se ha hecho referencia a todas ellas).

Colecciones biográficas

-*The honors class: Hilbert's problems and their solvers*, Benjamin H. Ynadell. Natick, Mass.: A.K. Peters, 2002. Una valiosa historia de la investigación, inspirada por la famosa lista de los 23 problemas de Hilbert.
-*Men of Mathematics*, E.T. Bell. Nueva York: Simon & Schuster, 1965. Un clásico, un texto histórico, no demasiado fiable, pero de ágil lectura y muy leído por los matemáticos del pasado, del presente y del futuro.
-*Remarkable mathematicians: From Euler to von Neumann*, Ioan James. Washington D.C.: Mathematical Association of America, 2002.
-*Driven to innovate: A century of jewish mathematicans and physicists*, Ioan James. Whitney, Oxfordshire: Peter Lang, 2009.

Autobiografía

- *The apprenticeship of a mathematician*, André Weil. Traducido al inglés por Jennifer Gage. Boston: Birkhäuser, 1992. [Hay trad. cast.: *Memorias de aprendizaje*, traducción y notas de Aurora Bell-lloch. Tres Cantos: Nivola, 2002]. La autobiografía de André Weil abarca sólo hasta la mitad de su carrera, y en ella apenas habla de matemáticas, pero su sabor de presunción informal de supremacía incuestionable deja traslucir su extraordinaria personalidad.
- *Ex-prodigy: My childhood and youth*, Norbert Wiener. Nueva York: Simon and Shuster, 1953.
- *I am a mathematician: The later life of a prodigy*, Norbert Wiener. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1956. Una crónica autobiográfica de

los años de madurez de Norbert Wiener y de su carrera, y la continuación de su crónica de la infancia en *Ex-prodigy*.

- *A mathematician's apology*, G.H. Hardy. Cambridge: Cambridge University Press 1991. [Hay trad. cast.: *Autojustificación de un matemático*, prólogo de C.P. Snow, trad. de Domènec Bergadà. Barcelona: Ariel, 1981].

- *A mathematician grappling with his century*, Laurent Schwartz. Traducido al inglés por Leila Schnepps. Boston: Birkhäuser, 2001.

Enigmas of chance: An autobiography, Marc Kac. Berkeley, Calif.: Universtiy of California Press, 1987.

- *Adventures of a mathematician*, Stan Ulam. Nueva York: Scribner, 1976. [Hay trad. cast.: *Aventuras de un matemático*, trad. y notas de Ricardo García-Pelayo Novo. Madrid: Nivola, 2002].

- *The recollections of Eugene P. Wigner as told to Andrew Szanton.* Nueva York: Plenum Press, 1992.

- *The education of a mathematician*, Philip J. Davis. Natick, Mass.: A.K. Peters, 2000.

- *I want to be a mathematician: an automathography*, Paul R. Halmos. Nueva York: Springer-Verlag, 1985. Transmite el sabor único y la personalidad única de este famoso escritor y profesor de matemáticas estadounidense.

- *Random curves*, Neal Koblitz. Nueva York: Springer, 2008. Memorias de ágil lectura y controvertidas de un destacado algebrista, criptógrafo y educador activista.

Biografías modernas

- *Perfect rigor*, Masha Gessen. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt, 2005. La vida de Grisha Perelman, el matemático que demostró la conjetura de Poincaré.
- *Charles Saunders Peirce: A life*, Joseph Brent. Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1993.
- *Courant in Göttingen and New York*, Constance Reid. Nueva York: Springer-Verlag, 1976. El libro de Constance Reid establece una alto estándar en cuanto a calidad literaria e investigación minuciosa. Hemos utilizado sus biografías de Hilbert, Courant y la de su hermana Julia Robinson.
- *Hilbert*, Constance Reid. Nueva York: Springer-Verlag, 1970. Contiene una valoración de Hermann Weyl del trabajo matemático de Hilbert.
- *Julia, a life in mathematics*, Constance Reid. Washington, D.C.: MAA Spectrum, 1966.
- *A convergence of lives: Sofia Kovalevskaya, scientis, writer, revolutionary*, Anne Hibner. Koblitz. Boston: Birkhäuser.
- *Alan Turing: The enigma*, Andrew Hodges. Prólogo de Douglas Hofstadter. Nueva York: Walker, 2000.
- *Stephen Smale: The matematician who broke the dimension barrier*, Steve Batterson. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2000.
- *The man who knew infinity: A life of the genius Ramanujan*, Robert Kanigel. Nueva York: Scribner, 1991. Una extraordinaria obra literaria.

Ramanujan: Twelve lectures on subjects suggested by his life and work, G.H. Hardy. Nueva York: Chelsea.

- *The wind and beyond: Theodore von Kármán, pioneer in aviation and pathfinder in space*, Theodore von Kármán con Lee Edson. Boston: Little, Brown, 1967.

- *The man who loved only numbers: The story of Paul Erdös and the search for mathematical truth*, Paul Hoffman. Nueva York: Hyperion, 1998.

- *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdös*, B. Schechter. Nueva York: Simon and Schuster, 1998.

- *Alfred Tarski: Life and logic*, Anita B. Feferman y Solomon Feferman. Nueva York: Cambridge University Press, 2004.

- *Politics, Logic, and Love: The life of Jean van Heijenoort*, Anita Burdman Feferman. Wellesley, Mass.: A.K. Peters, 1993. Heijenoort fue asesinado por una ex esposa tras una carrera de historiador de la lógica, y después de años de servicio como secretario personal de León Trotsky.

- *Willard Gibbs*, Muriel Rukeyseyer. Nueva Yord: Dutton, 1964.

- *Logical dilemmas: The life and work of Kurt Gödel*, John Dawson. Wellesley, Mass.: A.K. Peters, 1997.

- *Incompleteness: The proof and the paradox of Kurt Gödel*, R. Goldstein, Nueva York: W.W. Norton, 2005.

- *Abraham Robinson: The creation of non-standard analysis: A personal and mathematical odissey*, Joseph Warren Dauben. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1995.

- *Georg Cantor: His mathematics and philosophy of the infinite*, Joseph Warren Dauben. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1979.
- *The unreal life of Oskar Zariski*, C. Parikh. Boston: Academic Press, 1991. Obra de fácil lectura y muy fiable.
- *King of infinite space: Donald Coxeter: The man who saved geometry*, Siobhan Roberts. Nueva York: Walker and Company, 2006.
- *John von Neumann and Norbert Wiener: From mathematics to the technologies of life and death.* Steve J. Heims. Cambridge, Mass.: MIT Press 1982. [Hay trad. cast.: *John von Neumann y Norbert Wiener*, prólogo de Manuel Abejón, trad. de Enrique Wulf. Barcelona: Salvat, 1980].
- *Henri Poincaré, critic of crisis: Reflections on his universe of discourse*, Tobias Dantzig. Nueva York: Scribener, 1954.
- *R.L. Moore: Mathematician and teacher*, J. Parker. Washington, D.C.: Mathematical Association of America, 2004.
- *Emmy Noether, 1882-1935*, Auguste Dick. Traducido al inglés por Heidi Blocher. Boston: Birkhäuser, 1981.
- *Countdown: six kids vie for glory at the world's toughest math competition*, Steve Olson. Boston: Houghton Mifflin, 2004.
- *Logic's lost genius: The life of Gerhard Gentzen*, Eckar Menzler-Trott. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2007.
- *Jean Cavaillès: A philosopher in time of war 1903-1944*, Gabrielle Ferrières. *Studies in French civilisation*, 16. Traducido al inglés por T.N.F. Murtagh. Lewiston, N.Y.: Edwiin Mellen Press, 2000.

Cavaillès fue un profesor de lógica de la Sorbona que pasaba las tardes organizando sabotajes contra los ocupantes nazis; su personaje en la ficción aparece en la película de 1969, *El ejército de las sombras*.

- *Ernst Zermelo: An approach to his life and work*, Heinz Dieter Ebbinghaus, con la contribución de V. Pecklaus. Nueva York: Springer, 2007.
- *Niels Henrik and his times*, Arild Stubhaug y Richard R. Daly. Nueva York: Springer, 2000.
- *The Matematician Sophus Lie*, Arild Stubhaug y Richard R. Daly. Nueva York: Springer, 2002.

Biografías clásicas

- *Isaac Newton*, James Gleick. Nueva York: Pantheon Books, 2003.
- *The life of Isaac Newton*, Richard S. Westfall. Nueva York: Cambridge University Press, 1993.
- *Never at rest: A biography of Isaac Newton*, Richard S. Westfall. Nueva York: Cambridge University Press, 1980.
- *The mathematical career of Pierre de Fermat 1601-1655*, Michael S. Mahoney. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1973.
- *Blaise Pascal, mathematician, physicist and thinker about God*, Donald Adamson. Nueva York: St. Martin's, 1995.
- *Joseph Fourier: The man and the physicist.* John Herivel, Oxford: Clarendon Press, 1975.
- *Joseph Fourier, 1768-1830: A survey of his life and work*, I. Grattan Guinness en colaboración con J.R. Ravetz. Basado en una edición

crítica de su monografía sobre la propagación del calor, presentada ante el Institut de France en 1807. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1972.

- *Life of sir William Rowan Hamilton*, Robert Perceval Graves. Nueva York: Arno Press, 1975.

- *Sir William Rowan Hamilton*, Thomas L. Hankins. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1980.

- *Carl Friedrich Gauss: Titan of science*, G. Waldo Dunnington. Con material adicional de Jeremy Gray y Fritz Egbert Dohse. Washington D.C.: Mathematical Association of America, 2004.

- *Carl Friedrich Gauss: 1777-1977*, Karin Reich. Traducido al inglés por Patricia Crampton Bonn-Bad. Godesberg: Inter Nationes, 1977.

- *Euler: The master of us all*, William Dunham. Washington D.C.: Mathematical Association of America, 1999.

- *Sophie Germain: An essay in the history of the theory of elasticity*, Louis L. Bucciarelli y Nancy Dworsky. Boston: D. Reidel, 1980. Vendido y distribuido en Estados Unidos y Canadá por Kluwer, Boston.

Historia

- *A history of mathematics: An introduction*, Victor J. Katz. Boston: Addison-Wesley, 2009.

- *Mathematicians under the nazis*, Stanford L. Segal. Princeton, N.J.: Princeton Univertiy Press, 2003.

- *Golden years of Moscow mathematics, History of Mathematics*, Smilka Zdravkovska y Peter L. Duren. Providence, R.I.: American

Mathematical Society, 1993. Una crónica escrita por un testigo presencial de un episodio trágico e inspirador.
- *A century of mathematics in America*, Peter Duren (ed.) Con la colaboración de Richard A. Askey y Uta C. Merzbach. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 1988-1989.
- *Mathematics at Berkeley: A history*, Calvin C. Moore. Wellesley, Mass.: A.K. Peters, 2007.
- *Mathematical thought from ancient to modern times*, Morris Kline. Nueva York: Oxford University Press, 1990, 1972.

El origen del caos

- *Poincaré and the three body problem*, June Barrow-Green. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 1997.
- *The chaos avant-garde: Memories of the early days of chaos theory*, Ralph Abraham y Yoshisuke Ueda (eds.) Singapur: World Scientific, 2000.
- *Chaos: Making a new science*, James Gleick. NuevaYork: Viking, 1987.

Miscelánea

- *The mathematical experience*, Philip J. Davis y Reuben Hersh. Boston: Birkhäuser, 1981. [Hay trad. cast.: *La experiencia matemática*, trad. de Luis García Bou. Barcelona: Labor, 1989].
- *How mathematicians think: Using ambiguity, contradiction and paradox to create mathematics*, William Byers. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2007.

- *Mathematics: Frontiers and perspectives*, V. Arnold *et al.* (eds.) Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2000.

- *Mathematical people: Profiles and interviews*. Donald J. Albers y G.L. Alexanderson. Boston: Birkhäuser, 1985.

- *More mathematical people: Contemporary conversations*. Donald J. Albers, G.L. Alexanderson y Constance Reid (eds.) Boston: Harcourt Brace Jovanovich, 1990. Los dos volúmenes contienen entrevistas fascinantes con muchos matemáticos vivos.

- *The mathematician's brain*, David Ruelle. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2007.

- *Littlewood's miscellany*, Béla Bollobás. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

- *Radical equations: Math literacy and civil rights*, Robert P. Moses y Charles E. Cobb, Jr. Boston: Beacon Press, 2001. Bob Moses, con la colaboración de Charles Cobb, explica su historia y presenta sus teorías y sus objetivos.

- *Women in mathematics: The addition of difference* C. Henrion. Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1997.

- *Math education at its best: The Potsdam model*, D.K. Datta. Framingham, Mass.: Center for Teaching/Learning of Mathematics, 1993.

- *Complexities: Women in mathematics*, Bettye Anne Case y Anne Legget (eds.) Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2005.

- *Indiscrete thoughts*, Gian-Carlo Rota. Boston: Birkhäuser, 1997.

Jackson, A. (1999). «The IHES at forty», *Notices of the American Mathematical Society* 46 (3), p. 330.

- *Récoltes et Sémailles*, Alexandre Grothendieck. Primeras 100 páginas traducidas al inglés por Roy Lisker (2007). Las condiciones para adquirirlos pueden encontrarse en http://www.fermentmagazine. org/home5.html. Sitio web del círculo Grothendieck, http://www. grothendieckcircle.org, 20 de julio de 2007.

Lisker, R. (1990) Ferment, vol. V (5), 25 de junio. The Quest for Alexandre Grothendieck; #6, 1 de octubre: Grothendieck, 2; #7, 25 de octubre: Grothendieck, 3; #8, 27 de noviembre: Grothendieck, 4; #9, 1 de enero: Grothendieck, 5. Estos artículos también están contenidos en un libro titulado *The Quest for Alexandre Grothendieck*, disponible por petición a su autor. Middletown, Conn.

- *You failed your math test, Comrad Einstein*, M. Shifman. Singapur.: World Scientific, 2005.

- *Mathematics under the microscope*, Alexandre Borovik. Wordpress, http://micromath.wordpress.com. También, Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2010.

- *The number sense*, S. Dehaene. Nueva York: Oxford University Press, 1997. Una introducción para comprender cómo las matemáticas viven en el cerebro humano.

Autores

Vera John-Steiner (nacida en 1930) es una socióloga estadounidense. Profesora de Lingüística y Psicología Educacional en la Universidad de Nuevo México.

Reuben Hersh (nacido en 1927) es un matemático y académico norteamericano, más conocido por sus escritos sobre la naturaleza, la práctica y el impacto social de las matemáticas.