

## Lynn Margulis (1938-2011): *The sense of wonder*

**Mercè Piqueras.** Associate Editor, International Microbiology.

*La fisiología y la ecología microbianas son esenciales para la comprensión del proceso evolutivo. El comportamiento de los microorganismos dentro de sus propias poblaciones y en sus interacciones con otros determinó el curso de la evolución de la vida. El mundo vivo subvisible en último término es el fundamento del comportamiento, desarrollo, ecología y evolución del mundo visible del cual formamos parte y con el cual evolucionamos.*

**Lynn Margulis**

(de la *Lectio* pronunciada con motivo de su investidura como doctora Honoris Causa por la Universidad de Valencia en 2001).

El 5 de marzo de 2013, la bióloga estadounidense Lynn Margulis, fallecida el 22 de noviembre de 2011, habría cumplido setenta y cuatro años. Era la semana en la que se celebra el Día Internacional de la Mujer y en la Sala de Actos del Instituto de Estudios Catalanes de Barcelona, donde ella había impartido tantas conferencias, fue una vez más la protagonista, pero no para exponer sus ideas a un público numeroso, sino para que hablasen de ella. Quince mujeres de diferentes campos de la ciencia y de generaciones distintas fueron desgranando sus recuerdos de la relación mantenida con Lynn, que, en muchos casos no fue solo profesional, sino también de profunda amistad. Todas coincidieron en elogiar el entusiasmo que ponía Lynn en su trabajo y su capacidad de maravillarse, lo que los anglosajones llaman «*the sense of wonder*». Y lo que más la entusiasmaba y maravillaba era el mundo microbiano.

El nombre de Lynn Margulis (1938-2011) está ya inscrito en la historia de la biología del siglo xx. Un siglo en el que la presencia de las mujeres científicas empieza a hacerse notar. La microbiología ha contado con investigadoras tan destacadas como Alice Evans (1881-1975), que en 1928 fue la primera presidenta de la American Society for Microbiology (entonces Society of American Bacteriologists), Rebecca Lancefield (1895-1981), a quien se debe la clasificación serológica de los estreptococos, o Esther Lederberg (1922-2006), descubridora del fago lambda y de la técnica de replicación en placa. Otros campos de la biología han tenido también protagonistas femeninas y cada vez son más las mujeres que se dedican a la investigación. Zoología, genética, microbiología, geobiología, ecología son sectores en los que investigó Lynn Margulis a lo largo de su carrera profesional. Fue una mujer polifacética, que hizo incursiones también en otros campos de la ciencia e incluso más allá: en la antropología, la literatura, la filosofía o la comunicación. Un artículo en una revista



Lynn Margulis en Barcelona (2009).

es insuficiente para describir su trabajo y sus logros. Me limitaré, por tanto, a algunos aspectos de su relación con la microbiología, con la SEM, con España y Latinoamérica. Sin embargo, no es posible hablar de Margulis sin mencionar algunas de sus ideas que cambiaron el paradigma imperante hasta 1970 sobre los mecanismos de la evolución.

En el libro *Mon dernier soupir* (Mi último suspiro), las memorias que Luis Buñuel (1900-1983) dictó en francés a su amigo y guionista preferido Jean-Claude Carrière el año

antes de su muerte, el cineasta expresó su opinión sobre la ciencia así: «La ciencia no me interesa. Me parece presuntuosa, analítica y superficial. Ignora el azar, la risa, el sentimiento y la contradicción, cosas que me son preciosas.» Cuando leí esta cita en un monográfico de *El Correo de la Unesco* dedicado a la ciencia, además de extrañarme de que Buñuel considerase negativo que la ciencia fuese analítica cuando algunas de sus películas son también tremendamente analíticas, pensé en Lynn Margulis e imaginé que un encuentro entre estos dos grandes personajes seguramente habría hecho cambiar de opinión a Buñuel. Si la ciencia fuese presuntuosa, no hubiese aceptado nunca las ideas de Lynn. El error es una constante en la historia de la ciencia y su reconocimiento y rectificación es uno de los motores que la hacen avanzar. Y los errores que han cometido grandes científicos no desmerecen los logros que hayan podido alcanzar. Quizás haya quien considere superficial estudiar el origen y la evolución o historia de la vida, como hizo Lynn, pero es algo que los humanos han hecho desde la antigüedad y que ha preocupado a muchos filósofos. La imaginación de Lynn y el azar que la llevó a conocer algunas personas que influyeron mucho en su vida son ingredientes fundamentales de sus logros en ciencia. Quizás Buñuel trató a científicos aburridos, tristes o amargados. Si hubiese conocido a Lynn, el director de cine aragonés habría disfrutado de su risa o, como mínimo, de su sonrisa, siempre a flor de labios. Habría visto que, en Lynn, sentimiento y ciencia eran inseparables y habría conocido también sus contradicciones.

## LA COOPERACIÓN COMO MOTOR DE LA EVOLUCIÓN

Desde la época de Darwin, la evolución se consideraba como una carrera en la que las especies competían para permanecer en ella (como en «la carrera de la reina roja», de *Alicia a través del espejo*, que rige un país que está siempre en movimiento y en donde sus habitantes han de moverse también para quedarse en el sitio que están) y en la que todo valía para ganar. Algunas aportaciones de Lynn Margulis a la biología han mostrado una visión distinta de la evolución: una carrera en la que los organismos que más avanzan no són los que compiten entre sí, sino los que se unen para colaborar con un mismo fin. Su curiosidad sin límites la llevó a investigar autores olvidados o desconocidos en la literatura científica, y rescató algunas ideas sobre la simbiosis que varios científicos rusos habían esbozado pero que habían pasado desapercibidas. No cejó hasta demostrar que la evolución tiene también una cara amable, la de un mundo en el que triunfa la cooperación.

Muchos científicos realizan el gran descubrimiento de su vida después de años de experimentación. No fue el caso de Lynn Margulis, a quien la teoría —entonces solo una hipótesis— de la endosimbiosis seriada que la hizo famosa se le ocurrió a principios de la década de 1960, cuando era estudiante de doctorado. Su libro *Symbiosis in Cell Evolution*, publicado en 1981 y puesto al día en una segunda edición de 1993, es un compendio de su teoría

y se considera un clásico de la biología contemporánea, citado repetidamente por muchos autores

El concepto de simbiosis o hipótesis dual se conocía desde el siglo XIX, cuando Simon Schwendener (1829-1919) y Anton de Bary (1831-1888) estudiaron la naturaleza dual de los líquenes, constituidos por la unión de un hongo y una alga. Una idea que fue recibida primero con escepticismo, pero tuvo que aceptarse ante la evidencia proporcionada por muchos botánicos que aislaron las algas que se asocian con varios tipos de hongos para formar las diferentes «especies» de líquenes. Schwendener describió aquella asociación como una de dominancia de un organismo sobre otro. Pero en realidad se trataba de una unión de la que ambos miembros salían beneficiados. Albert Bernard Frank (1839-1900) acuñó el término *symbiotism* (simbiosis), que era neutro, para dejar claro que no se trataba de un caso de parasitismo, en el que uno de los organismos sale perjudicado. Y Anton de Bary fue el primero que usó públicamente ese término (en una conferencia que impartió en 1878), por lo que es frecuente que se le atribuya a él su acuñación<sup>1</sup>.

Siendo estudiante de doctorado, Lynn Margulis quedó intrigada por los casos de herencia no mendeliana que se daban en la naturaleza, por ejemplo, los mutantes de la fotosíntesis en las plantas y en las algas, las mutaciones *petite* de las levaduras o la herencia cortical de *Paramecium*. En las células eucariotas no había genes desnudos; es evidente que debían tener en su interior sistemas genéticos bacterianos. Revisó la literatura científica sobre la herencia citoplasmática, que la llevó a predecir la existencia de otro tipo de DNA que no era el del genoma de la célula eucariota. En 1965 escribió por primera vez sobre su hipótesis del origen de la célula eucariota (o mitótica) a partir de asociaciones simbióticas bacterianas. Aquel artículo fue rechazado por quince publicaciones, hasta que James Danielli (coautor con Hugh Davson del modelo de sándwich de la membrana celular) lo aceptó para publicarlo en la revista *Journal of Theoretical Biology*, en 1967<sup>2,3</sup>. Escribió luego una versión ampliada, en forma de libro, de la teoría del origen simbiótico de los orgánulos de la célula eucariota (mitocondrias, plastos, centriolos y el nucleocitoplasma). A pesar de ser un encargo que recibió de Academic Press, con los que ya había firmado un contrato, la editorial se retractó y lo canceló. Finalmente, Yale University Press publicó el libro en 1970 con el título *The Origin of the Eukaryotic Cell* y un prólogo del eminente ecólogo G. Evelyn Hutchinson. El desarrollo de la biología molecular y la aplicación de nuevas técnicas para el estudio de la ultraestructura celular aportaron pruebas suficientes para que la hipótesis de Lynn Margulis fuese aceptada. El investigador canadiense F.J.R. Taylor fue quien, en 1974, propuso el nombre de *teoría de la endosimbiosis seriada* (SET, *serial endosymbiotic theory*) para la teoría que explica el origen de las células con núcleo a partir de una serie de simbiosis bacterianas<sup>4</sup>. Luego vino la publicación del mencionado libro *Symbiosis in Cell Evolution*.

Lynn intuyó que, si hay orgánulos celulares que se originaron a partir de bacterias que tuvieron una vida inde-



Lynn Margulis y Mercè Piqueras en la Universidad de Valencia (2003).

pendiente, es posible que en la actualidad siga habiendo bacterias como aquellas que lleven una vida independiente. Ahora nadie duda de que los cloroplastos, que captan la energía para la célula vegetal, o las mitocondrias, que son las centrales productoras de energía y reguladoras del metabolismo celular, fueron en otro tiempo células independientes. Prueba de ello es que conservan todavía material genético y se dividen independientemente de la célula que las cobija. Además, el análisis de sus genomas ha demostrado que estos orgánulos tienen parientes que son células que han seguido la vida independiente que llevaban sus antepasados que formaron las uniones simbióticas con otras células. Ahora se sabe también que el genoma nuclear de la célula eucariótica es una quimera, con partes de origen bacteriano y otras que proceden de arqueas.

Dicen los economistas y sociólogos que, cuando se da una interacción continuada entre dos partes durante un largo período de tiempo, la cooperación pacífica es una medida equilibrada que suele evitar conflictos. En biología puede aplicarse este mismo principio: la cooperación suele proporcionar más ventajas que las guerras. Y a lo largo de la evolución, las relaciones simbióticas entre especies son muy frecuentes. Un repaso a la bibliografía de Lynn muestra su interés por la simbiosis entre especies de grupos muy diversos.

## LYNN Y LA MICROBIOLOGÍA ESPAÑOLA

En la década de 1970, Lynn Margulis era considerada una experta en protistología, tanto en los aspectos ecológicos como en los estructurales y evolutivos de un grupo tan complejo de organismos. Aunque el mundo de los microbios la apasionaba, al principio no sentía especial

interés por los procariotas. Probablemente porque durante mucho tiempo las bacterias se estudiaron fundamentalmente desde el punto de vista de la microbiología clínica, como agentes infecciosos. Su primer contacto con ellos fue cuando empezó el estudio de los tapetes microbianos de la laguna Figueroa, en México, y los primeros estudios de la microbiota simbiótica de termes del desierto de Sonora, también en México (véase más adelante en este artículo). En 1983 empieza la colaboración de Lynn con el grupo que Ricardo Guerrero dirigía entonces en la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Era un equipo de microbiólogos («procariotólogos» sería el término más apropiado) que afrontaban el estudio de los microorganismos con una visión ecológica. Aquellos primeros estudios, que se llevaron a cabo en el lago de Banyoles y lagunas del mismo complejo cárstico y en algunas lagunas de montaña, fueron pioneros en la ciencia emergente de la ecología microbiana. Entre los resultados de aquellos años de investigación, merece destacarse la descripción de dos bacterias depredadoras, con un tipo de comportamiento diferente del de las pocas bacterias depredadoras conocidas hasta entonces y diferente también entre ellas. Su abundancia y el alto porcentaje de las células presa «infectadas» que se observaban en las muestras de ambientes naturales sugerían que podían desempeñar un papel significativo en el control de las poblaciones naturales de bacterias<sup>5</sup>.

En 1988, Ricardo Guerrero se traslada a la Universidad de Barcelona (el mismo año que Lynn Margulis pasa de la Universidad de Boston a la Universidad de Massachusetts-Amherst), donde dirige el grupo de ecogenética microbiana y Lynn también traslada allí su colaboración, si bien ambos siguen participando en proyectos con el grupo de la UAB, dirigido entonces por Isabel Esteve. Entre otros proyectos, cabe destacar el trabajo sobre los tapetes microbianos del delta del Ebro, que a lo largo de las últimas décadas han sido estudiados desde diferentes perspectivas.

En el mundo procariótico Lynn descubrió una apasionante diversidad fisiológica y genética, que plasmó magistralmente en el cuadro de los posibles metabolismos en la introducción del libro *Handbook of Protoctista*, que ella dirigió<sup>6</sup>. La relación profesional y personal con Ricardo Guerrero, que duró casi treinta años, fue muy fructífera: estancias de ella en España y de él en los Estados Unidos (aunque como *Adjunct Professor* de la Universidad de Massachusetts-Amherst no pertenecía al mismo departamento que Lynn, participaba en sus cursos); intercambio de estudiantes en sus respectivos laboratorios o para asistir a cursos y reuniones; trabajo de campo conjunto a uno y otro lado del Atlántico. A partir de muestras tomadas durante los cursos de ecología microbiana que Ricardo Guerrero organizaba en el Delta del Ebro, Lynn aisló espiroquetas gigantes que viven en los tapetes microbianos que allí se desarrollan. La primera espiroqueta aislada allí fue *Spirosymplokos deltaeiberi* y Lynn solía llamarla la «espiroqueta catalana». Luego ha sido aislada también en tapetes microbianos de Massachusetts (Estados Unidos) y de Baja California (México)<sup>7-8</sup>.





*Simposios internacionales de la Fundación Ramón Areces en los que intervino Lynn Margulis.*

## LYNN, EDUCADORA Y DIVULGADORA

La mente de Lynn Margulis era como una esponja, que se empapaba del conocimiento que tenía a su alcance. Pero al mismo tiempo, ella también irradiaba conocimiento. Disfrutaba enseñando y comunicando sus ideas. Quienes, como Carmen Chica, la han ayudado en alguna ocasión a preparar alguna salida para realizar trabajo de campo de varios días, saben que Lynn no solo se preocupaba de alimentar las mentes de sus alumnos, sino que además se ocupaba de su sustento y preparaba de antemano comida para todos, aunque fuesen treinta o cuarenta.

Lynn contaba que, cuando siendo niña le preguntaban qué quería ser de mayor, respondía siempre «exploradora y escritora», aunque no tenía muy claro qué era lo que quería explorar y decía que todo aquello que no estuviese explorado. Con el tiempo, ambos deseos se hicieron realidad. Se dedicó a explorar, pero sus exploraciones fueron en ambientes de escala mucho menor a la de los ambientes que acostumbran a recorrer los exploradores clásicos. Aunque recorrió muchos países a lo largo de su vida, los mejores periplos eran los que hacía para indagar en el mundo invisible: con un microscopio exploraba paisajes microscópicos de gran belleza y podía escudriñar el interior de la célula para conocer su historia evolutiva. También fue escritora. Escribió para la comunidad científica y para el gran público; la escritura fue siempre un complemento a sus exploraciones. Como ella misma comentaba, pasaba gran parte de su tiempo haciendo «descripciones», es decir, generando artículos para explicar su trabajo y sus ideas a otros científicos y a estudiantes; dando clases y seminarios; impartiendo conferencias para ilustrar a personas con curiosidad; tomando notas y escribiendo sus observa-

ciones; recogiendo e interpretando el pensamiento y las ideas de otras personas; y preparando material divulgativo y didáctico (artículos, libros, vídeos, CD-ROM).

En algunos países hay «agencias de conferenciantes», empresas que, como las agencias artísticas que proporcionan un actor, cantante, músico, etc. a quien lo necesita para un espectáculo, proporcionan conferenciantes a quienes necesitan contar con alguno para algún acto. Con Lynn hubiesen tenido un filón, pero ella no necesitaba de agentes, recibía directamente invitaciones para impartir conferencias por los cinco continentes. En cuanto a sus libros de divulgación, tenían el éxito asegurado y su popularidad responde a la originalidad de los temas tratados y al entusiasmo que demostraba su autora. Sus obras, traducidas a muchas lenguas, ofrecen una nueva visión de la microbiología y de la biología en general; en ellas los microorganismos son siempre los protagonistas, ya se trate de explicar la evolución de los seres vivos, las características actuales de la atmósfera terrestre, la nutrición de los rumiantes o de los termes, o la regulación del clima. Además, sus libros son un apasionado alegato del papel fundamental de los microorganismos en el mantenimiento de la biota terrestre.

## RELACIÓN CON ESPAÑA Y LATINOAMÉRICA

Desde muy joven, Lynn se sintió atraída por la cultura hispánica y por el español, lengua que aprendió a los dieciséis años, durante su primera estancia en México. Desde 1983 tuvo en España su segunda casa. Sus estancias eran frecuentes y aquí se ganó la admiración y la amistad de muchas personas. En 1985 participó por primera vez en un congreso de la SEM y luego lo haría en otros, así como en reuniones organizadas o coorganizadas por la SEM. Par-

ticipó en tres simposios internacionales de la Fundación Ramón Areces relacionados con la microbiología: «Nuevas fronteras en ecología microbiana y Reunión sobre las Actividades Internacionales de la American Society for Microbiology (ASM)», Barcelona, 11-13 de diciembre de 2001; «Las Sociedades de Microbiología de España, Portugal y América latina. Desafíos para el siglo XXI», Madrid, 19 y 20 de junio de 2003; y «Contribución de los microbios a la Biología», Barcelona, 27 y 28 de abril de 2006. La calidad y el prestigio de los conferenciantes y la presencia de Lynn Margulis fueron algunas de las claves del éxito —pero no las únicas— de esas reuniones. Los días 12 y 13 de noviembre de 2012, la misma Fundación Ramón Areces con la que ella colaboró en los mencionados simposios le rendirá un homenaje mediante otro simposio internacional.

Pocas provincias españolas debe de haber que Lynn no haya pisado, ya fuese para impartir una conferencia, realizar trabajo de campo o simplemente en viaje de placer con Ricardo Guerrero, ya que a ambos les apasionaba recorrer España. Habló de sus queridos microbios en foros muy diversos, desde escuelas, institutos, universidades o centros de investigación hasta centros culturales, museos, centros comerciales e incluso en palacios y castillos (en 2007, inauguró las nuevas instalaciones del castillo de la «Triste Condesa», en Arenas de San Pedro, Ávila). El lleno estaba siempre asegurado; a veces, si los organizadores hacían la vista gorda, el público que abarrotaba la sala se sentaba en escaleras o incluso en el suelo. Además de impartir conferencias y participar en cursos y reuniones científicas, realizó actividades de divulgación, colaboró en proyectos museísticos (CosmoCaixa) y expositivos (Medialab) y su única obra de ficción, *Peces luminosos* (Ed. Tusquets), se publicó antes en español que en inglés.

Los estudiantes la adoraban, tanto por sus ideas como por la manera que tenía de acercarse a ellos, de transmitirles su pasión por la biología. En 1995, durante una conversación que tuve con un joven estudiante de biología de la Universidad de Oviedo, le recomendé el libro *Microscosmos*, de Lynn Margulis, cuya edición española acababa de salir. «¿Se trata de la misma persona que explicó el origen de la célula eucariota mediante la endosimbiosis seriada?», me preguntó. Al responderle yo afirmativamente, replicó: «Aprendí esa teoría en primero de Biología, pero... ;nadie me dijo que Margulis era una mujer!... ;Ni que aún estaba viva!» Si aquella conversación se hubiese producido ahora, aquel estudiante no habría soltado la última frase de sorpresa. Lynn no está ya físicamente en este mundo, pero su recuerdo se mantendrá vivo a través de sus ideas, que ocupan ya un lugar destacado en la historia de la biología del siglo.

Cuando inició su colaboración con el grupo de Ricardo Guerrero, Lynn Margulis estaba estudiando los tapetes microbianos de la laguna Figueroa en Baja California (México), que analizó a partir de 1977. El descubrimiento de ambientes semejantes en otras partes del mundo ha confirmado que muchas de las especies representativas son cosmopolitas y podrían ser descendientes de los microorganismos que habitaban la Tierra primitiva. En México se despertó el interés de Lynn por las simbiosis entre los

termes y la microbiota de su intestino; un estudio sobre la microbiota de *Pterotermes occidentis*, que vive en el desierto de Sonora (México) reveló la presencia de cuarenta especies (protistas y bacterias) que contribuían a la digestión de la madera<sup>9</sup>. El desarrollo de la ecología microbiana en México se debe en gran parte al estímulo que investigadores mexicanos recibieron de Lynn cuando ella se interesó por el estudio de los procariotas. Como responsable del Programa de Biología Planetaria de la NASA, tuvo becarios de muchas procedencias, entre los que ha habido bastantes latinoamericanos y españoles.

Más recientemente, Lynn colaboró con la joven Universidad de San Francisco de Quito (Ecuador). En 1999 un estudiante suyo viajó a la selva amazónica ecuatoriana, donde aquella universidad tiene un centro de investigación: la Estación de Biodiversidad Tiputini. El objetivo era recoger termes para estudiar los microorganismos simbiotes de estos insectos xilófagos. Allí, donde baobabs, ceibas, palmeras y ficus exuberantes apenas dejan pasar la luz, cualquier pedazo muerto de madera está repleto de termes. Lynn participó también en varios simposios y cursos en el centro internacional GAIAS (Galapagos Institute for the Arts and Sciences), en la isla de San Cristobal, en el archipiélago de las Galápagos, donde ahora se ha creado el Centro Lynn Margulis de Biología Evolutiva, dedicado a la promoción de la biología en docencia, investigación y divulgación en el ámbito de la América Latina. Antonio Lazcano, profesor de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), colaborador y amigo de Lynn, ha sido nombrado director de dicho centro. Uno de los objetivos del Centro Lynn Margulis es aprovechar Internet como instrumento de conocimiento común mediante recursos, bancos de datos e imágenes que serán de dominio público. Asimismo, promoverá la biología evolutiva en la comunidad inmigrante de origen hispano en los Estados Unidos, ya que en ese país existe una fuerte tradición de rechazo al darwinismo en algunos sectores de la sociedad.

La excelencia científica de Lynn Margulis fue reconocida con numerosos premios y doctorados honorarios. En España y en América Latina fue nombrada doctora *Honoris Causa* de las universidades Autónoma de Madrid (1998), de San Francisco de Quito (2001), de Valencia (2002); de Vigo (2007) y Autónoma de Barcelona (2007).

## DESPUÉS DEL 22 DE NOVIEMBRE 2011

En un pasillo del edificio del Morrill Science Center de la Universidad de Massachusetts-Amherst, cerca del laboratorio donde trabajaba Lynn Margulis, cuelga un cuadro realizado por la pintora Shoshana Dubiner, que simboliza la endosimbiosis. Se colocó allí el 25 de marzo de 2012, durante el simposio que la mencionada universidad organizó para recordar la figura y la obra de su *Distinguished Professor* Lynn Margulis. Ricardo Guerrero y un grupo de amigas y amigos de Lynn de Barcelona asistimos al simposio, que contó con la participación de científicos que habían colaborado con Lynn o habían sido discípulos suyos.

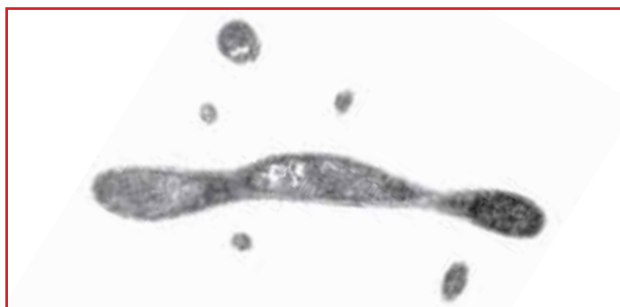


Endosymbiosis: Homage to Lynn Margulis por Soshana Dubiner © Shoshana Dubiner. [www.cybermuseum.com](http://www.cybermuseum.com)

Entre ellos, Peter Westbroek (Universidad de Leiden), Marie-Odile Gobillard (Laboratorio Arago de Banyuls-sur-Mer, Francia), Antonio Lazcano (UNAM), Betsey Dexter Dyer (Wheaton College, Massachusetts), John Stolz (Duquesne University), Douglas Zook (Boston University), David Bermudes (California State University-Northridge) y Penelope Boston (New Mexico Institute of Mining and Technology).

Supongo que a todos nos embargaba un sentimiento dual. Por una parte, nos sentíamos felices de participar en aquel homenaje en el que la Universidad, el Departamento y el laboratorio de Lynn trabajaron durante meses y pusieron toda su dedicación y empeño para que fuese un éxito. Por otra, una gran tristeza de asistir por primera vez a un homenaje a Lynn en el que ella no estaría presente. Sin embargo, a lo largo de las sesiones del simposio, su presencia nos acompañó; en las fotos que iban desfilando por la pantalla, en los videos y grabaciones de voz que oíamos.

En el laboratorio de Lynn Margulis, sus colaboradores científicos y la infatigable Celeste, su ayudante desde hacía casi diez años, han estado inventariando sus pertenencias durante los últimos meses: libros, fósiles, láminas, artículos científicos... Separando los objetos personales, el material que era de su propiedad y el que pertenece a la Universidad. Lynn dejó su legado científico personal a su colega y compañero de tantos años Ricardo Guerrero, quien desea darle la máxima difusión y utilidad, poniéndolo al alcance de investigadores e historiadores de la ciencia y quizás exponiendo una parte al público. Es posible que una parte de ese legado vaya al Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, un destino muy adecuado puesto que las ideas de Margulis —y las de James Lovelock— han inspirado la nueva exposición de referencia de este museo de titularidad pública, situado en el edificio Forum (ahora Museu Blau), un espacio que la ciudad condal ha ganado para la cultura. La historia de la Tierra se cuenta en el Museu Blau como un recorrido en el que, tras la aparición de la vida, el planeta ha evolucionado conjuntamente con los seres



La espiroqueta *Spirosymplokos deltaeiberi*, aislada en el Delta del Ebro. Margulis L, Navarrete A y Solé M. 1998 *Internatl Microbiol* 1: 27-34.

vivos, influyéndose mutuamente y en el que la simbiosis ha sido uno de los motores de la evolución biológica.

Al terminar el simposio en memoria de Lynn Margulis, antes de dejar Amherst fuimos a rendirle un último tributo. Nos acercamos hasta Puffers Pond, un estanque en las afueras del pueblo donde Lynn solía ir cada día al amanecer para nadar en sus aguas y donde su familia esparció sus cenizas pocos días después de su muerte. Ahora, quizás moléculas de aquellas cenizas formen parte de alguno de sus queridos protozoos —protocistas, los llamaría Lynn— o de *Pectinatella magnifica*, un briozoo que vive en ese estanque y tiene bacterias simbiotas en su interior; uno de los descubrimientos que Lynn hizo en los últimos años y con el que se entusiasmó, como se entusiasmaba cada vez que descubría o se enteraba de un nuevo ejemplo de simbiosis.

## REFERENCIAS

1. Sapp J (1994) Evolution by association. A history of symbiosis. Oxford Univ. Press, Oxford, pp. 256.
2. Sagan L (1967) On the origin of mitosing cell. *J Theor Biol* 14:225-274, IN1-IN6
3. Guerrero R. (2011) Lynn Margulis (1938-2011), in search of the truth. *Int Microbiol* 14:183-186
4. Margulis L, McMenamin (1990) Kinetosome-centriolar DNA: Significance for endosymbiosis theory. *Treb Soc Cat Biol* 41:5-16.
5. Guerrero R, Pedró-Alió C, Esteve I, Mas J, Chase D, Margulis L (1986) Predatory prokaryotes: Predation and primary consumption evolved in bacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 83:2138-2142.
6. Margulis L (1990) Handbook of Protozoista. Jones and Bartlett Publishers, Boston, 914 pp.
7. Guerrero R, Ashen J, Solé M, Margulis L (1993) *Spirosymplokos deltaeiberi* nov. gen., nov. sp: variable-diameter composite spirochete from microbial mats. *Arch Microbiol* 160:461-470.
8. Margulis L, Navarrete A, Solé M. (1998) Cosmopolitan distribution of the large composite microbial mat spirochete, *Spirosymplokos deltaeiberi*. *Int Microbiol* 1:27-34.
9. To LP, Margulis L, Chase D, Nutting WL (1980) The symbiotic microbial community of the sonoran desert termite: *Pterotermes occidentalis*. *Biosystems* 13:109-137.