

SOMOS BACTERIAS COMPLEJAS

Abel Fernando Martínez Martín ¹.

1. MD, Magíster en Historia. Director Grupo de Investigación Historia de la Salud en Boyacá. UPTC.
abelfmartinez@gmail.com

1

Recibido: 20 de octubre de 2008 Aceptado: 20 de noviembre de 2008

RESUMEN

Las bacterias son viejas parientes evolutivas con las que compartimos antepasados comunes, que más se parecen a ellas que a nosotros. En términos bacteriocéntricos, para dejar por alguna vez el antropocentrismo que caracteriza nuestra ciencia, los seres humanos no seríamos más que bacterias complejas. Vida microbiana en evolución, producto del azar de una serie de simbiosis microbianas que nos conformamos en organismos complejos, evolutivamente hace muy poco, aparecidos en la larga y llena de extinciones y apariciones, historia de la Vida en la Tierra. Bípedos implumes, que andamos por este mundo, que moldearon y sustentan las bacterias, creyéndonos amos y señores del Universo. Si los dinosaurios desarrollaron tamaños exagerados, el Homo sapiens, sapiens, desarrolló una megalomanía extraordinaria.

Las bacterias están por todas partes, en el aire, en las rocas, en el suelo y en el subsuelo, en el agua, en el mar y en el hielo; en nuestra piel, en la boca, en las narices, en la garganta, en el intestino, en la vagina; entre el petróleo, en los alimentos, en las plantas y en los animales. Las bacterias hacen parte integral de nuestro medio ambiente que está íntimamente entrelazado con ellas y también hacen parte de nuestro organismo: el 10% del peso de nuestro cuerpo seco corresponde a bacterias, que en número aproximado de cien mil billones, cohabitan con nosotros en nuestro cuerpo.

Palabras clave: Bacterias; Evolución; Salud. (fuente DeCS, BIREME)

Las bacterias que hoy conocemos, son actuales representantes de las primeras formas de vida, que hace tres mil quinientos millones de años hicieron su aparición sobre el planeta Tierra; primigenias y milenarias formas de organización microscópica de la vida, que se han mantenido ininterrumpidamente, en continua evolución, transmitiendo sus genomas durante los millones y millones de años que han transcurrido desde el comienzo de la Vida, viendo en el camino desaparecer a muchas especies.

La Vida en la Tierra comenzó rápidamente luego del enfriamiento de la corteza. Los seres vivos y el planeta Tierra no han evolucionado por separado, lo han hecho juntos. Los microorganismos son parte activa de toda estructura viva existente, sin ellos la vida no sería posible en el planeta. Los seres humanos, como todos los seres vivos, compartimos el mismo ADN y los mismos aminoácidos en diversas combinaciones en nuestra estructura, que orangutanes, hienas, tiburones, sapos, cucarachas, mosquitos, lechugas, babosas, tenias, amibas, hongos y bacterias.

2

Las bacterias son viejas parientes evolutivas con las que compartimos antepasados comunes, que más se parecen a ellas que a nosotros. En términos bacteriocéntricos, para dejar por alguna vez el antropocentrismo que caracteriza nuestra ciencia, los seres humanos no seríamos más que bacterias complejas. Vida microbiana en evolución, producto del azar de una serie de simbiosis microbianas que nos conformamos en organismos complejos, evolutivamente hace muy poco, aparecidos en la larga y llena de extinciones y apariciones, historia de la Vida en la Tierra. Bípedos implumes, que andamos por este mundo, que moldearon y sustentan las bacterias, creyéndonos amos y señores del Universo. Si los dinosaurios desarrollaron tamaños exagerados, el Homo sapiens, sapiens, desarrolló una megalomanía extraordinaria.

Las bacterias están por todas partes, en el aire, en las rocas, en el suelo y en el subsuelo, en el agua, en el mar y en el hielo; en nuestra piel, en la boca, en las narices, en la garganta, en el intestino, en la vagina; entre el petróleo, en los alimentos, en las plantas y en los animales. Las bacterias hacen parte integral de nuestro medio ambiente que está íntimamente entrelazado con ellas y también hacen parte de nuestro organismo: el 10% del peso de nuestro cuerpo seco corresponde a bacterias, que en número aproximado de cien mil billones, cohabitan con nosotros en nuestro cuerpo.

Se las encuentra en los hábitat más extremos de la Tierra, viven en medios de alta salinidad, en manantiales termales, sin oxígeno, producen metano, soportan las altas presiones de las profundidades marinas, sobreviven a altísimas temperaturas y también entre los hielos polares a increíbles profundidades y bajísimas temperaturas. Se les conoce con el nombre de Arqueobacterias y son muy similares a las primeras formas de vida bacterianas que aparecieron en un ambiente reductor, para nosotros hostil, sin oxígeno, lleno de metano, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y cianuros, a altas temperaturas y sometido a descargas eléctricas. Todavía nuestras células conservan a su alrededor un medio ambiente acuático, rico en carbono y en hidrógeno, con una composición salina similar a la de los mares primitivos, donde tal vez se originaron las primeras formas de vida. Se ha comprobado la existencia de bacterias en las profundas fosas marinas, alrededor de las fisuras de las placas tectónicas, donde el calor, la alta presión y la roca derretida que aflora a

la superficie submarina, proporcionan un medio ambiente y nutrientes adecuados para el desarrollo de las bacterias, que habitan en casi todas las rocas sedimentarias e ígneas que constituyen la mayoría de la corteza del planeta.

Se han obtenido bacterias mediante sondeos, desde profundidades superiores a 2,8 kilómetros bajo la superficie terrestre y se cree que abarcan hasta los 4 kilómetros bajo el suelo, variando de un lugar a otro y tolerando temperaturas que alcanzan los 110° C. Se han identificado más de 9.000 cepas de bacterias y hongos procedentes de varias zonas corticales; formas de vida que explora la industria farmacéutica en busca de nuevos medicamentos.

Las bacterias, a las que nosotros consideramos como las formas más inferiores entre los organismos microscópicos, hacen que el suelo sea fértil, intervienen en el procesamiento de nuestros alimentos, fabrican vitaminas para nosotros, limpian los residuos y descomponen los desechos descomponiendo los materiales orgánicos y produciendo nutrientes. Limpian las aguas de materias orgánicas volviéndolas útiles para el consumo. Procesan la celulosa de las plantas que ingieren los rumiantes al pastar. Las bacterias son utilizadas en muchos procesos industriales.

3

Sin microorganismos no habría vida en el planeta, no habría oxígeno, ni fermentación, ni fijación de nitrógeno en los suelos, ni procesos digestivos que hacen que nuestra vida sea posible. Sin microorganismos no tendríamos quesos, vino, chicha, guarapo ni cerveza no tendríamos kumis, yogurt, pan, tortas, embutidos, masato, vinagre ni acetona.

Las bacterias se utilizan en el proceso de curtiembre de las pieles, en la maduración de tabaco y del café, en la producción de insulina humana por colonias de E. Coli modificadas mediante ingeniería genética introduciéndoles el gen de la insulina humana. Las fijadoras de nitrógeno capturan el nitrógeno atmosférico para ser utilizado en la construcción de las cadenas biológicas por plantas y animales. Las bacterias Rhizobium cooperan en perfecta simbiosis con las plantas leguminosas viviendo en los nódulos de sus raíces, plantas de gran importancia en la agricultura mundial y en la nutrición humana.

Las bacterias abarcan todos los procesos de que las células vivas son capaces de realizar, ya que llevan en la tierra adaptándose a múltiples ecosistemas tres mil quinientos millones de años, es decir, las cinco sextas partes de la historia de la vida en la Tierra, y los que nos autodenominamos "Hombre Moderno", no alcanzamos los 100.000 años, de ahí para atrás los rasgos de humanidad, lo sapiens sapiens, que decimos que nos caracteriza, se disuelve rápidamente en la animalidad: australopitecos, primates, mamíferos, reptiles, cordados, organismos pluricelulares, hasta bacterias, en una historia evolutiva de miles de millones de años en que el medio y la vida se crean, transforman, adaptan y destruyen mutuamente. Los seres humanos ocupamos el último 1% de la historia de la vida en el planeta, historia que ha presenciado cómo el 99.99% de las especies que han existido, ya se han extinguido.

Si a la megalomanía humana le dolió tanto, a mediados del siglo XIX, la afirmación de Charles Darwin, que teníamos un antecesor común con chimpancés, gorilas y orangutanes, más le cuesta comprender y aceptar

que somos descendientes de los primeros organismos unicelulares, de las primeras bacterias, cuyos rastros fósiles tienen una antigüedad evidenciada sobre la superficie de la Tierra de 3.500 millones de años.

El descubrimiento de estos fósiles microbianos en el Sur de África, sugiere que la transformación de materia inanimada a bacterias primitivas llevo menos tiempo que la transición de bacterias a los organismos superiores que conocemos. La vida ha sido compañera de la Tierra desde poco después de los comienzos del planeta . Los descubrimientos evidenciaron que organismos fotosintéticos fósiles, similares a las actuales cianobacterias, crecían sobre las rocas de la Tierra, 500 millones de años después de que estas se formaran.

Las bacterias fueron la única forma de vida que colonizó nuestro planeta durante los dos mil millones de años iniciales de la historia de la vida en la Tierra. Las bacterias transformaron la superficie del planeta y crearon la actual atmósfera que hace posible la vida. Hace dos mil millones de años hicieron que el oxígeno aumentara en el planeta. Durante estos milenios de milenios de vida, las bacterias inventaron todos los sistemas químicos esenciales para el mantenimiento de la vida, la fermentación, la fotosíntesis, la respiración, la fijación de nitrógeno, transformando nuestro mundo en el lugar que hoy conocemos. Otro invento evolutivo le debemos a las bacterias, cuando hace millones de años se inventaron la sexualidad, creando mecanismos para intercambiar entre ellas su información genética.

4

Las bacterias son organismos mucho mejor adaptados que nosotros para actuar rápidamente modificando sus genes ante los cambios ambientales. Al recombinarse la información genética inscrita en el ADN, entre dadoras y receptoras, fluye rápidamente nueva información que les permite a las bacterias, como especie, asombrosos grados de flexibilidad y un ajuste rápido ante las transformaciones radicales del medio ambiente que las rodea, como las que causamos cuando usamos indiscriminadamente los antibióticos, fármacos que no usaríamos tan irresponsablemente en la cría de animales y en las enfermedades de los seres humanos, si conociéramos lo que implica esta primigenia sexualidad bacteriana, que antecede en 2.000 millones de años a la sexualidad animal.

Las bacterias no son organismos individuales, actúan como una sola entidad que puede intercambiar en una extensa red, sus códigos genéticos. La capacidad de poder mezclar sus genes en cualquier momento, permitiéndole cambiar con asombrosa rapidez cartas genéticas en el juego evolutivo y no exclusivamente durante el proceso de la reproducción, convierte a las bacterias en los seres más promiscuos de la Tierra. A esta capacidad hay que sumarle que, en condiciones ideales, dividiéndose a máxima velocidad, una bacteria produciría una colonia de composición genética similar, que en día y medio de multiplicarse geoméricamente, pesaría más de 900 toneladas.

Contra las teorías evolucionistas neo-darwinianas, que proclamaron la “supervivencia del más fuerte”, los nuevos paradigmas de la Biología hablan de cooperación continua, de estrecha interacción y de mutua dependencia entre todas las formas de vida existentes, que habitan el planeta, posibilitando el establecimiento de redes, asociaciones, cooperaciones, simbiosis e integraciones entre sí.

Los primeros seres vivos que aparecieron sobre la superficie de la Tierra eran pequeños microorganismos unicelulares, que se les conoce como procariotas por no tener núcleo, formas de vida no muy diferentes de las actuales bacterias. De las precursoras células procariotas, surgió con el tiempo una increíblemente inmensa variedad de especies microscópicas y macroscópicas, a lo largo de la persistente y cambiante historia de la Vida en el planeta.

Cuando las cianobacterias, organismos fotosintéticos aparecieron liberando oxígeno de las moléculas de agua utilizando la energía del Sol y no la energía procedente de los nutrientes orgánicos que pueden escasear, el oxígeno empezó a llenar la atmósfera terrestre hace dos mil millones de años alcanzando un nivel estable, similar al actual, hace 1.500 millones de años. De ahí para atrás la vida fue anaeróbica. Su presencia quedó registrada en los estromatolitos; fósiles microbianos se han encontrado en rocas compuestas por finas capas denominadas estromatolitos, formados por bacterias que vivían en colonias.

Al elevarse el nivel del oxígeno en el ambiente, muchos organismos primitivos murieron en lo que ha sido llamado el Holocausto del Oxígeno, una de las grandes extinciones de formas de vida en la historia del planeta. El oxígeno creó la capa de Ozono, cortándole la entrada a los rayos ultravioletas de alta energía y terminando con la síntesis inorgánica. Las cianobacterias convirtieron el venenoso oxígeno en una nueva forma de obtención de energía y proliferaron sobre el planeta. Las que no toleraron el nuevo ambiente se sumergieron en el subsuelo. De las cianobacterias, surgió evolutivamente el reino vegetal, haciendo posible que las plantas empezaron a tapizar de verde la superficie de la Tierra, hace unos 500 millones de años.

La aparición en la historia de la vida, hace 1.500 millones de años, de las células eucariotas, mucho más grandes y complejas, con un núcleo que encierra el material genético en forma de cromosomas, hicieron posible el surgimiento de todos los organismos pluricelulares que han existido y existen entre plantas, animales y protozoarios. Las células eucariotas que superan en 10.000 veces el tamaño de las células procariotas, poseen en el citoplasma una serie de membranas que le dan su estructura en donde se encuentran millones de pequeñas microestructuras como los peroxisomas, las mitocondrias y, en algas y células vegetales, los cloroplastos responsables de la fotosíntesis.

Lynn Margulis, miembro de la academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y profesora de la Universidad de Massachussets, planteó hace 40 años, en 1967, una gran herejía científica: la idea de que las mitocondrias provenían de antiguas bacterias y que, por lo tanto, la célula eucariota era en parte el resultado de una simbiosis entre microorganismos primitivos. Mitocondrias y cloroplastos de las células eucariotas descienden de bacterias que fueron adoptadas por otra célula que le dio hospedaje, en una especie de endosimbiosis, convirtiéndose en huéspedes permanentes y favoreciendo el complejo desarrollo de las células eucariotas hace entre 1.500 y 700 millones de años.

Las mitocondrias, que se encuentran en todas las células animales, vegetales de hongos y protistas, tienen su propio ADN, su propio ARN mensajero y de transferencia y ribosomas propios en sus membranas, que son semejantes a los que tienen las bacterias. Las mitocondrias se dividen en dos para reproducirse independientemente de la reproducción del resto de la célula comandada por el núcleo. Las mitocondrias

ancestrales nadaban libres, hace tres mil millones de años, en el caldo primitivo donde se originó la vida, cuando se asociaron con las bacterias ancestrales, permaneciendo en su interior tras ser fagocitadas para proporcionarle a la célula hospedadora un sistema energético a cambio de alimento y de protección.

Conservamos en nuestro interior millones de mitocondrias, que con el oxígeno fabrican ATP. Las células que mantuvieron las mitocondrias y pudieron generar ATP a partir del oxígeno, que aumentaba, tuvieron su gran oportunidad evolutiva. Los peroxisomas, lo mismo que los cloroplastos y las mitocondrias, llevan a cabo reacciones metabólicas oxidativas liberando energía, también fueron muy útiles cuando el ambiente se tornó aeróbico.

A lo largo de la evolución, mitocondrias y cloroplastos han ido perdiendo su material genético, parte se ha perdido, otra parte se ha realojado en el núcleo. La presencia de genes duplicados en los cromosomas que no comparten un ancestro común, la presencia simultánea en los organelos intracelulares y en el núcleo del mismo gen, constituyen pruebas de esta migración.

6

Otra simbiosis propone Lynn Margulis, de la que se deriva la capacidad de movimiento externo y al interior de las células con núcleo, esta vez se refiere a los microtúbulos de las células nerviosas, los cilios del epitelio respiratorio, de los oviductos, la cola cimbreada de los espermatozoides y los microtúbulos que organizan la danza cromosómica de la mitosis celular, que comparten la misma estructura que los cilios de las 8 mil especies de microorganismos ciliados. Capacidad que procede de una simbiosis de la célula primitiva con una espiroqueta, ocurrida hace unos 2.000 millones de años.

Los estudios de secuenciación de ácidos nucleicos demuestran que la vida sobre la Tierra está basada en tres líneas principales de descendencia celular derivadas de un ancestro universal de todos los organismos vivientes: LUCA, (Last Universal Cellular Ancestro), antepasado común de las células modernas. La suma de tres genomas microbianos creó el tipo universal de célula que constituye hoy a todos los animales y plantas del planeta.

La formación de la célula eucariota ocurrió con relativa brusquedad, sumando los genomas completos de tres microbios. El bioquímico y biólogo evolutivo Radhey Gupta, de la Universidad de McMaster, ha mostrado que el mismo núcleo de la célula eucariota, es también resultado de una unión simbiótica entre otros dos microorganismos: una arqueobacteria y una bacteria gram negativa.

Los descubrimientos de Gupta y Margulis, plantean que la célula eucariota se formó hace unos 1.500 millones de años. Gupta asegura que este suceso ocurrió una sola vez en la historia del planeta. “el suceso dejó su firma en muchos genes, y esa firma aparece hoy en todos los animales y plantas sin excepción”.

Radhey Gupta opina que se trata de un suceso excepcional, pero Lynn Margulis cree que ese tipo de uniones simbióticas son la esencia de la evolución de las especies. Esos tres genomas siguen ahí, en cada una de nuestras células, en cada neurona, en cada célula del hígado o de la piel. En resumen, no somos más que la simple suma de aquellas tres ancestrales bacterias.

Hace más de tres siglos, Anthony van Leewenhoeck fue el primero en observarlas a través de su primitivo microscopio, el día 26 de diciembre de 1676, según consta en sus cartas a la Sociedad Real de Londres, donde describe sus observaciones en el agua de lo que serían las primeras bacterias, organismos mucho más pequeños que los anteriormente observados por el microscopio de holandés Leewenhoeck. Las bacterias fueron observadas por primera vez por el hombre a finales del siglo XVII, pero tendrían que pasar dos siglos y dos años, para que el concepto de bacterias y de enfermedades infecciosas, superara a los fomites y a los miasmas, transformando la medicina, la salud pública, la farmacología y también nuestra concepción y relación con el mundo.

La Mentalidad Etiopatológica se construye alrededor de la doctrina del origen microbiano de la enfermedad. Pasteur, que publica su obra "Teoría de los Gérmenes y sus aplicaciones en Medicina y Cirugía" en 1878 y el médico alemán Robert Koch, ven la causa de la enfermedad en un agente externo vivo, bacteria, hongo, protozooario o virus. Pasteur y Koch, demuestran la acción patológica de los microorganismos haciendo nacer una nueva disciplina científica la Microbiología que, utilizando un característico lenguaje militar, acorde con los imperialismos de finales del siglo XIX, inicia la "lucha contra las enfermedades infecciosas" y la "guerra a muerte" contra las bacterias, "armados" de antibióticos, sueros y vacunas y acabando definitivamente con la teoría de la generación espontánea de la vida.

7

Mentalidad Etiopatológica, conocida también como Medicina de Laboratorio, por el papel fundamental que le da al laboratorio como aliado indispensable de la clínica, no sólo como sitio de experimentación e investigación, sino como parte del hospital en el soporte diario de la clínica. Esta nueva mentalidad de la medicina moderna enriquece la mirada médica que se prepara para identificar signos etiopatológicos de la enfermedad en el individuo y en su medio ambiente, a su vez, la clínica se hace cada día vez más dependiente del laboratorio.

A pesar de que desde la Teoría Microbiana del Origen de las Enfermedades, vemos a las bacterias como una amenaza permanente contra la especie humana, solamente una de cada 20.000 cepas de bacterias existentes, es patógena para los seres humanos. Sin embargo, es cada vez más grande el peso de las enfermedades infecciosas en esta neoliberal realidad.

Ya el Informe Sobre la Salud en el Mundo, de la OMS en 1996, advertía que: "Enfermedades que parecían domeñadas, como la tuberculosis y paludismo, atacan con renovada ferocidad. Cólera y fiebre amarilla, están afectando a regiones que se creían a salvo. Otras infecciones son tan resistentes a los medicamentos que se han vuelto intratables (...) las infecciones agudas de las vías respiratorias matan 4 millones de niños cada año. La tuberculosis 3 millones; las enfermedades diarreicas, matan a 3 millones de niños pequeños cada año (...) Además del Sida se registraron 330 millones de casos de otras enfermedades de transmisión sexual."

Continúa el informe: "El crecimiento de la población y la rápida urbanización obligan a millones de habitantes de las ciudades a vivir hacinados, en condiciones antihigiénicas, sin agua y sin saneamiento adecuado, caldo de cultivo para las enfermedades infecciosas. La migración de millones de desplazados como consecuencia

de guerras o desastres naturales contribuye a la propagación de enfermedades infecciosas. La pobreza expone a cientos de millones de personas al riesgo de contraer enfermedades infecciosas. Como consecuencia de las crisis económicas y sociales que afectan a muchos países, se han desmoronado los sistemas de salud. El resultado -para la OMS- es un recrudecimiento de enfermedades infecciosas –no causada por las bacterias sino:- “Como consecuencia de las crisis económicas y sociales” .

En las últimas décadas del siglo XX y los primeros años del siglo XXI hemos presenciado varios pasos atrás en el terreno de la Salud Pública y muchos pasos hacia adelante en la mercantilización de la Salud, así como también hemos sido testigos del derrumbe progresivo de las instituciones públicas y científicas del sector; demostrándose con este auge de las enfermedades infecciosas, históricamente asociado al deterioro de la calidad de vida y al aumento de las condiciones de pobreza de los pueblos, que la Salud Pública, función del Estado, es muy difícil de privatizar. “La Salud Pública no es -decía el psiquiatra Krestschmer- un problema de bacterias, sino un problema de Ética.”

REFERENCIAS

BAKER Jeffrey J. W. Y ALLEN Garland E. Biología e Investigación Científica. Addison – Wesley – Iberoamericana. México D. F., México. 1989

DUVE Christian de. El Origen de las Células Eucariotas. En Investigación y Ciencia. Junio 1996.

FREDRICKSON James K. y ONSTOTT Tullis C. Vida en las Profundidades. En Investigación y Ciencia. Diciembre de 1996.

GUPTA, Radhey. En: origins.mcmaster.ca/pplpics/gupta

HOAGLAND M. Las raíces de la Vida. Genes, células y Evolución. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona, España, 1995.

LAÍN Entralgo Pedro. Historia de la Medicina Moderna y Contemporánea Editorial Científico Médica, Madrid, España, 1963.

LOPEZ Piñero José María. La Historia de la Ciencia en los últimos 25 años. En Investigación y Ciencia Agosto de 2001.

MARGULIS Lynn y SAGAN Dorian. Microcosmos. Metatemas. Barcelona, España. 1995.

POSTGATE John. Las Fronteras de la Vida. Crítica – Grijalbo – Mondadori. Barcelona. España, 1995.



SAMPEDRO Javier. Los eucariotas son la mayor discontinuidad de la historia. Un salto evolutivo en el darwinismo Entrevista con Radhey Gupta El País. Madrid, España, 14 de marzo de 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. República Argentina. Origen e Historia evolutiva de la vida. En <http://www.biologia.edu.ar/introduccion/origen.htm>.