

Mary Ellen Rudin: encontrando contraejemplos en topología

MARTA MACHO STADLER

No estoy segura de que supiera que la derivada de $\sin x$ era $\cos x$, pero podía probar todo tipo de teoremas sobre continuidad y diferenciabilidad, etcétera.

Me tumbo en el sofá en la sala de estar con mi lápiz y papel, y pienso, y dibujo pequeñas imágenes, y pruebo esto y aquello... [...] Nunca me ha importado hacer matemáticas tumbada en el sofá en el medio de la sala de estar, con los niños pasando por encima de mí.

Mary Ellen Rudin (1988)



Mary Ellen Rudin (1991)
Fuente Wikimedia Commons

29
suma⁺
89

Mary Ellen cuenta su historia

Me llamo Mary Ellen y nací en la pequeña ciudad de Hillsboro (Texas) el 7 de diciembre de 1924. Mi padre, Joe Jefferson Estill, era ingeniero civil. Mi madre se llamaba Irene, Irene Estill. Cuando todavía se llamaba Irene Shook, antes de casarse con mi padre, era profesora de inglés. En realidad, solo viví dos semanas en Hillsboro porque mi padre había sido destinado a esa ciudad por motivos de trabajo. De hecho, la familia se movía tras él, desplazado con frecuencia por motivos laborales... Pasé gran parte de mi infancia en Leakey (Texas). Si, en Leakey, como Mary Leakey¹, la famosa antropóloga. Fuimos a vivir allí cuando yo tenía seis años. Era un lugar pequeño, aislado. Allí fui a la escuela... no había mucho más que hacer. Estudiaba —en mi familia se daba mucha importancia a la educación— y pensaba, imaginaba...

Mi único hermano, mi hermano pequeño, al que yo llevaba diez años, se llamaba Joe Jefferson, como mi padre... con los diez años que nos llevábamos, más que un hermano fue para mí prácticamente un sobrino...

Tras graduarme, me matriculé en la Universidad de Texas en Austin. Allí fue donde surgió mi interés por las matemáticas. En realidad flo-

Mujeres matemáticas: rompiendo moldes

reció gracias a mi profesor Robert Lee Moore². *Su manera de enseñar era presentarnos cosas que aún no habían sido probadas, y con todo tipo de cosas que podrían derivar en un contrajeemplo, y en ocasiones problemas no resueltos, es decir, no resueltos por nadie... Probablemente no sería matemática si no hubiera trabajado con Moore. Animaba a las personas a creer en sí mismas como matemáticos porque pensaba que esta era una de las principales herramientas para hacer matemáticas: tener confianza.* Pero su método no servía para cualquier persona. En mi caso... ¡no habría dejado que mis hijos fueran a la escuela con Moore! Es decir, creo que fue destructivo para cualquiera que no se ajustara exactamente a su patrón, no consiguió educar a quienes trabajaron con él. Es un error ir a la escuela en esas circunstancias en general³.

Me gradué en 1944 y defendí mi tesis doctoral en topología general⁴ en 1949 —*Concerning abstract spaces*— bajo la supervisión de Moore. Mi director siempre me presionó bastante. En realidad, presionaba a todos sus alumnos. Antes de comenzar a trabajar con él, Moore solo había tenido otras dos alumnas: Anna Mullikin⁵ y Harlan Cross Miller. Ambas abandonaron la investigación tras defender sus tesis, supongo que Moore no quería que yo hiciera lo mismo y por ello a veces fue excesivamente duro conmigo.

Tras completar mi tesis entré a trabajar como docente a la Universidad Duke, pero también continué investigando en topología. Allí conocí a Walter Rudin⁶, a mi querido Walter. Nos casamos en 1953. Desde entonces pasé a llamarme Mary Ellen Rudin. Nos trasladamos, porque Walter había aceptado una plaza en la Universidad de Rochester. A mí me ofrecieron un puesto de profesora asistente visitante. Enseguida nacieron nuestras dos primeras hijas Catherine (1954) y Eleanor (1955) y, aunque continué con la investigación y las clases en la universidad, reduje mi tiempo de trabajo porque mis hijas necesitaban de mis atenciones.

En 1959, de nuevo por el trabajo de Walter, nos mudamos. A Walter le contrataron como catedrático —*professor*— en la Universidad de Wisconsin: ejerció en ella hasta su jubilación en 1991. A mí me ofrecieron una plaza de profesora —*lecturer*—... hasta 1971 no conseguí allí un puesto de catedrática. En Madison (Wis-

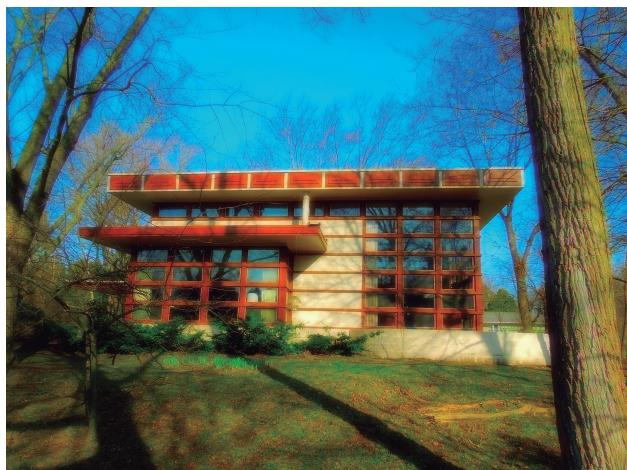
consin) ubicamos nuestro hogar definitivo en la *Rudin House*⁷, diseñada por el arquitecto Frank Lloyd Wright⁸. Nuestras puertas siempre estaban abiertas a quien quisiera pasar a vernos: colegas matemáticos y estudiantes... ¡o admiradores de Wright solo interesados por visitar el edificio!

En 1961 nació nuestro tercer hijo, Robert Jefferson. En 1963, la Sociedad Matemática Holandesa⁹ me concedió el Premio de la revista *Nieuwe Archief voor Wiskunde*¹⁰. Nuestro último hijo, Charles Michael, nació un año más tarde.

Aunque en 1971 me ofrecieron —por fin, creo que lo merecía por toda mi trayectoria investigadora y docente— un puesto de catedrática, solicité que fuera a tiempo parcial para atender a nuestras dos hijas y nuestros dos hijos. Me incorporé a tiempo completo cuando ya fueron mayores.

En 1981, tuve el honor de ser la primera profesora en ocupar la cátedra *Grace Chisholm Young*¹¹ en Wisconsin. Además, con mis hijos ya mayores, pude realizar estancias de investigación en Nueva Zelanda, México o China...

He sido francamente feliz dedicada a mis dos pasiones: mi familia y mis matemáticas. Nunca he tenido problemas para hacer matemáticas tumbada en el sofá y con los niños jugando a mi alrededor. Nunca...



Rudin House
Fuente: Wikimedia Commons

Mary Ellen Rudin: sus construcciones y sus contraejemplos

A pesar de la dedicación a su familia, Mary Ellen fue capaz de producir un rico e influyente trabajo de investigación, centrado principalmente en topología general y con especial interés en la construcción de contraejemplos. Publicó unos setenta artículos de investigación sobre este tema.

Es sobre todo conocida por sus construcciones y contraejemplos a conjeturas célebres.

Una de esas construcciones, probablemente la más conocida de ellas, es la de un *espacio de Dowker*¹². El matemático Clifford Hugh Dowker (1912-1982) dio una caracterización de este tipo de espacios, como aquellos espacios normales y de Hausdorff¹³ X tales que su producto por el intervalo unidad I , $X \times I$, no es normal. En su artículo *A normal space X for which $X \times I$ is not normal*¹⁴, Mary Ellen respondía de manera negativa a la conjetura planteada por Dowker, es decir, demostraba que tales espacios existen, construyendo uno de ellos.

Mary Ellen también demostró la primera de las tres conjeturas de Morita¹⁵ y una versión restringida de la segunda¹⁶.

Su último resultado importante fue una demostración de la conjetura de Nikiel¹⁷, que afirma que un espacio es compacto y monótonamente normal si y solo si es la imagen continua de un espacio compacto y linealmente ordenado¹⁸. Durante el pasado curso, una de mis alumnas, Leire Alonso Allué, defendió su trabajo fin de grado centrado precisamente en el artículo en el que Mary Ellen Rudin demostraba la conjetura de Nikiel. El artículo es realmente complejo. Debo reconocer que fue duro de leer, y eso que Leire y yo solo nos dedicamos a estudiar un caso particular de la conjetura. Este trabajo se publicó en 2001, Mary Ellen ya no tenía hijas o hijos jugando a su alrededor... ¿quizás alguno de sus nietos? Habiendo invertido muchas horas en la lectura de este artículo —y probablemente sin que Leire y yo fuéramos capaces de entender todo lo allí escrito— me resulta admirable la impresionante imaginación de esta matemática... ¿cómo fue capaz de llegar a estas complejas construcciones? Ella no había leído libros de

matemáticas para formarse —el duro *método de Moore* se lo impedía— todo surgió de su imaginación. ¿Cómo lo conseguía?

Mary Ellen Rudin: docencia, conferencias, comités...

Mary Ellen Rudin fue una excelente profesora, aunque ella reconocía la gran influencia de Moore en su formación como matemática, nunca usó ese método en su aula: ella pensaba que era excesivamente competitivo y no funcionaba para cualquier tipo de alumnado. De hecho, se lamentaba a menudo del hecho de que sabía muy pocas matemáticas y se «sentía engañada» al no haber estado expuesta a temas básicos como el álgebra y el análisis.

A lo largo de su carrera supervisó dieciocho tesis doctorales, y sus descendientes, de momento, ascienden a 82... Las personas que compartieron espacio con ella la describen como inspiradora, con una pasión por las matemáticas que contagia sin remedio y una capacidad para motivar extraordinaria.

Name	School	Year	Descendants
Berner, Andrew	University of Wisconsin-Madison	1976	
Beslagil'c, Amer	University of Wisconsin-Madison	1986	
Daniel, Jacob	University of Wisconsin-Madison	1991	
Jiang, Shouli	University of Wisconsin-Madison	1988	
Lamb, David	University of Wisconsin-Madison	1992	
Lazarevic, Zorana	University of Wisconsin-Madison	1992	
Lee, George	University of Wisconsin-Madison	1980	
Mills, Charles	University of Wisconsin-Madison	1983	
Navy, Caryn	University of Wisconsin-Madison	1981	
Palenz, Diana	University of Wisconsin-Madison	1980	
Parsons, Lee	University of Wisconsin-Madison	1976	
Scott, Brian	University of Wisconsin-Madison	1975	
Starbird, Michael	University of Wisconsin-Madison	1974	3
Tall, Franklin	University of Wisconsin-Madison	1969	61
Thompson, Nancy	University of Wisconsin-Madison	1969	
Velleman, Daniel	University of Wisconsin-Madison	1980	
Wage, Michael	University of Wisconsin-Madison	1976	
Zhong, Ning	University of Wisconsin-Madison	1990	

According to our current on-line database, Mary Ellen Rudin has 18 [students](#) and 82 [descendants](#).
We welcome any additional information.

Captura de pantalla del árbol genealógico de Mary Ellen Rudin en el repositorio «Mathematics Genealogy Project»: aparece su director de tesis (Robert Lee Moore) y los nombres de las dieciocho personas a quien ella ha dirigido a su vez

Mary Ellen formó parte de varias asociaciones y sociedades matemáticas, como la *Mathematical Association of America* (MAA)¹⁹, la *Association for Women in Mathematics* (AWM)²⁰, la *Association for Symbolic Logic* (ASL)²¹ o la *American Mathematical Society* (AMS)²², de la que fue vicepresidenta en el período 1980-1981. También formó parte de diversos comités matemáticos como el *Committee of the National Academy of Science for Eastern Europe*²³ o el comité editorial de la revista *Topology and Its Applications*²⁴, entre otros.

En 1974, fue una de las conferenciantes plenarias en el XVII Congreso Internacional de Matemáticos (ICM)²⁵ celebrado en Vancouver (Canadá).

En 1984, impartió una de las *Noether Lectures*²⁶ organizadas por la AWM, hablando sobre paracompacidad²⁷.

Por cierto, el número de Erdős²⁸ de Mary Ellen Rudin es 1, ya que el matemático húngaro y Mary Ellen —que eran grandes amigos y, por supuesto, la visitó en la *Rudin House*— publicaron juntos en 1975 el artículo *A non-normal box product*²⁹.

Mary Ellen falleció en su casa de Madison el 18 de marzo de 2013, tres años después que su marido Walter.

1 Mary Leakey (1913-1996) fue una arqueóloga y antropóloga británica. Durante gran parte de su carrera trabajó con su marido, Louis Leakey (1903-1972) en la Garganta de Olduvai (África). Descubrió el primer cráneo de simio fósil —el *Proconsul africanus*—, restos del *Australopithecus boisei*, del *Homo habilis*, del *Homo Erectus* y las llamadas huellas de *Laetoli*. Recomiendo el artículo de Carolina Martínez Pulido: «Mary Leakey, singular científica bajo el sol africano» en el blog *Mujeres con ciencia*,

<<https://mujeresconciencia.com/2015/05/06/mary-leakey-singular-cientifica-bajo-el-sol-africano/>>.

2 Robert Lee Moore (1882-1974) fue un matemático estadounidense que enseñó durante años en la Universidad de Texas. Es conocido, en parte, por su trabajo en topología general. Publicó numerosos artículos de investigación en esta área, y llevan su nombre, entre otros, el plano de Moore (también conocido como el plano de Nemytskii) o el espacio de Moore. Es fundamentalmente célebre por aplicar en el aula universitaria el conocido como *método de Moore* para enseñar matemáticas. Lamentablemente, también es conocido por su mal trato hacia los estudiantes afroamericanos. El *método de Moore* es un modo deductivo de instrucción usado en cursos de matemáticas avanzadas. El que se aplica actualmente es una versión suavizada del que usaba Moore en su aula: el topólogo no permitía la utilización de ningún material externo.

Referencias bibliográficas

- ALBERS, D. J., y C. REID (1988), «An Interview With Mary Ellen Rudin», *The College of Mathematics Journal*, n.º 19 114-137,
<https://www.maa.org/sites/default/files/pdf/pubs/cmj_mary_ellen_rudin.pdf>.
- ALONSO L. (2018), «Mary Ellen Rudin: matemáticas desde el sofá», *Mujeres con ciencia, Vidas científicas*, 18 septiembre de 2018,
<<https://mujeresconciencia.com/2018/09/18/mary-ellen-rudin-matematicas-desde-el-sofa/>>.
- BENKART G., M. DŽAMONJA y J. ROITMAN, (2015) «Mary Ellen Rudin», *Notices of the AMS*, n.º 62 (6) 617-629,
<<http://www.ams.org/notices/201506/rnoti-p617.pdf>>.
- CARR, S. (1997), *Mary Ellen Rudin*, Biographies of Women Mathematicians, Agnes Scott College,
<<https://www.agnesscott.edu/lriddle/women/rudin.htm>>.
- O'CONNOR, J. J., y E. F. ROBERTSON, *Mary Ellen Rudin*, MacTutor History of Mathematics, Universidad de St Andrews,
<<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Rudin.html>>.
- Mary Ellen Rudin*, Mathematics Genealogy Project
<<https://www.genealogy.math.ndsu.nodak.edu/id.php?id=308>>.

MARTA MACHO STADLER
Universidad del País Vasco
<marta.macho@ehu.eus>

En general, en los cursos que usan este método, el contenido es generalmente presentado en su totalidad o en parte por los propios estudiantes. Normalmente el alumnado recibe una lista de definiciones y teoremas que debe probar y presentar en clase. Las personas que defienden este método opinan que fomenta una comprensión profunda que no se puede adquirir asistiendo a cursos convencionales. Recomiendo una reflexión sobre este método del Dr. Paco Gómez en el artículo El «método Moore o el aprendizaje por indagación», <<http://www.webpgomez.com/social/educacion/408-metodo-moore>>.

3 La parte en cursiva está traducida de manera libre de: J.J. O'Connor y E.F. Robertson, Robert Lee Moore, MacTutor History of Mathematics <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Moore_Robert.html>.

4 La topología general es la parte de las matemáticas que trata las definiciones y las construcciones básicas de teoría de conjuntos usadas en topología. De manera informal, la topología se ocupa de aquellas propiedades de las figuras que permanecen invariantes cuando dichas figuras son plegadas, dilatadas, contraídas o deformadas, de modo que no aparezcan nuevos puntos, o se hagan coincidir puntos diferentes. Recomiendo el artículo de Marta Macho Stadler (2002), «¿Qué es la topología?», *Sigma*, n.º 20, 63-77 <<http://www.ehu.eus/~mtwmastrm/sigma20.pdf>>.

5 Anna Margaret Mullikin (1893-1975) fue la tercera persona que defendió la tesis bajo la supervisión de Robert Lee Moore, doctorándose en 1922 con la memoria titulada *Certain Theorems Relating to Plane Connected Point Sets*, que se convirtió en un trabajo de referencia en el campo de la topología general. En particular, en esta memoria, incluía un ejemplo de *nautilus*, un conjunto conexo —de una pieza— construido como unión de ciertos arcos, y al que la poeta y matemática Marion Cohen dedicó un *limerick*. La carrera posterior de Mullikin se desarrolló en una escuela de secundaria <<https://mujeresconciencia.com/2015/03/07/anna-margaret-mullikin-matematica>>.

6 Walter Rudin (1921-2010) fue un matemático estadounidense, muy conocido por tres de sus libros sobre análisis matemático: *Principios de Análisis Matemático* (1953), *Análisis Real y Complejo* (1966) y *Análisis Funcional* (1973).

7 La *Rudin House* <https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Rudin_House> es un edificio prefabricado diseñado en 1957 por Frank Lloyd Wright. La construcción se completó en junio de 1959 y la casa se vendió al matrimonio formado por Mary Ellen y Walter Rudin. La vivienda posee una gran sala de estar cuadrada, situada en dos pisos, e iluminada por una pared de ventanas. En el primer piso se encuentran también el comedor, la cocina, el hall de entrada, el lavadero y el dormitorio principal. Una gran chimenea de bloques de hormigón separa la cocina y la sala de estar. Una escalera conduce a un balcón y tres dormitorios en el segundo piso. La vivienda posee un sótano completo, algo inusual para una casa diseñada por Wright.

8 Frank Lloyd Wright (1867-1959) fue un arquitecto estadounidense, precursor de la arquitectura orgánica.

9 <<https://www.wiskgenoot.nl/about-kwg>>.

10 <<http://www.nieuwarchief.nl/index.php?taal=1>>.

11 Grace Chisholm Young (1868-1944) fue una matemática británica <<https://mujeresconciencia.com/2015/03/15/grace-chisholm-young-matematica>>. Se doctoró en 1895 con una tesis sobre grupos algebraicos en trigonometría esférica dirigida por Felix Klein. Madre de seis hijos, se interesó por la enseñanza infantil, escribiendo varios libros sobre el tema, en colaboración con su marido, el matemático William Young (1863-1942). Los trabajos de investigación siempre se publicaban con el nombre de su marido: de los más de doscientos artículos y varios libros que son obra conjunta, solo una pequeña parte tiene la firma de Grace.

12 Un *espacio de Dowker* es un espacio topológico normal (dos cerrados disjuntos se pueden separar por abiertos disjuntos) y de Hausdorff (dos puntos distintos se pueden separar por abiertos disjuntos), que no es contablemente paracompacto (ver la definición de paracompacidad en la nota 27; un espacio es contablemente paracompacto si se cumple la condición de paracompacidad para recubrimientos contables).

13 Un espacio topológico es normal si dos cerrados disjuntos se pueden separar por abiertos disjuntos. Un espacio topológico

es de Hausdorff si dos puntos distintos se pueden separar por abiertos disjuntos.

14 M. E. Rudin, «A normal space X for which $X \times I$ is not normal», *Fundam. Math.* 73 (1971), 179-186, <https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.bams/1183532748>.

15 <https://en.wikipedia.org/wiki/Morita_conjectures>.

16 Fue en el artículo: K. Chiba, T. C. Przymusiński, M.E. Rudin (1986), «Normality of products and Morita's conjectures», *Topology and its Applications*, n.º 22, 19-3 <<https://core.ac.uk/download/pdf/82319083.pdf>>.

17 M.E. Rudin (2001), «Nikiel's conjecture», *Topology and its Applications*, n.º 116, 305-331, <<https://core.ac.uk/download/pdf/82347937.pdf>>.

18 Un espacio topológico es *compacto* si todo cubrimiento por abiertos tiene un subrecubrimiento finito. La noción de normalidad monótona es un caso particular de normalidad (ver nota 13).

19 <<https://www.maa.org/>>.

20 <<https://sites.google.com/site/awmmath/home>>.

21 <<http://aslonline.org/>>.

22 <<https://www.ams.org/home/page>>.

23 <<http://www.nasonline.org/>>.

24 <<https://www.journals.elsevier.com/topology-and-its-applications>>.

25 <<https://www.mathunion.org/icm>>.

26 <<https://sites.google.com/site/awmmath/programs/noether-lectures/noether-lecturers/noether-profiles/maryellenrudin>>.

27 Un espacio topológico se dice *paracompacto* si todo recubrimiento por abiertos admite un refinamiento (nuevo recubrimiento tal que cada conjunto de él es un subconjunto de algún conjunto del recubrimiento original) localmente finito (todo punto del espacio tiene un entorno que interseca solo un número finito de abiertos del recubrimiento).

28 El *número de Erdős* describe la distancia colaborativa entre una persona y el matemático Paul Erdős (1913-1996) en cuanto a trabajos matemáticos publicados. Paul Erdős fue uno de los más prolíficos matemáticos en cuanto a publicaciones científicas: unos 1500 artículos y más de 500 coautores. Así, Paul Erdős tiene *número de Erdős* igual a 0, cualquier persona que haya publicado con él tiene *número de Erdős* igual a 1, alguien que haya publicado con un coautor de Erdős tiene *número de Erdős* igual a 2, etc. Si deseas saber tu *número de Erdős* —si has publicado algún artículo científico— puedes visitar la página <<https://files.oakland.edu/users/grossman/epn/Erdos1.html>> de las personas con *número de Erdős* igual a 1 —son los coautores del matemático húngaro— y empezar a investigar. Puedes encontrar información en *The Erdős Number Project* <<https://www.oakland.edu/epn/>> donde te ayudan a calcular tu *número de Erdős*.

29 P. Erdős, M. E. Rudin (1975), «A non-normal box product», *Colloq. Math. Soc. János Bolyai*, n.º 10, 629-631.