

LAS DIFICULTADES SUFRIDAS POR UNA MUJER PARA LLEGAR A SER BIOMATEMÁTICA: NANCY KOPELL.

Núñez Valdés, Juan. Departamento de Geometría y Topología, Universidad de Sevilla. jnvaldes@us.es

Camas Jiménez, Inmaculada. Departamento de Matemática Aplicada I, Universidad de Sevilla. icamas@us.es

Fernández García, Soledad. Departamento de Matemática Aplicada II, Universidad de Sevilla. soledad@us.es

Resumen

Tras haber superado una serie de dificultades de diversos tipos, entre ellas de género, de carácter y de enfermedad, la norteamericana Nancy Kopell ha llegado a ser una de la biomatemáticas más reconocidas en la actualidad por sus excelentes contribuciones en el avance de la neurociencia, al estudiar a partir de los sistemas dinámicos las redes neuronales que gobiernan las actividades motoras rítmicas. En esta comunicación se comentan algunas de esas dificultades que ella fue paulatinamente venciendo y el modo en el que lo hizo. Entre ellas, la oposición de su familia a que estudiara, debido a las ideas conservadoras del entorno, el difícil acceso de la mujer a la universidad en aquel tiempo, la poca credibilidad de sus posibilidades por ser mujer y joven, etc, que al principio la hicieron sentirse insegura e inferior a los que la rodeaban, ocasionándole incluso una fuerte depresión. Todas estas trabas, sin embargo, una vez vencidas, la hicieron tan fuerte que ella misma, años después, llegó a señalar que hasta le habían venido bien, ya que el hecho de ser mujer hizo que recayese en ella una mayor atención por parte de los demás, lo cual incluso llegó a serle beneficioso en ciertos momentos de su vida.

Palabras claves: Dificultades de Género, Biomatemáticas, Neurociencia, Nancy Kopell.

A modo de Introducción

En primer lugar nos gustaría explicar por qué hemos dedicado esta ponencia a hablar sobre la vida y obra de Nancy Kopell entre todas las investigadoras que nos ofrece la sociedad. Nancy constituye un ejemplo evidente de superación de las numerosas dificultades que ha encontrado una mujer hasta hace relativamente muy poco tiempo (de hecho aún sigue encontrándolas en muchos países), primero para terminar unos estudios, después para alcanzar una profesión y finalmente, para poderla desarrollar en igualdad de condiciones con el varón. Al mismo tiempo, y esto ya por razones estrictamente personales, Nancy tuvo que luchar también consigo misma en numerosas ocasiones, dado que su carácter natural la hacía a menudo caer en pequeñas depresiones motivadas fundamentalmente por el enorme desgaste que le producía el saber que sus



compañeros de trabajo, varones en casi todas las ocasiones, la estaban mirando con lupa, a fin de procurar su caída a la menor ocasión. A todas estas razones y motivos hemos de añadir que Nancy es una de las investigadoras más conocidas y valoradas en el mundo de las Biomatemáticas y de la Neurociencia en la actualidad.

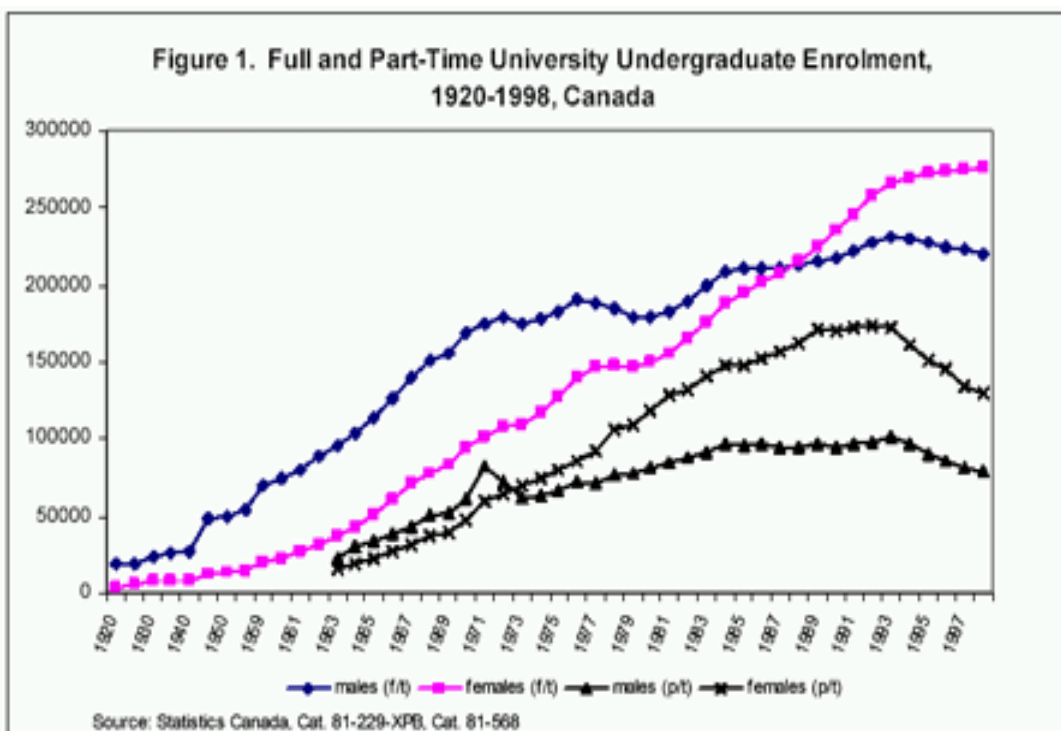
Sus estudios

Nancy Kopell nació a principios de la década de los cuarenta del siglo XX, en el seno de una familia humilde en el Bronx, un barrio de Nueva York definido por los periodistas de la época como uno de los mayores guetos de residentes judíos de aquellos tiempos.

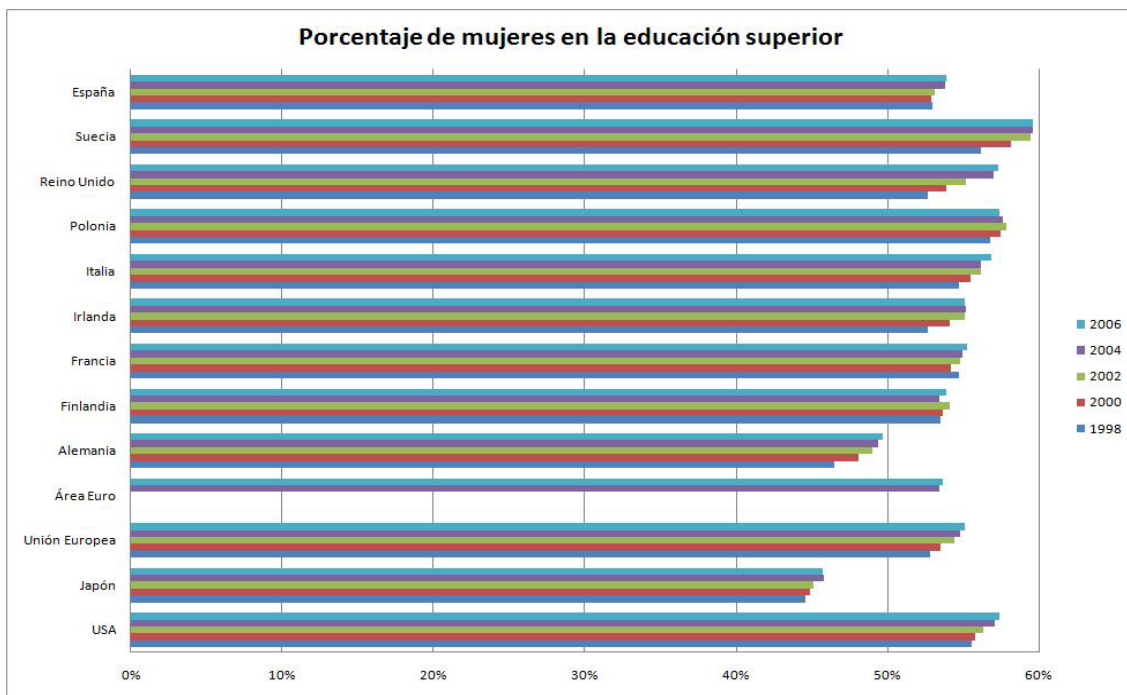


Nancy Kopell

Nancy decidió dedicarse a las matemáticas, ya que como ella misma dice, la llevaba en los genes, pues toda familia estaba de alguna forma relacionada con ella: su hermana y su madre eran muy buenas en esta disciplina y su padre era contable, por lo que, aunque ésta no era la única ciencia que le atraía, se decidió finalmente por ella. Sus primeros problemas llegaron cuando decidió marcharse a estudiar a la Universidad de Cornell, en el estado de Nueva York, oponiéndose a los deseos de su familia, que con ideas más conservadoras, deseaban para ella un papel más “adecuado para una mujer”, a saber, ama de casa o como mucho seguir los pasos de su hermana que estaba estudiando en el colegio Queen College de Nueva Cork.



Como es de imaginar, esta primera etapa de su vida no fue nada fácil por diversas razones. En primer lugar carecía de una base adecuada para los estudios que quería comenzar. Además hay que añadir que en aquellos años, segunda mitad del siglo XX, casi no había universidades que aceptaran matricularse a mujeres, por lo que el número de admitidas era muy bajo y casi inexistente el de las que conseguían graduarse (véanse las figuras anterior y posterior)



Durante su etapa universitaria Nancy no fue tomada en serio ni por sus compañeros ni por sus profesores, y todo ello sólo por el hecho de ser mujer. Para todos era muy difícil aceptar que una mujer joven fuera realmente buena en los estudios. Este hecho y la situación que vivió durante varios años de su vida repercutió en su personalidad, ya que nunca se sintió suficientemente segura de sí misma y se consideraba muy inferior a los que la rodeaban. No obstante, todos estos inconvenientes y trabas no impidieron que cursara sus estudios en Matemáticas y que consiguiera graduarse con honores a los veintiún años de edad, en el año 1963, en la Universidad de Cornell.

Los años pasaron pero las dificultades continuaron. A pesar de tener un asesor y un proyecto a realizar las cosas no mejoraron, ya que a su tutor sólo lo veía en fiestas y ninguno de los dos mostraba mayor interés por su trabajo. Pocos años después su tutor incluso llegó a cambiar su propia línea de investigación. Cabe destacar que esa circunstancia era propia de la época. Hoy en día, afortunadamente, las cosas han cambiado y profesores consagrados se esfuerzan en ayudar a los estudiantes que quieren dedicarse a investigar, pero en aquella época eso no era normal, a lo que hay que añadirle además otro hecho: Nancy era mujer.

Por fortuna todo cambió para mejor cuando Nancy conoció al que fue su director de tesis, Stephen Smale, en la Universidad de Berkeley, quien se cruzó en su camino para ayudarla, darla a conocer y abrirla las puertas hacia los problemas de Sistemas Dinámicos, campo al cual se dedica actualmente.

Sus comienzos en este campo fueron muy duros y difíciles, pues el profesor Smale insistía en proponerle trabajos que ella normalmente rechazaba, aunque gracias a la insistencia y perseverancia del profesor, Nancy obtuvo su primer resultado después de un duro verano de trabajo. Este resultado fue considerado por el profesor Smale como muy interesante y pensó que debía constituir el primero de su futura tesis doctoral, pero ella no pensaba así, alegando que no se encontraba preparada para dar ese paso en su carrera.



Stephen Smale

Smale insistía en que completara ese resultado con otros y terminara su tesis, pero en ese momento Nancy se encontraba perdida y sin rumbo, aunque tras varios avatares decidió comenzar a escribir su tesis a los 24 años. Éste fue el momento en el que Nancy comenzó sus estudios en el campo de la Dinámica de Sistemas, en el cual estaba basado su trabajo. De estos años Nancy afirma:

“Stephen siempre estaba muy seguro de sus opiniones, y en este caso como en muchos otros, llevaba razón.”

Como contrapartida el profesor Smale opina así sobre 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.”

Nancy considera aquel año como uno de los mejores y más memorables de su carrera, no sólo por el interés que Smale tenía hacia ella, sino por su inserción en su grupo de investigación, el cual la acogió sin reservas. Así, ella comenzó a estudiar en la Dinámica de Sistemas. En ese grupo conoció a Michael Shub que opinaba lo que sigue 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”.



Michael Shub



Warwick, 1969: En la 3º fila Jacob Palis y Mike Shub, en la 4º fila Nancy

Afortunadamente todo ese duro sacrificio, que le costó penas y muchas lágrimas, obtuvo como recompensa que Nancy acabara su tesis, tal y como Smale predijo años atrás, a pesar de que todos aquellos momentos fueron muy duros en la carrera de Nancy, pues ésta se encontraba muy desanimada e incluso quiso dejarlo todo en varias ocasiones, aunque afortunadamente se rehizo a tiempo.

Su vida profesional

Gracias a que la tesis de Nancy, titulada “On commuting Diffeomorphisms”, era muy buena y a que su director Smale tenía muy buenos contactos, Nancy consiguió su primer empleo en el Massachusetts Institute of Technology (M.I.T), 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, muy a su pesar, la especial atención que generó a su alrededor.

A esta situación ella misma la cataloga como paradójica, pues era 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 nada ni de nadie. Todo ello la llevó a pensar en varias ocasiones qué hacer con su vida en el futuro más próximo, dónde poder trabajar sin llamar la atención.

Durante ese periodo de meditación, Nancy se dio cuenta de que aunque había disfrutado escribiendo su tesis, no sabía en aquel momento si quería verdaderamente seguir con la investigación que le guiaba su director de tesis Smale. Durante la realización de la tesis ella había disfrutado mucho, pero ahora, deseaba trabajar en algo más cercano al mundo real, ya que como ella bien describe:

“Mi trabajo fue tan abstracto que, aunque yo describía propiedades de las ecuaciones diferenciales ¡yo nunca tuve que resolver ni una sola de ellas!”

Pero como solía ser habitual en su personalidad, no se sentía preparada para ello.

Los años en el M.I.T fueron especialmente duros para Nancy porque ella seguía pensando qué hacer con su futuro y no se sentía muy a menudo con fuerzas para seguir adelante, pues no creía que tuviese talento suficiente para continuar con su carrera. Además, esta etapa fue de las más difíciles pues desde sus años en el colegio arrastraba ciertos problemas personales que la hicieron caer en una depresión no diagnosticada, la cual le hacía pasar la mayor parte del tiempo sin hacer nada. En contrapartida a toda esta situación dramática, fue precisamente en esos momentos de su vida cuando Nancy encontró la rama a la que dedicaría la mayor parte de su vida.

Este encuentro se produjo como suele suceder en la mayoría de los casos por casualidad, ya que por razones que ni ella misma consigue explicar, Nancy se aficionó a leer libros de biología, ciencia desconocida totalmente para ella. Y se interesó por los trabajos de Prigogine y la Teoría de Catástrofe de Thom, únicas contribuciones en aquella época que relacionaban las matemáticas y esa disciplina en general.

Durante este periodo Nancy llegó a convertirse en una experta en la teoría de catástrofes, motivo por el cual un estudiante de química le solicitó ayuda para estudiar un sistema químico oscilante: la denominada *reacción de Belousov-Zhabotinsky*. Aunque este estudio no resultó todo lo fructífero que se esperaba, le sirvió a Nancy para encontrar una relación directa entre Matemáticas y Biología. En esos momentos trabajaba en Northeastern University el lugar perfecto para que Nancy se reencontrara consigo misma: “*ser una mujer matemática que quería trabajar en un área que aún no existía*” ya que esta universidad tenía fama de bohemia y Nancy no se sentía tan presionada como en el M.I.T.

En Northeastern University Nancy estuvo trabajando durante 17 años, tiempo en el que ocurrieron muchos acontecimientos importantes en su vida, tanto de tipo personal como profesional. Durante siete años estuvo trabajando con Lou Howard, profesor especialista en Dinámica de Fluidos del M.I.T con el que mantuvo lo que ella misma



Jenny Harrison, Nancy Kopell y Gabriel Stolzenberg.

califica un *matrimonio profesional*, Durante ese periodo Nancy contrajo matrimonio real con el también matemático Gabriel Stolzenberg (en la siguiente fotografía puede observarse a ambos, junto a una compañera y amiga, Jenny Harrison, durante una celebración).

Profesionalmente, esa época fue muy fructífera, pues tuvo una colaboración con el Centre National de la Recherche Scientifique, en Francia, en el año 1970 y también colaboró con el California Institute of Technology durante seis años. Además tuvo el honor de acudir como ponente al Congreso Internacional de Matemáticas que se celebró en Varsovia en el año 1983.

Posteriormente Nancy conoció a la bióloga Avis Cohen, con la que comenzó a tener la que sería la relación profesional más productiva de su carrera. Gracias a esta relación Nancy conoció a una gran cantidad de biólogos siendo aceptada por la mayoría de ellos, cuando normalmente en el mundo de la Biología, como ella misma afirma *los no biólogos tienden a ser ignorados y los matemáticos simplemente son expulsados*. Simultáneamente en el tiempo a Nancy le fueron concedidas dos becas de alto prestigio, la *Guggenheim* y la *Sloan Fellowship*

Sobre esta etapa, la profesora Cohen comenta lo siguiente:

“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:

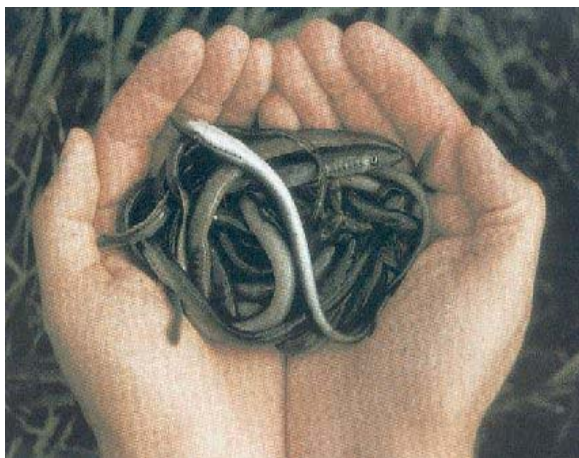
“Después de que se publicara el artículo de Cohen, Holmes y Rand en 1982 (el primer artículo sobre la modelización de la médula espinal de la lamprea), Nancy predijo que **NO** podría haber gradientes de frecuencia a lo largo de la médula espinal, como nosotros habíamos predicho. Yo le dije que **SÍ** tenía que haber, 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 yo di sobre este tema, diciéndoles que ¡Ella era la única matemática que me había ganado en un argumento sobre biología! Ella lo predijo correctamente y yo no. La mujer matemática entendió algo que la bióloga no.”



Avis Cohen

Al respecto de lo anterior, 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 el Central Pattern Generators (la red del sistema nervioso que gobierna el ritmo de las actividades motoras, como andar y nadar, que 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 afirma:

“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.”



Lampreas

Este trabajo también le deparó posteriormente la posibilidad de colaborar con otro biólogo, Eve Marder, que le ayudó mucho a Nancy al enseñarle la importancia de los detalles biofísicos para sus estudios de dinámica de redes (para una mejor comprensión de estos últimos párrafos, permítasenos indicar que 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.

Según la propia 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 sólo 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.



James Collin y Nancy Kopell

Desde finales de los años 80, Nancy trabaja como profesora en la Universidad de Boston. En el año 1990 recibió una beca de la fundación Mac Arthur, que es comúnmente conocida como la *recompensa de los genios* y tiene la duración de 5 años. Al término de ésta, Nancy entró a formar parte de la “National Academy of Sciences”. Actualmente estudia el ritmo del sistema nervioso asociado a los procesos sensoriales y cognitivos, colaborando con un gran grupo de investigadores. Además Nancy es codirectora del Centro para la Biodinámica (C.B.D.) junto a James Collins. En esta labor Nancy dedica gran parte de su tiempo a trabajar con estudiantes y jóvenes licenciados interesados en buscar relaciones entre la biología, las matemáticas y la ingeniería. De esta manera pretende hacer lo que muchos profesores no hicieron con ella, hasta que encontró a su director de tesis: ayudar y apoyar a jóvenes investigadores.

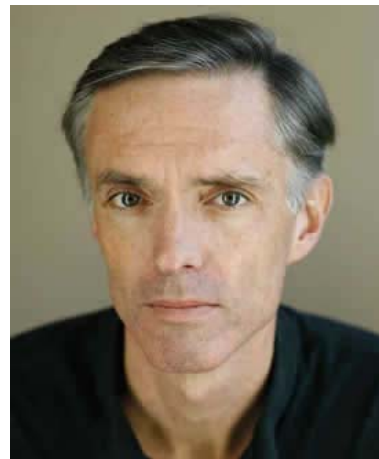
Al respecto de esta dedicación de Nancy, en *Notices of the American Mathematical Society*, apareció, en Julio de 1990, la siguiente referencia: “La profesora Kopell usa y desarrolla métodos de sistemas dinámicos para abordar problemas de matemática aplicada. Ella está especialmente interesada en cuestiones relacionadas con la autoorganización en sistemas físicos y biológicos. Ella ha escrito con L. N. Howard una serie de artículos sobre la formación de patrones en sistemas químicos oscilantes.

Recientemente, con G. B. Ermentrout, ha estado ocupada con el desarrollo de las matemáticas apropiadas para analizar las redes de neuronas que gobiernan las actividades rítmicas motoras, tales como caminar, nadar y respirar. Tales sistemas son, aproximadamente, como grandes colecciones de unidades, cada una de las cuales es un oscilador, o algo matemático muy cercano a un oscilador. El objetivo de las matemáticas es ayudar a clasificar qué propiedades de las unidades y sus interacciones tienen implicaciones en las propiedades incipientes de las redes. Las técnicas incluyen extensiones de la teoría de variedades invariantes, teoría de los promedios y métodos geométricos para las ecuaciones perturbadas singularmente. El reciente trabajo ha conducido a la formación de un grupo altamente interactivo de fisiólogos y matemáticos dirigido por la doctora Kopell.”

Y el profesor Collins, codirector junto con Nancy del C.B.D. ha escrito:

“Nancy es una de los líderes de la biomatemática del mundo. Ella 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. Ella invierte la mayor parte de su tiempo y energía en enseñar a la siguiente generación de biomatemáticos”.

A Nancy le ha cabido el inmenso honor de ser la primera mujer en varios frentes, entre ellos el de haber sido elegida para dar conferencias inaugurales en eventos muy importantes. Así, en los últimos veinte años, Nancy impartió la Volmer Fries Memorial Lecture en el Instituto Politécnico Rensselaer, la Mark Kac Memorial Lectures en Los Alamos National Laboratories, y la Conferencia Inaugural de curso (1993) de la Universidad de Boston.



James Collins

Para concluir, queremos indicar que los propios autores de este trabajo hemos tenido ocasión de conocer si no personalmente (con el profesor Shub antes citado sí se presentó esa posibilidad, con motivo de un viaje que él hizo recientemente a Granada y a nuestra capital), sí un poco más a fondo a Nancy, con ocasión de la correspondencia mantenida con ella a raíz de la solicitud que le hicimos por nuestra parte, para que ella cumplimentase un cuestionario sobre ella misma que nosotros habíamos preparado cuidadosamente, tratando de tocar todos los temas que nos habían interesado del estudio de su biografía, no solamente los referidos a su vida y obra, sino también, y fundamentalmente además, todos aquéllos referentes a las dificultades de todo tipo que ella tuvo que vencer para llegar a donde finalmente ha llegado, y que en definitiva, son las que nosotros hemos pretendido dar a conocer en esta publicación.

Citamos entonces a continuación las líneas que nos envió la propia Nancy respondiéndonos a esa serie de cuestiones que le formulamos, a las que ella contestó globalmente de la siguiente forma:

“Tanto en mis estudios de “junior high school” como en los de “high school” yo 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, yo 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 pareciesen mínimas”.

Basta una rápida consulta a la base de datos MathSciNet para darse una 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 natural de ser 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.

[CFN] Inmaculada Camas Jiménez, Soledad Fernández García, Juan Núñez Valdés, *Nancy Kopell: una Vida Dedicada a la Biomatemática*. *Matematicalia* (Revista Electrónica) Vol. 3. Núm. 2, 2007 (sin paginación).

