



Nancy Kopell: una vida dedicada a la Biomatemática

Inmaculada Camas Jiménez
e-mail: inmcamjim@alum.us.es

Soledad Fernández García
e-mail: solfergar@alum.us.es

Juan Núñez Valdés
Departamento de Geometría y Topología
Universidad de Sevilla
e-mail: jnvaldes@us.es

Las ciencias aplicadas no existen, sólo las aplicaciones de la ciencia.
LOUIS PASTEUR

Introducción

Entre los grandes retos de las Matemáticas en los tiempos actuales, hay dos de ellos que se significan por su marcado carácter social y que hasta hace relativamente muy poco tiempo podían ser considerados impensables debido a las características de la sociedad imperante en esos momentos: la relación de las Matemáticas con otras disciplinas, tanto de humanidades como científicas, y el reconocimiento del trabajo realizado por las mujeres en Matemáticas, lo que al principio se dio en llamar *Matemáticas de género*.

Así, en nuestra comunidad matemática española en particular, estos dos grandes temas han sido considerados como fundamentales entre los principales objetivos de la Real Sociedad Matemática Española (en lo que sigue, RSME) que, tras la reanudación de sus actividades a finales de la década de los noventa del pasado siglo, después de un largo paréntesis de (al menos, aparente) inactividad, ha propiciado la realización de múltiples actividades sobre estos temas. Entre ellas, por una parte, merecen ser citadas la organización de varias Jornadas Científicas patrocinadas conjuntamente con otras entidades sobre la interrelación entre las Matemáticas y otras ciencias, entre las que pueden destacarse, de entre las últimas celebradas, la Jornada sobre Economía y Matemáticas (Universidad de Alicante, mayo 2005), la Jornada sobre Telecomunicaciones y Matemáticas (Universitat Politècnica de Catalunya, junio 2005), la Jornada sobre Informática y Matemáticas (Universidad de La Rioja, octubre 2005) y la última hasta la fecha, la Jornada sobre Neurociencias y Matemáticas (Universidad de Sevilla, febrero 2006). Por otra parte, respecto a la importancia del papel de la mujer en la Matemática actual, la creación en el seno de la Sociedad de la [Comisión de Mujeres y Matemáticas](#) y la realización del [I Encuentro Mujeres y Matemáticas \[P\]](#), celebrado en Santiago de Compostela en octubre de 2005, con la participación de casi un centenar de asistentes.

En la línea de lo anteriormente comentado, el trabajo que se presenta pretende unir de alguna forma ambos objetivos ya citados, puesto que, por una parte, desea ser un pequeño homenaje a la vida y obra científica de una de las mujeres matemáticas más reconocidas en la actualidad, tanto por su línea de investigación como por la importancia de sus contribuciones: Nancy Kopell; y por otra, desea también mostrar la estrecha relación existente entre las Matemáticas y la Medicina, puesta por ejemplo de manifiesto por esta autora en sus estudios sobre Biomatemáticas y Neurociencia. Nótese que ambos objetivos en este trabajo no pueden ser considerados independientes el uno del otro, sino que ambos son complementarios y se refuerzan entre sí.

Con respecto al contenido de este trabajo, deseamos indicar que los datos biográficos que se presentan sobre Nancy Kopell forman parte de una autobiografía, titulada *Biased Random Walk: A Brief Mathematical Biography* [K], que dicha autora ha escrito como contribución personal a un libro sobre mujeres matemáticas recientemente sacado a la luz en los Estados Unidos. Enterada de nuestra idea de escribir este artículo, Nancy nos concedió su permiso para usar un extracto de la misma, que después hemos completado con nuestras propias indagaciones. Por otra parte, las opiniones de otras personas sobre Nancy que aparecen en el artículo son totalmente originales y nos han sido también enviadas directamente por esas personas, junto con su aquiescencia para publicarlas.

Matemáticas y Neurociencia

No cabe duda de que resultaría muy pretencioso por nuestra parte opinar con autoridad sobre la Biomatemática en general y sobre la relación existente entre las Matemáticas y la Neurociencia en particular, disciplina esta última que constituye la línea de investigación más importante seguida por Nancy Kopell en los últimos tiempos.

Por esta razón, preferimos contar con la opinión de uno de los más prestigiosos investigadores españoles actuales en este campo, el profesor José López Barneo, miembro del Laboratorio de Investigaciones Biomédicas del Departamento de Fisiología Médica y Biofísica, con sede en el Hospital

Universitario Virgen del Rocío, de la Universidad de Sevilla, que impartió una conferencia en la Jornada ya comentada de Neurociencia y Matemáticas, celebrada en el Paraninfo de la Universidad de Sevilla los días 9 y 10 de febrero de 2006, y cuyo resumen (textual) es el siguiente:

La complejidad y sofisticación funcional del sistema nervioso dependen de las propiedades de los elementos básicos que lo constituyen (neuronas y células gliales) y de la forma en que estos elementos interaccionan entre sí. En cada nivel de organización las capacidades funcionales son emergentes, y por tanto, no resultan de la simple adición de las partes. En el nivel de organización más básico están las neuronas, elementos celulares con propiedades moleculares muy elaboradas y que expresan mayor cantidad de genes que ninguna otra célula. La Neurociencia celular tiene multitud de intersecciones con las Matemáticas, que incluyen desde los análisis con métodos estadísticos de la función de canales iónicos, a la construcción de modelos predictivos de la actividad eléctrica celular. En un segundo nivel de organización, el sistema nervioso sorprende por la multitud de conexiones entre sus diferentes elementos y la constitución de redes neuronales encargadas del proceso de la información. El número de redes que se tienen que formar tiene dimensiones astronómicas y la complejidad de cada una de éstas es enorme. En este nivel, las herramientas matemáticas son necesarias para comprender el tipo de operaciones que realizan las redes neuronales y los esquemas lógicos que explican la forma en que se establecen. En el nivel de organización superior están las grandes estructuras del sistema nervioso, entre las que destaca el cerebro, formadas por la unión espacial y funcional de multitud de redes neuronales. Del cerebro, y especialmente del humano, dependen las grandes funciones superiores del sistema nervioso (la percepción sensorial, el control motor, el lenguaje y la conciencia de uno mismo, entre otras). Las bases biológicas de estas funciones se desconocen y la potencia de las matemáticas para analizar fenómenos complejos parece absolutamente necesaria para el progreso, que se presume lento y laborioso, en esta área.

No cabe duda de que estas frases del profesor López Barneo ponen claramente de manifiesto la profunda y estrecha relación que puede encontrarse entre las Matemáticas y la Neurociencia. A la vida y obra de una mujer, matemática, que por ambas razones tuvo que navegar por el proceloso mar de los prejuicios sociales por el tema de género y a su lucha interior consigo misma para superarlos y superarse a sí misma dedicamos las siguientes secciones de este artículo.

Nancy Kopell: los avatares de su vida



Nancy Kopell

A principio de la década de los cuarenta del pasado siglo, en Nueva York, en el seno de una familia humilde, tuvo lugar el nacimiento de Nancy Jane Kopell, una mujer que ha conseguido superar las barreras de género de su tiempo y que en la actualidad es una de las matemáticas más reconocidas. Nancy nació el 8 de noviembre de 1942 en Pelham Parkway, en el Bronx, un barrio definido en los periódicos de la época como el último gueto de residentes judíos de aquellos tiempos, en el que pasó los primeros años de su infancia.

No es de extrañar que Nancy decidiera dedicarse a las Matemáticas, ya que como ella misma afirma, *las lleva en los genes*, pues su padre era contable y tanto su madre como su hermana mayor eran muy buenas en esta disciplina, a pesar de no ser ésta la única ciencia que le atraía. De hecho, en un principio consideró la posibilidad de estudiar Química, pero la descartó por no gustarle demasiado los laboratorios.

En contra de los deseos de su familia, con ideas conservadoras, que deseaban para ella un papel más de ama de casa o, como mucho, que siguiera los pasos de su hermana, que estaba estudiando en el Queens College de Nueva York, Nancy decidió marcharse a estudiar a la Universidad de Cornell, situada en una colina entre dos grandes y profundas gargantas que albergan los lagos Cayuga y Finger, en el estado de Nueva York. Nancy se decidió por esta universidad porque, al ser de su mismo estado, tenía la posibilidad de hacer uso de una *NY State Scholarship*, una beca estatal de apenas cien dólares.

Esa primera etapa de su vida no fue fácil por varias razones. En primer lugar, la carencia de una buena base adecuada a esos estudios le hizo tener que superar grandes obstáculos. Además, no existía en aquellos tiempos, comienzos de la segunda mitad del siglo XX, casi ninguna universidad que aceptara la matriculación de mujeres, por lo que eran muy pocas las admitidas y muchas menos las que finalmente conseguían graduarse. Durante su estancia en la Universidad, Nancy no fue tomada en serio por sus compañeros y profesores, y ello sólo por el hecho de ser mujer. Para los demás era muy difícil aceptar que ella, mujer y joven, fuera realmente buena en los estudios. Este hecho la marcó desde el principio y repercutió en su personalidad, ya que nunca se sintió segura de sí misma y se consideraba inferior a los que la rodeaban. No obstante, todas estas trabas no impidieron que cursara sus estudios en Matemáticas y que consiguiera graduarse con honores en 1963, en Cornell, a la corta edad de 21 años.

Las dificultades, empero, no disminuyeron. A pesar de tener un asesor y un proyecto que realizar, Nancy se limitó la mayor parte del año siguiente a tocar la guitarra y militar en el *Free Speech Movement* (grupo a favor de los derechos civiles). A su tutor sólo lo veía de fiesta en fiesta y ninguno de los dos mostraba mayor interés por su trabajo, basado en la geometría y en la topología. De hecho, poco después su tutor incluso llegó a cambiar su propia línea de investigación.

Permítasenos indicar al respecto que, en la actualidad, es muy frecuente que los profesores consagrados se esfuercen en ayudar a los estudiantes que quieren dedicarse a investigar, pero en aquella época no era normal que eso ocurriera con los alumnos y con ella mucho menos, por su condición de mujer. Por ello, Nancy considera que su "salvación" se debió, estando ya en la Universidad

de Berkeley, al hecho de conocer a su después director de tesis, Stephen Smale, quien afortunadamente se cruzó en su camino para ayudarla, darla a conocer a los demás y abrirle las puertas hacia problemas de sistemas dinámicos, campo que ella apenas conocía.

Los principios de aquella colaboración, no obstante, siguieron siendo duros. El profesor Smale insistía en proponerle trabajos que normalmente ella rechazaba, hasta que, a fuerza de perseverar en proponerle temas, insistencia que por cierto ella siempre agradece, Nancy pudo conseguir, después de un duro verano de trabajo, su primer resultado. Cuando Smale lo revisó al volver a la ciudad (él había estado fuera ese verano), ambos tuvieron su primera y seguramente la única disputa de sus vidas, ya que él pensaba que ese resultado debía constituir el primero de su futura tesis doctoral, pero ella no lo consideraba así y alegaba que no se encontraba todavía preparada para dar ese paso en su carrera.

Smale le insistió en que, completando ese resultado con otros, Nancy podría terminar su tesis en un año. En ese momento Nancy se encontraba perdida, pero finalmente y tras entrar en el mercado laboral, comenzó a escribir su tesis a la edad de 24 años. Esto supuso el inicio de sus estudios en el campo de la dinámica de sistemas, en el cual estaba basado su trabajo. Según la propia Nancy afirma, *Stephen siempre estaba muy seguro de sus opiniones, y en este caso, como en muchos otros, llevaba razón.* Como contrapartida, Smale opina así sobre Nancy:



Nancy Kopell



Stephen Smale, director de tesis de Nancy

Nancy Kopell fue mi alumna de doctorado en Berkeley a finales de la década de los 60. Fue un placer tenerla como alumna, y tuvo un excelente comienzo como investigadora. Desde entonces se ha convertido en una pionera de las aplicaciones de los sistemas dinámicos a los fenómenos biológicos.

Aquel año es considerado por la propia Nancy como uno de los mejores y más memorables de su carrera. Smale estaba muy interesado en la dinámica de sistemas, tenía muchas ideas y un nuevo proyecto de investigación que integraba a estudiantes graduados de primer año y miembros de otras facultades, entre los que se encontraban Morris Hirsch y Charles Pugh. Afortunadamente, ese grupo de investigadores la acogió sin reservas y ella comenzó a estudiar ese tema junto con otros dos estudiantes, Michael Shub y Jacob Palis. Citamos a continuación las palabras que Michael Shub nos dedicó cuando le solicitamos una opinión personal sobre Nancy:



Michael Shub, matemático y compañero de investigación de Nancy

Nancy Kopell, Jacob Palis y yo estudiamos juntos en Berkeley a mediados de los 60. Todos estábamos estudiando sistemas dinámicos y éramos los primeros estudiantes que Steve Smale tenía. La atmósfera en Berkeley en aquellos días era informal, quizás debido al clima político. El movimiento a favor de los derechos civiles, Free Speech Movement, en Berkeley y el movimiento contra la guerra de Vietnam rompían barreras entre alumnos y profesores. Bajo estas condiciones sociales, Nancy, Jacob y yo nos hicimos buenos amigos, atendiendo cada uno al trabajo de los otros, colaborando en la organización de seminarios y contribuyendo al emocionante mundo de los sistemas dinámicos dentro de las matemáticas, así como disfrutando juntos en las diferentes fiestas a las que acudíamos.

Nancy escribió una fantástica tesis con mucha influencia en estos días. Después de nuestros estudios en común, nuestros caminos se separaron y aún continúo admirando los trabajos de Nancy desde la distancia.

Como Smale ya había predicho, Nancy fue capaz de obtener otros resultados para acabar su tesis, aunque ello le costase duros momentos de sacrificio, penas y lágrimas. De hecho, hubo un momento en el que Nancy se encontró muy desanimada y quiso dejarlo todo, aunque, afortunadamente, una vez más, un nuevo contacto personal vino a solucionar el problema. Nancy mantuvo una charla con un amigo de la facultad, Bernard Kripke, en su despacho, para, según ella misma, *llorarle en su hombro.* Durante esa conversación, Bernard recibió una llamada de su mujer, Margaret, que en aquella época era estudiante de Biología y estaba estudiando para un examen y que, curiosamente, también se encontraba bastante deprimida y quería dejarlo todo. A Bernard se le ocurrió la idea de que ambas se vieran y llevó a Nancy a su casa. Allí, según Nancy, *después de reír, beber un gran vaso de zumo de margaritas y llorar juntas,* cada una decidió no abandonar y seguir su camino. Al día siguiente, Nancy continuó con su tesis y Margaret se presentó a su examen, consiguiendo ambas finalmente sus objetivos, Margaret ser una muy buena bióloga, y Nancy terminar su tesis, titulada *On Commuting Diffeomorphisms*, para lo que siguió contando con la ayuda matemática de Bernard.

Nancy consiguió su primer empleo en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) como C.L.E. Moore Instructor of Mathematics. De hecho, fue la primera mujer en ocupar ese puesto, lo que le produjo de nuevo no poder evitar la especial atención que generó a su alrededor. Esta situación es considerada por ella misma como una de las mayores paradojas de su vida, pues era muy tímida y tenía ataques de ansiedad con sólo pensar que estaba siendo examinada constantemente, llegando incluso a fantasear con la idea de ser invisible, al objeto de no tener que ser foco de atención de nadie ni de nada. Así, de nuevo, el hecho de ser mujer le hacía sentirse ignorada, más incluso que en Berkeley, y esta situación la llevaba a pensar qué hacer con su vida en el futuro más próximo, sin llamar la atención.



Massachusetts Institute of Technology

Durante este tiempo de meditación, Nancy se dio cuenta de que, aunque había disfrutado mucho en Berkeley escribiendo su tesis, no sabía en aquel momento si verdaderamente quería seguir con la investigación de Smale sobre las propiedades genéricas de los difeomorfismos. En la tesis, ella había disfrutado mucho conjugando la geometría con el análisis, pero ahora deseaba trabajar en algo más relacionado con el mundo real, si bien no se sentía, como en otras muchas ocasiones, preparada para ello. Como ella misma escribe, *mi trabajo fue tan abstracto que, aunque describía propiedades de las ecuaciones diferenciales, ¡nunca tuve que resolver ni una sola de ellas!*

Los años en el MIT fueron muy duros para Nancy, que seguía pensando qué hacer con su futuro y no se sentía con fuerzas para seguir adelante, ya que creía que no tenía talento para continuar con su carrera. Además, desde su etapa en el colegio arrastraba ciertos problemas personales que le hicieron caer en una depresión no diagnosticada, la cual le hacía pasar la mayor parte del tiempo sin hacer nada. Sin embargo, fue precisamente en ese tiempo cuando Nancy se tropezó con la rama a la que dedicaría la mayor parte de su vida. Por razones que ella misma no sabe explicar, Nancy se aficionó a leer libros de Biología, ciencia que era totalmente desconocida para ella, y se interesó por la relación entre las Matemáticas y esa disciplina en general, y en particular por la teoría de catástrofes de Thom y los trabajos de Prigogine, únicas contribuciones que relacionaban ambas ciencias en aquella época. Tras leer muchos artículos sobre estos temas, Nancy se dio cuenta de que se sentía muy atraída por los trabajos de Thom, a pesar de que pensaba que éstos no estaban demasiado relacionados con las Matemáticas. Sin embargo, descartó los trabajos de Prigogine, porque no estaban relacionados con el camino que ella había decidido seguir.

Durante el tiempo que dedicó al estudio de la teoría de catástrofes de Thom, Nancy llegó a adquirir una gran reputación como experta en dicha teoría (exagerada, en su propia opinión). Por este motivo, un estudiante químico recién graduado solicitó su ayuda para estudiar un reciente descubrimiento sobre la auto-organización de un sistema químico oscilante: la denominada *reacción de Belousov-Zhabotinsky*. Sin embargo, después de algunos días de trabajo con él, Nancy opinó que la teoría de catástrofes no era adecuada para explicar esa reacción, lo que decepcionó de tal manera al estudiante que dejó de trabajar con ella y fue a pedirle ayuda a Prigogine. Sin embargo, esa reacción significó justamente lo que Nancy había estado buscando en sus intentos de relacionar las Matemáticas con la Biología.

En estos momentos ella trabajaba como profesora en Northeastern University, donde no estaba tan presionada como en el MIT. Esta universidad era considerada un poco "bohemia", el lugar perfecto para que Nancy se reencontrara consigo misma: *ser una mujer matemática que quería trabajar en un área que aún no existía*.



Northeastern University

Sin embargo, como la reacción de Belousov-Zhabotinsky la había impulsado de nuevo a la vida matemática, Nancy se dio cuenta de que necesitaba aumentar sus conocimientos sobre dinámica de fluidos, por lo que decidió ir al MIT, donde conocía a una persona experta en ese tema. Sin embargo, cuando llegó, esa persona no se encontraba allí, y buscando a otro experto encontró a Lou Howard, quien se interesó rápidamente por lo que Nancy le ofrecía y fue capaz de proporcionarle un nuevo enfoque sobre la relación entre las Matemáticas y otras ciencias. Desde ese momento Lou se convirtió en su colaborador, realizando juntos algunas publicaciones. Esta época es considerada por Nancy como su verdadero post-doctorado. En palabras de la propia Nancy: *la colaboración con Lou Howard, del*

MIT, supuso un gran cambio en mi carrera. Me sirvió de punto de corte para hacer la transición a una nueva área.

Nancy permaneció en la Northeastern University durante 17 años, tiempo en el que ocurrieron muchos acontecimientos importantes en su vida, tanto de tipo personal como profesional. Durante siete años continuó trabajando con Lou Howard, y al poco tiempo de terminar lo que ella califica de *matrimonio profesional* con Howard, Nancy contrajo matrimonio real con Gabriel Stolzenberg. Profesionalmente, esa época fue muy fructífera, realizando diversas estancias en el Centre National de la Recherche Scientifique (Francia) y en el California Institute of Technology. Además, tuvo el honor de acudir como ponente al Congreso Internacional de Matemáticos que se celebró en Varsovia en el año 1983.

El siguiente científico que colaboró en tareas de investigación con Nancy fue Bard Ermentrout, al que conoció en un congreso en Washington. De manera casi inmediata, los dos formaron una *pareja matemática* muy singular, con cualidades y puntos de vista diferentes, pero con una gran admiración recíproca el uno por el otro. Dicha colaboración, en la que Bard llevaba la iniciativa, fue muy enriquecedora para ambos. Durante muchos años investigaron y publicaron juntos, hasta que un día él le confesó: *no quiero estar casado nunca más, prefiero ser promiscuo* (profesionalmente hablando). En su autobiografía, Nancy reconoce que continúa sintiendo una gran y sincera admiración hacia el profesor Ermentrout y que, aunque a ella le costó superar esa separación profesional de Bard, después se dio cuenta de que la decisión había sido buena para ambos, ya que eso la había forzado a colaborar con más personas.

Por aquellas fechas, Nancy conoció a Avis Cohen, una bióloga de edad similar pero de menor antigüedad académica, con la que al principio mantuvo una relación puramente profesional, aunque pronto llegó a convertirse en su mejor consejera y profesora.

Avis intentó convencer a Nancy de que su anterior trabajo sobre la oscilación en reacciones químicas podría ser muy útil para su estudio actual. Por ello, Avis, que estaba intentando editar un libro sobre movimientos controlados, le propuso a Nancy que colaborase con ella escribiendo un capítulo de ese libro. Sin embargo, Nancy rechazó escribir dicho capítulo, que debía tener unas 60 páginas aproximadamente, hasta ampliar sus conocimientos en ese campo, lo que le permitiría enfocar su estudio de una manera más interesante y aprovechar la beca que en ese momento disfrutaba (durante esta época, Nancy recibió dos becas de alto prestigio, la *Guggenheim* y la *Sloan Fellowships*, a las que nos referiremos en la última sección de este artículo).

Para ayudar a Nancy en su trabajo, Avis le envió una caja con artículos de Biología, a partir de los cuales podría conseguir información para su capítulo. Al principio, Nancy entendía bastante poco de lo que leía en esos documentos, por lo que se dirigía continuamente a Avis para preguntarle sobre el significado de algunas palabras (por una especie de "pre-e-mail", ya que ambas no estaban en la misma universidad), y ésta, en vez de contestarle explícitamente a su duda, le respondía enviándole más artículos. Avis rechazó las primeras propuestas que Nancy le envió, dejándole claro que debía escribir sobre Matemáticas, pero siempre teniendo en cuenta que sus lectores iban a ser biólogos. Esto hizo que Avis fuese la primera persona que ayudó a Nancy a cruzar la línea divisoria entre las Matemáticas y la Biología, y Nancy aprendió por su parte que esa línea constituye un proceso continuo. De hecho, Nancy utilizó esos consejos mientras intentaba reescribir su capítulo, en la línea marcada por Avis, al observar que uno de sus trabajos con Bard, escrito en un contexto completamente distinto, podría aplicarse a la resolución de un problema abierto sobre la coordinación de los movimientos de la lamprea^[1].

Sobre Nancy, Avis nos ha enviado las siguientes líneas:

Trabajé con Nancy durante algún tiempo, pero desde entonces no hemos tenido ningún contacto. Nunca hemos publicado nada juntas, y aunque pienso que le ayudé en su primer contacto con la Neurociencia, ella fue más allá.

Además de este comentario, Avis narra una curiosa anécdota que le sucedió con Nancy cuando ambas trabajaban juntas:

*Después de que se publicara el artículo de Cohen, Holmes y Rand en 1982 (el primer artículo sobre la modelización de la médula espinal de la lamprea), Nancy predijo que **NO** podía haber gradientes de frecuencia a lo largo de la médula espinal, como nosotros habíamos predicho. Yo le dije que **SÍ** tenía que haberlos, ya que la biología no era tan azarosa como la falta de gradiente podría hacer intuir. Le hice una apuesta, y fuimos al laboratorio para probar su error. ¡Ella estaba en lo **CIERTO**, y yo tuve la oportunidad de contárselo a la gente en una conferencia que di sobre este tema, diciéndoles que ella era la única matemática que me había ganado en una discusión sobre Biología! Ella lo predijo correctamente, y yo no. La matemática entendió algo que la bióloga no.*



Avis Cohen, bióloga

Al respecto de lo anterior, cabe significar que en un congreso de Biología al que asistió, Nancy tuvo la oportunidad de conocer a Karen Sigvart y Thelma Williams, dos biólogas que trabajaban sobre la red del sistema nervioso que gobierna el ritmo de las actividades motoras, como andar y nadar, quienes presentaban un proyecto en dicho congreso sobre la movilidad de la lamprea. Desde ese mismo instante comenzaron a trabajar conjuntamente Karen, Thelma, Bard (que proseguía su colaboración con Nancy desde la distancia) y Nancy en las matemáticas relacionadas con esta red. Según la propia Nancy, *uno de los mejores momentos de mi carrera profesional fue cuando Karen y Thelma presentaron en nombre de los cuatro un póster sobre Matemáticas en la Reunión Anual de la Sociedad de Neurociencia, explicando distintos aspectos de la forma de nadar de la lamprea*, trabajo que también le deparó posteriormente la posibilidad de colaborar con otro biólogo, Eve Marder, quien ayudó mucho a Nancy al enseñarle la importancia de los detalles biofísicos para sus estudios de dinámica de redes.

Según Nancy afirma, *fui muy afortunada al encontrar un grupo de biólogos tan entusiastas que me introdujeron en los temas biológicos. Yo creo que es totalmente imposible introducirse uno solo en el estudio de un subcampo biológico. Los no biólogos tienden a ser ignorados y los matemáticos simplemente son expulsados, pero yo he encontrado muchas veces un número (cada vez mayor) de biólogos que han tenido en cuenta mi trabajo matemático, viendo su potencial relevancia, y me han pedido que les ayudara en el suyo propio.*



Nancy con James Collins

Desde 1986, Nancy es profesora de la Universidad de Boston. Estando allí recibió una beca de la fundación MacArthur en el año 1990. Al término de ésta, en 1996, Nancy entra a formar parte de la National Academy of Sciences. Actualmente estudia el ritmo del sistema nervioso asociado a los procesos sensoriales y cognitivos, para lo que cuenta con múltiples colaboradores e investigadores que le ayudan a buscar respuestas a las preguntas que surgen en su trabajo. De hecho, Nancy, como co-directora del Centro para la Biodinámica (CBD) junto a James Collins, dedica gran parte de su tiempo a seguir trabajando con estudiantes y jóvenes licenciados interesados en buscar relaciones entre la Biología, las Matemáticas y la Ingeniería.

Al respecto de esta dedicación de Nancy, en *Notices of the American Mathematical Society* apareció, en julio de 1990, la siguiente referencia:

La profesora Kopell usa y desarrolla métodos de sistemas dinámicos para abordar problemas de Matemática Aplicada. Está especialmente interesada en cuestiones que involucran la auto-organización de sistemas físicos y biológicos. Con L.N. Howard, ha escrito una serie de artículos sobre la formación de patrones en sistemas químicos oscilantes. Recientemente, con G.B. Ermentrout, ha estado ocupada en el desarrollo de las matemáticas apropiadas para el análisis de las redes neuronales que gobiernan las actividades motoras rítmicas, tales como caminar, nadar y respirar. A grandes rasgos, tales sistemas son grandes colecciones de unidades, cada una de las cuales es un oscilador o un pariente matemático próximo a un oscilador. El propósito de las Matemáticas es ayudar a discernir qué propiedades de las unidades y sus interacciones tienen implicaciones en las propiedades emergentes de las redes. Las técnicas utilizadas incluyen extensiones de la teoría de variedades invariantes, teoría de promedios y métodos geométricos para ecuaciones perturbadas singularmente. Su trabajo actual ha conducido a la formación de un grupo altamente interactivo de fisiólogos y matemáticos dirigido por la profesora Kopell.

Y el profesor Collins, codirector junto con Nancy del CBD, ha escrito:

Nancy es uno de los líderes mundiales de la Biomatemática. Empezó trabajando en problemas de Biología y Matemáticas mucho antes de que se pusiera de moda, y con sus contribuciones se ha convertido en una importante área de investigación académica.

Además, Nancy no es sólo una excelente investigadora sino que también es una gran tutora para la gente joven. Invierte la mayor parte de su tiempo y energía en enseñar a la siguiente generación de biomatemáticos.



James Collins

Finalizamos esta sección dedicada a la exposición de los datos biográficos de Nancy con la respuesta global que ella misma nos ha dado a una serie de cuestiones que le planteamos con el fin de conocer su propia opinión sobre los aspectos que nosotros considerábamos fundamentales del artículo, a saber: los problemas de género en el estudio de las Matemáticas, la mayor o menor influencia que sus profesores (sobre todo, profesoras) habían tenido en su decisión de estudiar Matemáticas, el origen de su inclinación hacia las mismas, las diferentes opciones que ella había tenido que tomar a la hora de seguir su carrera y, también, su opinión sobre la importancia que actualmente se le concede a las aplicaciones de las Matemáticas a otras ciencias. A todas esas cuestiones, Nancy ha respondido globalmente lo siguiente:

Tanto en mis estudios de "junior high school" como en los de "high school" tuve profesoras que me animaban mucho y que me decían que yo tenía talento. En el "college", mi primera profesora me distinguió con una banda de honor y me animó mucho en mis años previos a la graduación. En Berkeley también tuve buenas sensaciones sobre mis posibilidades para hacer Matemáticas.

Sin embargo, a pesar de todo eso, yo era una persona extremadamente insegura y estuve muy próxima a abandonar la carrera de Matemáticas, ya que pensaba que no iba a tener éxito. Todo ello era debido a mis síntomas latentes de depresión, y en ningún caso a la manera con la que las demás personas me trataban. Aunque yo era consciente del sexismo imperante en la comunidad científica, el ser una mujer hizo que recayera en mí más atención por parte de los demás que en caso contrario, lo cual me fue beneficioso. Mi elección más complicada fue decidir si iba a seguir en Matemáticas o no.

Otro momento duro de mi carrera fue cuando tuve que decidir pasarme de las Matemáticas puras a las Matemáticas Aplicadas, concretamente a las aplicaciones biológicas, en las que no había por el momento modelos científicos a estudiar. Yo describiría esos periodos como los de mantenerse fuerte ante las dificultades, renunciando a abandonar, incluso aunque las posibilidades parecieran mínimas.

Breve glosario de la obra científica de Nancy

Dedicamos finalmente unas breves líneas a glosar, a modo de resumen, la obra científica de Nancy Kopell, obra que, como puede observarse, constituye un claro ejemplo de la relación entre las Matemáticas y otras disciplinas, en este caso, fundamentalmente, la Biología y la Medicina. En su trabajo, Nancy usa y desarrolla técnicas de sistemas dinámicos para abordar problemas relacionados con las Matemáticas Aplicadas, y está especialmente interesada en cuestiones relativas a la auto-organización de sistemas físicos y biológicos. Entre estas cuestiones pueden citarse la modelización de

sistemas químicos oscilantes y las matemáticas relacionadas con las redes neuronales que gobiernan el ritmo de las actividades motoras de los organismos vivos, tales como el caminar, nada y respirar. Estos sistemas son un conjunto de unidades discretas y las Matemáticas, en estos casos, lo que hacen es ayudar a buscar las propiedades de esas unidades y sus interacciones. Las técnicas matemáticas que Nancy utiliza en sus trabajos son fundamentalmente geométricas y van desde teoría de invariantes en variedades hasta los métodos geométricos de estudio de las perturbaciones de las ecuaciones diferenciales, aunque también usa a veces otras más relacionadas con la estadística. Y todas ellas, aplicadas a los sistemas dinámicos. Según sus propias palabras, *el problema global que estamos intentando abordar es conseguir un mayor conocimiento sobre las relaciones entre estructuras y funciones. Esto significa que estamos intentando entender por qué esas redes [neuronales] están construidas de la forma en la que lo están para atender a la función que poseen.*



Nancy Kopell

Referente a su actividad profesional, Nancy disfrutó tras su tesis doctoral de una *Moore Instructorship* en el MIT durante dos años, y en 1969 se trasladó a la Northeastern University. Desde 1986 ha estado como profesora en la Universidad de Boston. Recibió las becas [*Fellowships*] *Guggenheim* y *Sloan*, y fue conferenciante invitada en el Congreso Internacional de Matemáticos de 1983. En 1990 dio sendas conferencias plenarias en dos Encuentros de la Sociedad para las Matemáticas Aplicadas e Industriales (SIAM). Ese mismo año recibió uno de los denominados "premios para los genios" de la *MacArthur Foundation Fellowship*. En los últimos años, impartió la *Volmer Fries Memorial Lecture* en el Instituto Politécnico Rensselaer, la *Mark Kac Memorial Lecture* en Los Alamos National Laboratories, y la conferencia inaugural de curso (1993) de la Universidad de Boston.

Con respecto a su obra científica, Nancy lleva publicados desde 1968 más de 60 artículos, la mayoría de los cuales han sido escritos en colaboración con otros autores, no sólo matemáticos, sino con otros científicos (biólogos en su mayoría), en las revistas científicas más prestigiosas de cada momento. En su práctica totalidad, estas revistas se enmarcan en el ámbito de la Matemática Aplicada, y en ellas Nancy ha presentado trabajos que relacionan las Matemáticas con la Biología, la Física, la Química y la Medicina, fundamentalmente. Basta una rápida consulta a la base de datos [MathSciNet](#) para darse cuenta del importante papel desarrollado (e iniciado junto con otras mujeres matemáticas) por Nancy en el estudio de las aplicaciones de las Matemáticas a la vida real, representadas en este caso por las disciplinas anteriormente comentadas. Por esta razón y por su condición de mujer, Nancy constituye un ejemplo vivo (en ambos sentidos, semántico y natural) de las nuevas tendencias de las Matemáticas y del rol que actualmente la mujer está desempeñando en el desarrollo de las mismas. Una información más detallada y completa sobre los trabajos publicados por Nancy puede ser obtenida en la base de datos anteriormente indicada.

Referencias

- [P] E. Padrón: *I Encuentro Mujeres y Matemáticas*. La Gaceta de la RSME, 8.3 (2005), 557-561.
- [K] N. Kopell: *Biased Random Walk: A Brief Mathematical Biography*. En *Complexities: Women in Mathematics* (B.A. Case and A. Leggett, eds.), Princeton University Press, 2005, 349-354.

[1] La *lamprea marina* (*Petromyzon vulnerables*) es un pez evolutivamente muy primitivo, cartilaginoso, con dos aletas dorsales y una pequeña caudal, carente de mandíbulas y de opérculos, que puede llegar a medir hasta unos 70 cm.



Sobre los autores

Juan Núñez Valdés (Sevilla, 1952) es licenciado y doctor en Matemáticas por la Universidad de Sevilla, donde trabaja actualmente como Profesor Titular del Departamento de Geometría y Topología. Sus principales líneas de investigación son los grupos y álgebras de Lie y la matemática discreta, áreas en las que ha publicado varios artículos en diferentes revistas de impacto. Vocal de la Junta Directiva de la Delegación Provincial de Sevilla de la SAEM THALES, es autor de varias publicaciones sobre matemáticas recreativas y divulgativas, así como también sobre historia de las matemáticas. **Inmaculada Camas Jiménez** (d) y **Soledad Fernández García** son alumnas del quinto curso de la licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Sevilla. Los tres coautores han presentado en las XIII Jornadas Andaluzas de Educación Matemática la comunicación titulada *Matemáticas: ¿un mundo sólo de hombres?*



matemática

revista digital de divulgación matemática

[\[Volver\]](#)

© 2005 - ∞ .: MATEMATICALIA .:

Todos los derechos reservados.

Joomla! es Software Libre distribuido bajo licencia GNU/GPL.