

# Lynn Margulis

## «Darwin era lamarckista»<sup>\*</sup>

---



### Entrevista

*por Francesc Mezquita y Antonio Camacho, Departamento de Microbiología y Ecología e Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universitat de València*

Lynn Margulis (Boston, 1938), profesora del Departamento de Geociencias de la Universidad de Massachusetts, con el doctorado *honoris causa* que le acaba de entregar nuestra universidad, ya cuenta con nueve de estas distinciones. Si, además, añadimos los más de cien artículos y más de veinte libros a su lista de producción escrita, podríamos pensar que se trata de una venerable viejecita, jubilada desde hace tiempo... Pero tiene una fuerza y un empuje envidiables, viaja e investiga sin descanso; actualmente, sus líneas de investigación se centran en la teoría endosimbiótica seriada (SET) del origen de las células, en el estudio de los tapices microbianos y en aspectos teóricos de la hipótesis Gaia. Ha profundizado en cuestiones tan clásicas y al mismo

---

<sup>\*</sup> **Procedencia del texto:** © MÈTODE. Universitat de València

---

tiempo tan actuales como la descripción y el origen de la vida,<sup>1</sup> la clasificación general de los seres vivos,<sup>2</sup> el porqué del sexo<sup>3</sup> o la autoorganización del ecosistema planetario.<sup>4</sup> Pero por lo que es más conocida es por la teoría de la endosimbiosis como explicación del origen de la célula eucariota,<sup>5</sup> según la cual podríamos decir que tanto los animales como las plantas, los hongos y los protoctistas<sup>6</sup> hemos surgido todos por evolución a partir de la asociación y la cooperación entre bacterias. Pero Lynn va más allá, y ahora nos propone que esta especie de procesos, llamados simbiogénesis, son el motor principal de la creación de variación en la evolución, más incluso que las mutaciones por azar. Lynn es venerada y estimada por muchos, como maestra y revolucionaria de la ciencia, y rechazada por otros, quizá por su constante actitud provocadora y crítica. Parece querer decirnos que esta provocación es necesaria para promover la discusión y el avance de la ciencia; no en vano, su discurso de investidura llevaba por título: “Las bacterias en el origen de las especies: muerte del paradigma neodarwinista”. Unas pocas horas antes de su investidura como doctora honoris causa por la Universitat de València, nos encontramos con ella en el vestíbulo del hotel

---

<sup>1</sup> Margulis, L. y Sagan, D. ¿Qué es la vida? Tusquets Editores. Barcelona, 1996.

<sup>2</sup> Margulis, L. y Schwartz, K. V. Cinco reinos. Guía ilustrada de los phyla de la vida en la Tierra. Ed. Labor. Barcelona, 1985.

<sup>3</sup> Margulis, L., y Sagan, D. Què és el sexe? Ed. Enciclopèdia Catalana. Barcelona, 1999.

<sup>4</sup> Lovelock, J. E. y Margulis, L. “Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis”. *Tellus*, 26:2 (1973).

<sup>5</sup> Las células eucariotas, que son las que presentan los animales, las plantas, los hongos y los protoctistas, se distinguen de las células procariotas de las bacterias en que tienen un núcleo envuelto de una membrana, además de presentar otros orgánulos con membrana, como mitocondrias o plastos, en el citoplasma celular.

<sup>6</sup> protoctistas son microorganismos eucariotas.

donde se aloja. En cuanto nos presentan, nos coge del brazo con decisión y nos invita (¡casi nos arrastra!) a tomar un café y a sentarnos con ella mientras desayuna.

—*¿Cuándo empezó a conectar con España y a trabajar con la gente de Barcelona?*

—La verdad es que la idea de venir se originó en México, cuando tenía dieciséis años y colaboraba con la Universidad de la Baja California. Después, ya empezamos a trabajar juntos con tapices microbianos hacia el setenta y siete. El caso es que mis colegas mejicanos siempre me decían: “Para entender México tienes que ver la madre patria.” Entonces fue cuando me invitó Joan Oró —que estaba en la ISSOL (*International Society for the Study of the Origin of Life*)— a venir a dar un curso en la Universitat de Barcelona. Eso fue después de venir a una reunión de la ISSOL en el año setenta y tres.

—*La primera vez que vino a Valencia, fue invitada a un congreso de microbiología, organizado por el Departamento de Microbiología y Ecología de la Universitat de València, en el año 1985, ¿es correcto?*

—Sí, vine con Glick, un profesor de la Boston University (donde trabajé durante 25 años), que escribió un libro sobre científicos valencianos. Vive muy cerca de nosotros, en Massachusetts, y tiene una casa aquí, en Valencia. Vine entonces, di una conferencia, y fuimos juntos de Valencia hasta Barcelona. Recuerdo que me dijo que España había cambiado su vida. Pero no le he visto desde hace muchos años.

—*Ayer, en las jornadas de su homenaje, el profesor de la UNAM Antonio Lazcano comentó una lista de sus trabajos más relevantes: la definición de la vida, la relación de la biosfera con su entorno —lo que enlaza con la Gaia—, la clasificación de*

*los seres vivos en cinco reinos o dominios, los procesos de especiación (y la simbiogénesis en particular) y, finalmente, la endosimbiosis como el origen de la célula eucariota. También quedó claro en la mesa redonda la importancia de su faceta como divulgadora y como maestra de muchos científicos más, que se reconocen como discípulos suyos. ¿Cuál de estos aspectos le ha dado una mayor satisfacción o considera más importante?*

—Empecé como genetista, porque pensé que para entender la evolución quizá era mejor aprender antes algo de genética (ahora no, ahora la genética, en la práctica, sólo tiene que ver con las personas y no con lo que debería...). El caso es que empecé con la genética mendeliana, como todo el mundo, y me di cuenta, gracias a los buenos profesores que tenía, que había genes citoplasmáticos. Entonces comencé a darme cuenta de que eso no encajaba con la idea del neodarwinismo. A principios del siglo pasado se publicó un libro muy importante que llevaba por título *The cell in development and heredity*, escrito por un sabio llamado Edmund B. Webs. En este libro había algo sobre herencia citoplasmática y sobre la idea que daban los alemanes y los rusos según la cual la base de esto eran organismos simbiotes. Mi profesor Hans Ris, de origen suizo y que debe de tener ahora unos 85 u 86 años, me enseñó este libro. Y ya lo he leído tantas veces que lo he hecho polvo. En el momento que me doy cuenta que no son genes desnudos, sino organismos o bacterias dentro de la célula, esto se me presenta como un nuevo mundo abierto a la investigación. Entonces pensé que debía saber algo más de las bacterias, porque yo no las había estudiado nunca; la gente de genética no hablaba nunca de las bacterias. Las bacterias pertenecían a la medicina, o a las ciencias de los alimentos; estaban consideradas como algo práctico, como la parte más poco intelectual de la biología. Bien, ahora menos, pero la microbiología es algo que surgió de la medicina, de la salud pública y del procesamiento de alimentos, no tenía nada que ver con la evolución

o la historia de la vida, con nada intelectual. Así que tuve que aprender alguna cosa sobre las bacterias, pero eso fue después de tener un doctorado en genética. Siempre he tenido interés por las plantas, por la fotosíntesis y por aquellos puntitos verdes, las cianobacterias. Mi profesor Hans Ris me dijo una cosa fascinante... Él había estudiado mucho la cromatina, la forma de los cromosomas, el DNA en bacterias, en animales y en plantas, y él es quien descubrió que la cantidad de DNA en la célula haploide es la mitad de la cantidad en la célula diploide. Esto es trivial para nosotros, pero no lo era entonces, era muy importante, porque no hay proteínas ni otra cosa que se comporte así, teniendo el doble de cantidad... Ris también había estudiado mucho la forma de la cromatina (que realmente no es cromatina) en cianobacterias, y se había dado cuenta, como otra gente, de que las cianobacterias no son algas sino bacterias. Bien, entonces un día, cuando estaba en la sala de revelado estudiando una lámina de avena, vio, revelando la película, la forma de ácido nucleico en el plasto y se dijo a sí mismo: “seguro que comienza con una cianobacteria, porque ¡la forma del DNA es exactamente igual!” Y entonces ¡se dio cuenta de la estructura al revelar la película! Esto es algo que comentamos, y en una ocasión me dijo: “un día es posible que lo podamos demostrar, pero ahora no podemos hacer nada”. Pero en el momento en que se sabe que estos genes son de origen bacteriano se te abren las puertas a otro mundo. Entonces comienzas a estudiar bacterias y te preguntas ¿qué bacterias? Y a partir de ahí tienes que relacionar la biología celular y la genética con la historia de las bacterias, etc.

—*Ayer, durante la conferencia, dijo unas cuantas veces: “Soy darwinista, pero no neodarwinista” ¿Cuál es el problema del neodarwinismo, según su opinión?*

—Lo que veo muy claro es que Darwin tenía una idea de cambio, hablaba de herencia, bien, de descendencia con modifica-

ciones o alguna cosa parecida, de gradualismo, etc. Pero se refería a cambios graduales en las especies a través del tiempo. Por otro lado, para Mendel, que era un sacerdote, muy buen amigo del papa y muy religioso, las especies eran muy claras y no habían cambiado nada. Con sus estudios sobre los genes que codificaban el color blanco, rojo o rosa, vio que los cruzabas y daba otra vez los mismos colores. Es sólo una mezcla, no pierdes nada, no hay cambio; solamente es una mezcla que vuelve al mismo sitio en el que estaba. Por tanto, para él no había cambios en la evolución. Para reunir las ideas de cambios regulares de Darwin y las de ningún cambio según Mendel, algunos ingleses, inteligentísimos, y que sabían algo de álgebra, tenían una explicación completa: que había mutaciones (cambios al azar), emigración, inmigración... Bien, una serie de cosas, pero siempre de animales, siempre de poblaciones diploides, y con una matemática que para mí era pseudomatemática, porque no describe nada: fitness<sup>7</sup> no describe nada; sí, claro que todos tienen descendientes pero eso no tiene demasiado sentido. Así pues, este grupo de investigadores tenía un cuerpo cerrado de ideas neodarwinistas, que no tenían nada que ver con Darwin, porque Darwin era muy lamarckista, es decir, pensaba en la pangénesis, una teoría de la herencia que permitía que la herencia pudiera verse influida por el ambiente y cambiar en sólo una generación. Él tenía la misma idea que Lamarck, pero siempre decía que no estaba seguro. Por otro lado, el grupo de investigadores neodarwinistas que he comentado, donde se incluyen Fischer, Haldane y Sewall Wright, entre otros, tenían un corpus de literatura cerrado, como una religión. Y eso, de esta manera, es muy anglófono, porque los franceses desde el principio estaban en contra.

---

<sup>7</sup> Eficacia genética, contribución genética de un individuo a las generaciones futuras a través de sus descendientes.

Pero, claro, los ingleses y norteamericanos no leen francés ni ningún otro idioma.

—*Y todavía menos ruso.*

—Sí, todavía peor. La simbiogénesis es cosa de rusos, y también de americanos, pero siempre de gente que estaba marginada. Era imposible, y todavía más con la biología molecular y la microbiología, explicar en términos abstractos lo que pasa a lo largo de la evolución. Y cuando se conocen muy bien un tipo de organismos, ¿qué tienen que ver las mutaciones con el azar? Es muy interesante, pero no tienen que ver con nada en concreto. Los estudiantes, si yo les pregunto cómo se pasa de una especie a otra, siempre me dicen: por acumulación de mutaciones. He leído mucho de mutaciones, y la cosa siempre va a peor, no provoca especiación ni nada. El caso es que no supone una respuesta satisfactoria, nunca lo ha sido. Yo tuve clases de genética de poblaciones con un buen profesor, y durante todo el semestre fue una cosa abstracta, con ecuaciones. Y como resultado final, dos clases de datos de ejemplo y treinta clases de teoría, y los datos no tenían nada que ver con la teoría. Por tanto, para mí no fue nada satisfactorio. De esta manera, cuando empecé con la microbiología y vi la capacidad de los microbios y todo lo que podían llegar a hacer por el hecho de estar dentro de otros organismos, pensé que eso era muy importante. Por ejemplo, hay un paramecio que decían que tenía genes “asesinos”. Quince años después se dieron cuenta de que estos genes citoplasmáticos eran bacterias que contenían virus, que producen una toxina, y cambian el comportamiento del paramecio. El investigador principal de esta línea de investigación estaba en contra de esta idea, casi hasta la muerte, pero no podía ser de otra manera, ya que su estudiante demostró que se podía destruir la célula del paramecio que tiene esta característica genética que le hace matar otros paramecios, y pueden salir bacterias con virus. Y con mucho

trabajo se pueden hacer crecer estas bacterias. Era entonces imposible negar la prueba que mostraba que no eran genes desnudos, sino genes de bacterias. Entonces, hoy —¿sabes qué es el Bergey's Manual? Es un libro enorme de la lista de bacterias que existen— este asesino de paramecios se denomina Caedibacter, y hay muchos que son simbioses en diferentes ciliados u otros animales, y se parecen a los micoplasmas <sup>8</sup> intracelulares ¡Y de esta forma ya está resuelto totalmente el problema! Por tanto, si puedes resolver un caso muy conocido como éste, te das cuenta de que eso suele ser la solución. Y no tiene nada que ver con acumulación de mutaciones, una cosa muy abstracta...

—¿Dónde ponemos el límite, entonces, cuando hablamos de organismos simbioses y queremos establecer si es una especie en conjunto o dos por separado?

—¿Sabes qué se hace, en la práctica? Seguir lo que dicen los taxónomos. Es fascinante... Por ejemplo: si los taxónomos dicen que hay tres especies, pues muy bien. Eso es lo que hago ¿sabes? No me invento ninguna especie. Por ejemplo, tenemos *Convoluta*, que es un ejemplo magnífico. Es un platelminto marino, del que hay, al menos, tres especies: *C. roscoffensis*, que es totalmente verde y que puede hacer la fotosíntesis, porque tiene algas verdes del género *Platymonas* en todas sus células; *C. paradoxa*, que tiene diatomeas y es de color pardo; y *C. convoluta*, que es más transparente y heterótrofo y no tiene simbioses. Así que tenemos un género y tres organismos diferentes, y claramente tiene que ver con la simbiogénesis. Otro ejemplo magnífico es *Eubostrichus*, que es un nematodo con quetas (una especie de pelos en la superficie), que en unas especies son cortas, en otras largas, y en otras forman haces, etc. Y eso es la manera de distinguir una especie de *Eubostrichus* de otras. ¿Y qué son estas

---

<sup>8</sup> Los micoplasmas son bacterias sin pared celular.



quetas? Pues resulta que son bacterias en forma de espagueti, son bacterias cortas como bastoncitos... ¡Es absolutamente evidente! Por tanto, el nematodo recibe un nombre específico u otro porque la gente no lo sabía. De esta manera, dependo de los zoólogos o botánicos para los nombres, y busco correlaciones con simbiogénesis, como ya he dicho.

—*Otro ejemplo es el que nos ponía ayer Andrés Moya en su conferencia sobre bacterias endosimbiontes de afídidos. Si eso es una simbiosis obligada, que se calcula en más de 150 millones de años de antigüedad, quizá sería necesario considerarlo como una especie en conjunto. Y se continúa hablando de dos especies, aunque podríamos decir que la bacteria es casi un órgano funcional del afídido.*

—Es un orgánulo, efectivamente. Y además, en el caso de estos “tejidos bacterianos”, la célula del insecto hospeda a unas 2.000 bacterias. De estas células se ha hablado desde siempre como de un tejido, sin saber qué era. Y con los microscopios se han dado cuenta que son bacterias que viven dentro de las células. Esto es fundamental en la literatura de la simbiogénesis. Todo viene a partir de un libro de Buchner (de aquí viene el género bacteriano Buchnera), que era de origen alemán. El libro se llama Simbiosis de animales con microorganismos parecidos a vegetales, lo que quería decir realmente simbiosis entre insectos y bacterias, lo que pasa es que en aquella época todo eran o plantas o animales. Es un libro lleno de ejemplos. Estaba escrito en los años 50, pero lo publicaron en inglés hacia el 65. En este libro, Buchner, que era muy buen profesor —de hecho Ernst Mayr me dijo que fue profesor suyo durante una época en el Norte de Alemania— decía: “No necesitamos estas ideas de mitocondrias y plastos como orgánulos de origen endosimbótico. No necesitamos estas ideas tan especulativas, porque tenemos tantos ejemplos, y tan buenos, de simbiogénesis (o de simbiosis) que podemos estudiar

hechos fijos con muchas pruebas.” Es muy gracioso, porque rechaza eso como una especulación.

—*¿Y dónde ponemos los virus? En la primera edición de los Cinco reinos<sup>9</sup> no están presentes en ningún sitio, en el dibujo de la mano que aparece en la portada.*

—No, claro que no. No están porque son partes o fragmentos de los otros cinco reinos. No son para nada autopoyéticos.

—*Con esta respuesta ya nos introduce en un tema central de la biología: ¿Qué es la vida? Usted dice que es una gran trampa lingüística, en un libro suyo que justamente tituló así.<sup>10</sup>*

—Sí, nosotros decimos que se utiliza como si fuera un nombre, y sería más adecuado considerarlo como un verbo.

—*¿Podría darnos una definición de vida, de todas maneras?*

—Sí, veamos... Se puede decir que es un sistema de materia que puede escoger, que tiene identidad. ¿Y por qué tiene identidad? Porque tiene membrana, siempre tiene una membrana que define el objeto respecto del medio en el que se encuentra. Es un sistema siempre activo, con un gran intercambio de componentes y, además, hay un flujo de materia y energía de manera que puede automantenerse. Aquí está la diferencia; un virus se comporta como un ser vivo si está dentro de una célula, pero por él mismo, solo, se comporta como si fuera un granito de sal.

—*Pero, además de automantenerse, también tiene que reproducirse para ser un ser vivo ¿no?*

—No, eso viene después. Me parece que muchos seres vivos no pueden reproducirse, aunque sean seres vivos. Cualquier perso-

---

<sup>9</sup> Véase la nota 2.

<sup>10</sup> Véase la nota 1.

na, por sí misma, sola, no puede reproducirse. Por ejemplo, una viejecita como yo ya no puede reproducirse. Creo que este énfasis en la reproducción está sobredimensionado. La vida precede a la reproducción. Hay moléculas de DNA que pueden reproducirse y no tienen nada de vida. La vida es mucho más que eso. Para mí, la vida mínima es la célula. Porque no hay nada menos complejo que una célula que pueda automantenerse. Y en el momento que se automantiene, muchos organismos continúan con la reproducción, pero no es obligatorio para estar vivo.

—*También queremos preguntarle, ya que ha trabajado con la NASA en proyectos de búsqueda de vida en el espacio (aunque indirectamente) y conoce bien este tema: ¿piensa que es interesante buscar vida en el espacio o, al contrario, que es una pérdida de tiempo y dinero? ¿No sería mejor que nos concentráramos más en lo que tenemos aquí?*

—Bien, creo que los dos campos son importantes. Sin duda, si alguien encuentra vida fuera de la Tierra tendremos dos ejemplos, porque ahora sólo tenemos uno, toda la vida que conocemos está en la Tierra.

—*Pero ¿piensa que es posible que exista vida fuera de la Tierra?*

—Sí, sí, sí. Pero en este momento no tenemos datos suficientes. Y sobre lo que han dicho ahora hace poco de este meteorito de Marte, un buen amigo y colega me dijo: “reconozco inmediatamente lo que son estas nanobacterias, porque no son bacterias de ninguna clase, son partículas de carbonato y minerales” y él es el experto en esto.

—*En sus libros dice que hay una conexión entre el sexo y la muerte programada. Parece una visión muy apocalíptica ¿no? ¿Es necesaria la muerte para que pueda haber sexo?*

—No, porque, fíjate, hablamos del sexo meiótico, que implica fertilización, pero también hay una sexualidad transgénica bacteriana por transferencia de genes, y la hipersexualidad por simbiogénesis celular. Entonces, en cualquier tipo de sexo de eucariotas tenemos dos seres vivos, dos células, dos gametos, que se fusionan. Como consecuencia tienes la fusión de dos núcleos, con dos juegos de mitocondrias, de membranas y de todos los otros componentes de la célula. Entonces, la meiosis sirve para eliminar el problema de tener el doble de cosas en la célula resultante de la fusión. Y se debe programar la muerte de todo el resto. Desde el principio se tuvo que programar esta muerte. Pero las cianobacterias y otras bacterias ya tienen muerte programada, ya apareció en los procariotas. Pero con el origen del sexo meiótico de eucariotas aparece la muerte programada de una manera regular. Porque la sexualidad de eucariotas puede estar ligada a las estaciones del año. Por ejemplo, muchos protoctistas, cuando falta el nitrógeno, cuando comienza a secarse el medio o en condiciones adversas parecidas, inician un ciclo sexual y se forman otros individuos que producen nuevas formas de resistencia, como por ejemplo, huevos que aguanten la desecación.

—Según la hipótesis Gaia, desarrollada principalmente por James E. Lovelock, pero en la que usted también ha participado, se considera la biosfera, el ecosistema planetario, como una entidad que se autorregula controlando el medio físico y químico. Esta hipótesis ha tenido una enorme repercusión mediática y ha sufrido muchos cambios; incluso existen los que dicen que hay que “salvar la Tierra” porque las agresiones del hombre destruirán la vida. ¿Cómo cree que responde Gaia a estas agresiones?

—De ninguna manera se extinguirá la vida, muchos organismos se acomodarán, pero lo que sí que será más fácil es que se extinga la especie humana, si no se pone remedio.

—*Ya hemos comentado que usted se considera darwinista pero no neodarwinista. Actualmente se da lo que se ha denominado “guerras de Darwin”<sup>11</sup> entre diferentes grupos de pensadores sobre la evolución, por ejemplo, de un lado los darwinistas como Dawkins, Dennett o Wilson y del otro Gould, Rose o Lewontin. Parece que usted se decanta más por este último grupo, o bien al contrario; que ellos se basan en sus investigaciones (de hecho la citan en sus libros) para defender sus argumentos. ¿Cree que la investigación en evolución se ve muy afectada por esta bipolaridad? Y más concretamente, ¿no piensa que las diferentes tendencias o ideas evolucionistas están afectadas por pensamientos políticos, morales o religiosos de los investigadores?*

—Bien, me parece que la idea más importante es que toda esta gente tiene ideas en común, ideas de crecimiento de población, de la tendencia a la supervivencia de unos y no de otros, es decir, selección natural, etc. Están de acuerdo en muchas cosas pero no en el origen de las variaciones hereditarias, ese es el problema más grave que presentan todos. Y me parece que ninguno de ellos tiene razón porque no tienen idea de la importancia de los microorganismos. Bien, ahora comienzan a conocerlos, algunos... Y está claro que sí, que todos nosotros estamos influidos por nuestras ideas políticas. Pero me parece que desde una perspectiva más global todas estas personalidades son casi iguales en sus ideas. Cuando comparamos estos dos grupos de pensadores con toda la gente que es contraevolucionista, que no

---

<sup>11</sup> Brown, A. *The Darwin wars. How stupid genes became selfish gods.* Simon & Schuster. Londres, 1999.

sabe nada de la evolución, entonces tenemos que las diferencias entre los dos grupos de investigadores mencionados son como entre valencianos y catalanes de Barcelona. Es decir, hablan el mismo idioma, aunque haya pequeñas diferencias, y la gente que está en contra puede aumentar o magnificar las diferencias. Pero yo los conozco a todos y pienso que tanto Dennett como Dawkins y los otros tienen muchas cosas que decir. Lo que pasa es que, por ejemplo, Dawkins habla en sus escritos de una gente que está contra la evolución, o bien de gente religiosa, que casi no existe; me parece que está en contra de una cosa en su imaginación, porque yo conozco gente religiosa que no se comporta como él describe. Es decir, creo que es extremado en su manera de escribir, y por eso a mucha gente le gusta leerlo, porque resulta muy interesante. Pero, al fin y al cabo, desde el punto de vista más amplio de la gente normal, todos estos pensadores son casi iguales. ■

ωα

M<sub>e</sub>T<sup>+</sup>dE