

# Microbiología positiva

## Es hora de cambiar el paso

Juan José Marcén Letosa

Médico especialista en Microbiología Clínica

### RESUMEN:

Los descubrimientos de Pasteur y Koch significaron un gran paso para la Medicina Científica. La popularidad de este punto de vista no se debe solamente a los beneficios sanitarios, sino también a las ancestrales imágenes de luchas contra los demonios de la enfermedad. El mundo microbiano genera emociones negativas para la mayor parte de la gente. La inoculación de "la maldición sobre los microbios" tiene lugar en la infancia y contagia al lenguaje corriente, la literatura, la prensa, el cine y la televisión. En el siglo XX, los trabajos de Fleck, Dubos y Margulis presentan un enfoque más optimista sobre el mundo microbiano. Este es el primer artículo de esta sección con intención de mostrar los aspectos más novedosos y positivos de nuestras relaciones con los microbios. Nuestro reto es alcanzar un cambio de mentalidad: la vida en la Tierra es, básicamente, microbiana y la salud supone una delicada y maravillosa interacción con nuestros propios microbios; sólo así se pueden comprender muchos aspectos de la *Vis Naturae Medicatrix*. ¡Es tiempo de cambiar de paso!

**Palabras clave:** Medicina naturista, microbiología positiva, bacteria, microbios, infección, microorganismos, Fleck, Dubos, Margulis.

## Positive microbiology

### ABSTRACT:

*Pasteur and Koch discoveries meant a big step to the Scientific Medicine. This viewpoint is popular not only because of its sanitary advantages, but also because of the ancestral images fighting against the disease demons. Microbial world gives rise to negative emotions for many people. Inoculation of "curse upon microbes" occur in childhood, and contaminates normal language, literature, newspapers, films and television. In the twentieth century the works of Fleck, Dubos and Margulis exhibit a more optimistic position about the microbial world. This is the first article of a section that aim showing news and positive aspects about our relations with microbes. Our challenge is to achieve a new understanding: Earth's life is essentially microbial and Health means a delicate and wonderfully interaction with our own microbes; only by this means it is possible to explain many aspects of the *Vis Natura Medicatrix*. It is time for a change!*

**Key words:** Natural medicine, positive microbiology, bacterium, microbes, infection, organisms, Fleck, Dubos, Margulis.

**E**l concepto de *Enfermedad Infecciosa*... está basado en las nociones del organismo [humano] como una unidad cerrada en sí misma, y del agente [microbiano] como un enemigo invasor... Surge así una lucha que constituye la esencia de la enfermedad... empapada de imágenes primitivas de lucha, originadas a partir del **viejo mito de los demonios** de la enfermedad que asaltan al hombre. El demonio se transformó en agente causal y se mantuvo la lucha y la consiguiente victoria o derrota de la "causa" de la enfermedad. Esto se enseña todavía hoy.

Estas palabras se escribieron en 1935<sup>1</sup>. Su olvido autor, Ludwik Fleck (1896-1961), se sorprendería hoy

día al comprobar que este concepto tan simplista e irracional sobre las enfermedades infecciosas, no sólo se sigue enseñando, sino que ha impregnado profundamente a toda la sociedad humana.

Es indudable que la "demonización" de los microbios supuso, en los comienzos de la *era pasteuriana*<sup>2</sup>, un importante impulso y orientación a las investigaciones sobre las enfermedades infecciosas. Estas investigaciones han generado innumerables beneficios sanitarios: reducción en tasas de mortalidad, alivio de morbilidad, mejora en el control de las epidemias infecciosas, incremento de los conocimientos y recursos inmunológicos...

Desde hace más de medio siglo ya no tiene sentido ver a los microbios como demonios: la mayoría de las enfermedades infecciosas no se pueden explicar culpando solamente al “microbio criminal”; la Microbiología se ha desarrollado mucho más allá de los límites de los microbios patógenos, descubriendo *microcosmos*\* de extraordinaria complejidad en todos los rincones de la *Biosfera*\*; son muy numerosos los estudios sobre los efectos beneficiosos y saludables de la flora o *microbiota*\* habitual...

En algunos círculos de conocimiento, hace tiempo que adoptaron un enfoque más “positivo” sobre los microbios. Pero en la mayoría de la población, incluyendo a muchos sanitarios, persisten dominantes las imágenes más “negativas” sobre los seres invisibles a simple vista.

Este artículo es el primero de una serie que se propone criticar las creencias dominantes sobre los demonios de la enfermedad, destacando las facetas positivas, los beneficios y la maravillosa biología de los microbios. Quizás se precise una defensa entusiasta a favor de los microorganismos para compensar el mal influjo social de los viejos supuestos sobre la salud y la enfermedad. Es hora de avanzar con el otro pie, pues el paso que dieron Pasteur, Koch y sus discípulos ya no se puede alargar más.

## PERO, ¡QUÉ MALOS SON LOS MICROBIOS!

En 1674, Leeuwenhoek pudo ver por primera vez a los microbios, gracias a su rudimentario microscopio. Durante dos siglos, las numerosas investigaciones sobre el mundo microbiano no llegaron al gran público. Cuando Pasteur y Koch demostraron la implicación de algunos microbios en las enfermedades infecciosas, el sentir popular condenó a todo el mundo microbiano, que se creía recién descubierto; los odios y terrores acumulados en las crueles pestes y epidemias impregnaron los nuevos conocimientos con vengativas emociones. Por un lado, el racionalismo emergente introdujo luz en el conocimiento del mundo y aumentó a las supersticiones religiosas; por otro lado, la divulgación de la ciencia microbiológica tomó el testigo de las viejas creencias en los demonios del submundo (microscópico).

Aunque los especialistas pudieran conocer que la mayoría de los microbios no parecían producir ninguna enfermedad, la presión científica y popular por descubrir nuevos “asesinos” microbianos redujeron el desarrollo de la microbiología hasta los límites de lo patológico. Los



*Pero, ¡qué malos son los microbios!*

primeros libros dirigidos al público no especializado propagaron esta visión morbosa, criminológica de los microbios.

## DOCTRINAS PARA JÓVENES

Hacia 1905, en la obra infantil *Narraciones Científicas*<sup>3</sup> podemos leer en el capítulo *La guerra en Lilliput* que un médico muy sabio le había contado al niño que *todo el reino de lo pequeñísimo, de lo invisible, todo un Lilliput le había declarado la guerra... le hizo aplicar la vista al ocular del microscopio, y le fue enseñando los microbios de la putrefacción, del cólera, de la tuberculosis, de la peste. ¡Qué terribles le parecieron!* Al niño, espantado, le parecieron muchos para poder defenderse. El médico le dio un libro por toda contestación. *En cuanto llegó a su casa abrió febrilmente el libro. En la primera página y en letras muy gordas, decía: HIGIENE.* La moraleja de esta historia puede escusar la injusta condena contra *todo el reino de lo pequeñísimo...*

Pero ya no tiene excusa que a finales del siglo XX, cuando los hábitos de limpieza personal han dejado de ser una cuestión solamente higiénica, se sigan presentando a todos los microbios como pequeños monstruos brutales. Así, en el primer título de una colección juvenil titulada *Esa horrible Ciencia* (y tanto!), editada en 1997, podemos leer que la mayor parte del tiempo hay una guerra en el interior del cuerpo<sup>4</sup>: *Hay miles de tipos distintos de gérmenes, pero se concentran en dos grupos principales. Las brutales bacterias y los diabólicos virus. Todos son pequeños monstruos...* A continuación se describen las “aterradoras” formas de los microbios: *Existen en una variedad siniestra de tamaños y formas. Algunos parecen pulpos, otras son como salchichas y otras tienen colas que les permite nadar por todas partes. Los malignos microbios acechan por todas partes...*

*en las partes sombreadas del jardín viven cosas horrosas y en los rincones de tu escuela acechan cosas oscuras e invisibles preparadas para el ataque... ¿Cómo se explica que no estemos muertos? Porque... a las bacterias no siempre les salen las cosas bien... a veces los invaden unos virus en forma de látigos pequeños y enferman mortalmente ¡Lo tienen bien merecido! Por fortuna, se menciona que el cuerpo tiene sus propias defensas contra los gérmenes, sin que incluya a nuestros propios microbios entre ellas.*

En ocasiones, la falsa epopeya de los humanos contra los microbios adquiere matices artísticos, tanto desde el punto de vista literario como plástico. Así sucede en el bello *comic* de Fernando Fernández que lleva un título asociado profundamente al sentir popular sobre los microbios: *Los invasores del cuerpo humano* (Ed. AFHA). En esta obra de 1977 se presentan las aventuras del capitán Leo (un valiente leucocito), luchando contra la invasión de una horda de monstruosos microbios que infectan la reciente herida de un niño llamado Héctor (¿cómo el héroe troyano?). A través de vistosas y atractivas viñetas se presentan a los hematíes, linfocitos, neuronas... En la guerra contra “los invasores”, las épicas luchas cuerpo a cuerpo se mezclan con las descargas de anticuerpos. En el último momento, son los antibióticos los que dan la victoria a “nuestros héroes”... *el furor se reflejaba en los rostros de los leucocitos. Mientras el capitán Leo dispara su fusil blanco contra los peludos microbios ¡Tomad asesinos de células indefensas! ¡Vengaremos a nuestros hermanos hematíes!* Al final las escenas pasan al mundo de los humanos, y es el niño convaleciente quien lee el libro que comentamos. *Héctor comprendió al fin la verdadera importancia de un buen libro y las enseñanzas que nos puede aportar.* Es una pena que, una vez más, todo el trabajo, arte y voluntad de enseñar no tengan en cuenta la realidad plural del mundo microbiano, ni a nuestros “ejércitos” microbianos aliados.

Por fortuna existen algunas experiencias educativas más racionales, como el Proyecto Microcosmos, desarrollado en la Universidad de Boston (Massachusetts, EEUU), del que se han realizado talleres en Barcelona<sup>5</sup>, y las actividades educativas que realizamos en el Instituto Municipal de Salud Pública de Zaragoza<sup>6</sup>.

## LA MALDICIÓN MICROBIANA EN LA VIDA CORRIENTE DEL SIGLO XX

Estoy convencido de que a las generaciones futuras les costará entender que en un siglo de luz y de ciencia,

el “malditismo microbiano” haya tenido tantos adeptos y haya impregnado tantos aspectos de la cultura popular. A lo largo del siglo XX se han acumulado numerosos documentos que hablan de estas creencias “medievales”. La futura Antropología podrá seguir el rastro de estas creencias en las películas y los anuncios televisivos, en las novelas y los periódicos, hasta en los diccionarios...

## MICROBIOS EN EL LENGUAJE CORRIENTE

Los diccionarios reflejan veladamente las creencias asociadas al lenguaje, así los microbios se asocian particularmente a enfermedad en el María Moliner<sup>7</sup>, *Microbio: Nombre aplicado a los seres monocelulares... solamente visibles al microscopio; particularmente, a los que producen enfermedades.* En otro diccionario<sup>8</sup> podemos leer una conocida acepción familiar: *Microbio: Microorganismo... chaval pequeño, enano.* Precisamente esta última palabra, enano, posee un matiz insultante. En el lenguaje vulgar, cuando se le llama “microbio” a una persona, se emplea como un insulto asimilable a “enano peligroso”.

## MICROBIOS EN LITERATURA Y PRENSA

Los novelistas han transformado epidemias reales en fantasías exageradas en las que los microbios acechan y atacan indiscriminadamente a la población indefensa, hasta que un truco final, por lo general simplista, resuelve con pasmoso éxito la tragedia colectiva. En el curso de la novela pueden aparecer conflictos entre científicos (David contra Goliat), que se resuelven en el más puro “estilo Hollivood”. No suelen plantearse las limitaciones globales de la ciencia, ni la acción perniciosa de las modernas tecnologías, ni la protección de los hábitos saludables...

Los periódicos y revistas suelen abusar del morbo asociado a los microbios. Las noticias sobre las epidemias ignoran a los no afectados y se asocian con viñetas en clave de humor en que las salmonellas y los virus aparecen como pequeños monstruos provistos de intencionalidad. A partir de los últimos conflictos en el Golfo Pérsico, varias revistas publicaron extensos artículos sobre las Guerras Biológicas<sup>9,10</sup>. Si se quiere justificar el ataque a cualquier estado resulta fácil acusarle de tener armas microbiológicas: basta con hablar de la toxicidad



*El Árbol de la Vida microbiana. Pintura del autor realizada con Serratia rubidea, Pseudomonas fluorescens y Micrococcus lutens.*

de la toxina botulínica, y de la sencilla reproducción de las bacterias patógenas al alcance de cualquier pequeño laboratorio. Una vez se destapa la caja de los malditos microbios, es cuestión de poner sangre y pus en las imágenes y de no mencionar las dificultades de los contagios ni los grandes desequilibrios de fuerzas. Mientras tanto, se pasan por alto los más graves y persistentes efectos de las armas químicas y la permanente amenaza de las armas nucleares.

Las descripciones anteriores indican creencias más propias de la literatura fantástica. Como sucede con los libros épicos, sobre un escaso o remoto fondo de realidad, se inventa una imaginativa, compleja y extensa cobertura que atrapa y divierte a los lectores. Los autores y los cuentistas emplean trucos que no suelen fallar: la lucha entre los "buenos" y los "malos", la intervención de seres celestiales, infernales o extraterrestres, el amor y el odio, la amistad, la lealtad y la traición... Al final, es posible que se sugiera una moraleja, es posible que se alimenten miedos o valores importantes para el sistema dominante.

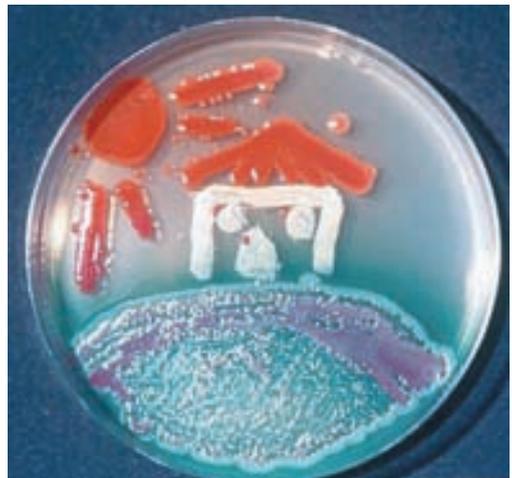
Por fortuna, de vez en cuando aparecen artículos menos sensacionalistas, más respetuosos con la realidad, como el publicado por la revista GEO, titulado *El rostro bueno de las bacterias*<sup>11</sup>.

## MICROBIOS EN EL CINE Y LA TELEVISIÓN

Las películas de cine comercial son un fiel reflejo de las creencias culturales y de las estructuras sociales

dominantes. Suelen tener éxito las adaptaciones cinematográficas de las novelas sobre epidemias catastróficas. En ocasiones se limitan a resaltar los aspectos técnicos y científicos, como en *La amenaza de Andrómeda*, cuando un microbio venido del espacio desencadena una grave epidemia, resuelta con la simple aplicación de oxígeno; en otros casos el terror al contagio crea graves conflictos morales, como en *El Puente de Casandra*, donde un tren entero, con personas contagiadas por un microbio secreto "escapado" de una fábrica militar, es conducido hacia un viejo puente que se hunde bajo el peso de los vagones.

Los anuncios televisivos muestran a los microbios como tigres monstruosos acechando en nuestras gargantas, y recomiendan medicamentos para dejar nuestra boca, aparentemente, estéril. Pero lo peor, lo más reciente es lo que Stuart B. Levy ha bautizado como *La moda antibacteriana*: desde los Estados Unidos nos asaltan los anuncios que condenan a los microbios domésticos, como si nuestras cocinas fueran quirófanos de alto aislamiento, y nuestras vajillas fueran instrumentos quirúrgicos. Las bacterias son la excusa para un marketing agresivo teñido de falso cientifismo y con la aureola de lo saludable. Son anuncios en prensa y televisión que incluso se atreven a introducir figuras de microscopios y avales de prestigio, como la campaña de un lavavajillas<sup>12</sup> con agentes antibacterianos que... *ha sido diseñado y probado pensando en su bienestar y el de su familia*, y del que se asegura que *su eficacia antibacteriana ha sido probada por el Institut Pasteur*. En un



*Bacterias utilitarias, en el campo y en nuestra vivienda (o casa).*

estilo que recuerda a los charlatanes de feria, se alaba el prestigio científico de dicho instituto, con lo que podemos estar de acuerdo, sin explicar la necesidad de tamaña desinfección en nuestras viviendas. Lo más peligroso no es el abuso y utilización de imágenes bacterianas negativas, sino que se oculten los desinfectantes empleados, su posible toxicidad y, sobre todo, la selección de bacterias multi-resistentes. En palabras de Levy<sup>13</sup>, presidente electo de la Sociedad americana de Microbiología, *no es inconcebible que con nuestro abuso de los antibióticos y los antibacterianos hagamos de nuestras casas paraísos para inerradicables bacterias causantes de enfermedad, como ya los son nuestros hospitales.*

## MIRADAS POSITIVAS AL MUNDO MICROBIANO

Toda la literatura infernal sobre los microbios no aguanta una mínima crítica racional: si tan malos, tan peligrosos fueran los microbios, hace milenios que nos hubieran destruido, ya que están por todos los sitios, fuera y dentro de nosotros, su número es casi infinito y sus capacidades casi ilimitadas.

Se impone una nueva visión sobre el mundo microbiano, es tiempo de que se alienten otras emociones, más acordes con las verdaderas relaciones entre los *macrobios\** y los *microbios\**. Esta "nueva" visión ya fue propuesta y mantenida por Fleck y Dubos, y se incluye dentro de los planteamientos de Margulis-Sagan.

Hace más de sesenta años que Fleck<sup>1</sup> escribió su opinión sobre el papel de los microbios en nuestra salud *"...el hombre aparece como un complejo, para cuyo desarrollo armonioso son absolutamente necesarias... muchas bacterias, como es el caso de la flora intestinal para el metabolismo y de las bacterias de las mucosas para la función normal..."* Este lúcido médico polaco lanzó una idea clave hacia el futuro: *"...se debe de hablar más bien de una complicada revolución dentro de la unidad compleja de la vida, y no de una invasión de ella... esta idea, que pertenece más al futuro que al presente, no está todavía clara..."*

Treinta años más tarde, Jules Dubos<sup>14</sup>, microbiólogo francés afincado en EEUU, escribía: *"Los animales y los seres humanos han evolucionado en asociación íntima y constante con una microflora y microfauna complejos... Los efectos nocivos de la microbiota indígena se hacen patentes, sobre todo, y tal vez sólo entonces, cuando los animales o los seres humanos son puestos*



*Las bacterias están aquí desde hace más de 3.500 millones de años.*

*en condiciones distintas de aquellas en las cuales se estableció el equilibrio entre esos microbios y su huésped."*

Más recientemente, Margulis y Sagan escriben sobre la relación de los seres humanos con el microcosmos<sup>15</sup>: *"...coexistimos con los microorganismos actuales y albergamos, incluidos en nuestras propias células, restos de otros. Es así como el microcosmos vive en nosotros y nosotros vivimos en él... Formamos parte de una intrincada trama que procede de la original conquista de la tierra por las bacterias."*

A pesar de estas propuestas, a lo largo del siglo XX predominan los viejos terrores microbianos. Por nuestra parte, vamos a expresar nuestra visión positiva sobre los microbios. Para esto es necesario subvertir el orden artificial en el que se presentan y transmiten los conocimientos microbiológicos relacionados con los humanos. De este modo, nuestro discurso no comienza por la época clásica de la Bacteriología, ni ponemos en primer lugar a Pasteur ni a Koch; así como no se estudia la Zoología comenzando por las fieras capaces de matarnos, ni los libros de Botánica se detienen exclusivamente en las plantas venenosas.

## NUESTRO PROYECTO

Nace esta sección de *Microbiología Positiva* con la vocación de revisar los "otros" aspectos del mundo microbiano y de las interacciones macrobios-microbios. Entre las personas que lean *Medicina Naturista* habrá

quienes hayan firmado la paz con los microbios desde hace tiempo y tengan una visión equilibrada sobre su intervención en los procesos de Salud y Enfermedad. Por nuestra parte, ofreceremos informaciones de microbios que inviten a la reflexión sobre Gaia\*, la compleja, equilibrada y maravillosa trama de la Vida en la Tierra; y sobre la capacidad curativa de la Naturaleza.

En sucesivos artículos hablaremos de Biología Microbiana, Ecología Microbiana, Microbiología Utilitaria, Microbiología Fisiológica, Microbiología Patológica, de los "otros" Microbiólogos, de casos prácticos en Microbiología Positiva...

El desarrollo de la **Biología Microbiana** ha cambiado el enfoque sobre la Vida en la Tierra: no sólo los humanos somos unos recién llegados, sino que todos los animales y las plantas visibles no son sino una reciente, voluminosa y limitada versión del complejo y antiguo mundo microbiano. La Historia de la Vida es, sobre todo, la Historia de las Bacterias: son los seres más antiguos, más diversificados y más adaptados a cualquier ambiente. Pero, además, nuestro planeta es así porque las bacterias lo han modulado, en una alianza que persistirá millones de años tras la desaparición de los humanos, miles de años tras el agotamiento de nuestra estrella, el Sol.

58

Los microbios son los principales habitantes de todos los ambientes de la Biosfera; la mayoría de los ambientes sólo pueden ser colonizados por microbios: son los desiertos, las lagunas salobres, las rocas profundas, los hielos polares, los manantiales termales, los volcanes submarinos... Lo que los humanos hemos llamado, con nuestra limitada capacidad, ambientes estériles o imposibles para la vida. La **Ecología Microbiana** intenta reflejar las relaciones que se establecen entre distintas poblaciones microbianas que habitan un mismo lugar; también sirve para separar, artificialmente, los grupos de estudio: microbios acuáticos, microbios telúricos, microbios de ambientes artificiales...

Hasta hace poco tiempo, con el nombre de Biotecnología se entendían los procesos de producción basados en microbios (fabricación de antibióticos, depuración de las aguas...). Por desgracia, recientemente se han adueñado de este término los que modifican la estructura genética de los seres vivos. Con el nombre de **Microbiología Utilitaria**, incluiremos artesanías, técnicas y procesos en que el empleo de microbios resulta de utilidad; desde las bacterias que purifican los minerales y hacen más moldeable la arcilla de los alfareros, hasta el extenso campo de las fermentaciones de los alimentos (pan, vino, salazones, encurtidos, derivados lácteos),

pasando por la utilización de microbios en agricultura (compostaje, abonos microbianos, control bacteriano de las plagas, conservación de semillas...).

Los estudios sanitarios suelen comenzar con la Anatomía, la Histología y la Fisiología para seguir, en cursos posteriores, con la Anatomía Patológica y la Patología General. Sin embargo, la asignatura de Microbiología se refiere, sobre todo, a la Microbiología de las Enfermedades Infecciosas (Microbiología Patológica). En la actualidad, los conocimientos sobre la microbiota o flora habitual son suficientemente extensos y novedosos como para que se cree la disciplina de la **Microbiología Fisiológica**. Es difícil compaginar en una misma asignatura, en un mismo tratado, a la microbiología reducida, morbosa y acusadora de Pasteur y de Koch, con la microbiología global, saludable y respetuosa de Metchnikof y Dubos. El enfoque fisiológico de la microbiología humana recoge los conocimientos empíricos de los clásicos naturistas y los reinterpreta a la luz de los nuevos datos disponibles: sobre la capacidad protectora, regeneradora, estimulante, nutricional y curativa de nuestros aliados microbianos. Entre los capítulos de Microbiología Fisiológica no debería de faltar uno dedicado a la función y protección de las mitocondrias, nuestras bacterias más íntimas.

Es difícil compensar la abrumadora información micropatológica. Son obvios los beneficios sanitarios que debemos a la **Microbiología Patológica**, no obstante revisaremos los aspectos más positivos: recordando los *Postulados de Koch\**, por si se pueden adaptar a la actualidad infecciosa; debatiendo las nuevas categorías de Enfermedades Infecciosas, según el grado de implicación microbiana; aprendiendo las lecciones ocultas de las Resistencias Bacterianas y de las Enfermedades Emergentes; replanteando la utilidad del poder antiinfeccioso de nuestro propio cuerpo (defensas) y de las plantas medicinales; y, por último, afrontando con valentía el uso de microbios vivos con fines curativos (probióticos).

La historia de los descubrimientos en microbiología está llena de las "hazañas" de los *Cazadores de Microbios*, título del valioso libro de Paul de Kruif<sup>16</sup>, clásico de las obras de divulgación científica desde la mitad del siglo XX. En esta sección, sin renunciar a las enseñanzas de los maestros microbiólogos clásicos, nos detendremos en las historias de los "otros" microbiólogos, de los hombres y las mujeres que han tabajado y promovido una visión más positiva del mundo microbiano. Tendrá un espacio relevante: el ingenioso y erudito Ludvick Fleck, microbiólogo polaco precursor de filósofos e

inmunólogos; el entusiasta René Dubos, descubridor del primer antibiótico microbiano (la Tirotricina) y uno de los padres del actual movimiento ecologista; la vitalidad, valentía y capacidad de síntesis de la profesora Lynn Margulis, heroína del Microcosmos...

Y, cuando nos cansemos, pasaremos revista a **Casos de Microbiología Positiva**, para lo que solicito ya, la colaboración de los lectores. Vuestras lecturas, vuestros hallazgos, vuestras investigaciones y opiniones serán bien recibidas.

## GLOSARIO

**Bacterias:** Microbios cuyas células no poseen núcleo diferenciado (Procariotas).

**Biosfera:** Es la parte del planeta Tierra donde se desarrolla la vida, incluyendo la microbiana. En la práctica abarca una franja de unos 20 km, incluyendo rocas profundas, aguas, suelos y atmósfera.

**Era Pasteuriana:** Con este término me refiero a la época histórica de la microbiología cuyo comienzo se asocia a la difusión y aceptación de las teorías y trabajos del químico francés Luis Pasteur (1822-1895). Contemporáneo de Koch, ambos propusieron e investigaron la etiología (causa) microbiana de algunas enfermedades infecciosas. Las teorías, modelos y descubrimientos de este periodo comenzaron hacia 1880 y llegan, sin apenas modificación, hasta la actualidad.

**Macrobios:** Organismos vivos visibles a simple vista, formados por muchas células, en general diferenciadas en tejidos organizados en aparatos y sistemas.

**Microbios:** Microorganismos no visibles a simple vista formados por una sola célula, o por unas pocas células indiferenciadas.

**Microbiota:** Conjunto de microbios. Se recomienda emplear este término, en lugar de Flora, que tiene connotaciones exclusivamente botánicas. Las actuales clasificaciones no contemplan a los microbios como vegetales.

**Microcosmos:** Existen muchas definiciones para este término, la mayoría no hacen referencia a los microbios. La reciente definición de Margulis-Sagan se refiere al mundo subvisible de los microorganismos. En este capítulo me refiero a cualquier conjunto espacial de microbios, con las relaciones que guardan entre ellos y con el entorno natural.

**Microorganismos:** Se le suele dar el mismo significado que microbios. En nuestro caso, incluimos entre los microorganismos a los microbios y a otras entidades replicantes (que hacen copias de sí mismos) no celulares, como los Virus y los Priones.

**Postulados de Koch:** Criterios propuestos para decidir si un microbio específico es el causante de una enfermedad infecciosa específica.

59

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ludwik Fleck. *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Alianza Universidad nº 469. Madrid 1986.
2. Ver Glosario al final del artículo.
3. R. Mainar Lahuerta. *Narraciones Científicas. Enciclopedia infantil de iniciación en las ciencias y las artes*. Editores Hijos de Paluzie. Barcelona 1905-1907.
4. Nick Arnold. *Sangre, huesos y otros pedazos de cuerpo*. Colección Esa Horrible Ciencia. Ediciones Molino. Barcelona 1997.
5. Mercè Piqueras. *Els microbis van a l'escola*. Crònica d'Ensenyament (1994) 64: 10-12. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
6. JJ Marcén y otros autores. *Los Laboratorios Municipales y la Escuela. Una actividad para alumnos de EGB*. VII Simposio de Laboratorios Municipales. Bilbao (1994).
7. María Moliner. *Diccionario de Uso del Español*. Editorial Gredos SA. Madrid 1992.
8. *Diccionario del Español Actual*. Ed. Grigalbo SA. Barcelona 1979.
9. P. Rossion y otros. *El Fantasma del Terrorismo Biológico*. Ciencia y Vida (1998) nº 6: 50-55.
10. R. Preston. *Armas Biológicas. La terrible historia del Doctor Alibek*. El País Semanal, revista publicada el 12 de enero de 1999, pág. 28-40.
11. Ignacio F. Bayo. *El rostro bueno de las bacterias. Un microcosmos que llena la Tierra*. GEO, dic 1999, nº 119: 108-121.
12. Anuncio publicitario sobre *Fairy Antibacterias* aparecido en varias revistas, como El País Semanal del 8 de noviembre de 1998.
13. Stuart. B. Levy. *La Resistencia contra los antibióticos*. Investigación y Ciencia, mayo de 1998; 260: 14-21.
14. René Dubos: *El hombre en adaptación*. 1ª edición en español del Fondo de Cultura Económica. México, 1975.
15. Lynn Margulis y Dorion Sagan: *Microcosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos*. Tusquets Editores. Colección Metatemas nº 39. Barcelona 1995.
16. Paul de Kruif. *Los Cazadores de Microbios*. Ed. Aguilar, 1954, Madrid, 1975.