

Tema 3: El origen de la vida

Se han formulado muchas teorías para dar contestación a la duda sobre el nacimiento de la vida, muchas de ellas poco científicas.

Ya en la ciencia, la Paleontología, que estudia especies animales de épocas pasadas, ha encontrado fósiles de hasta 500 millones de años de antigüedad. Pero, ¿qué pasó en las épocas anteriores? Esta respuesta sólo puede ser inferida. La Morfología Comparada es el estudio (comparado) de estructuras animales actuales y otras del pasado. Por ser las actuales descendientes de las otras, sus organismos son huellas del pasado; el problema es encontrar las claves para interpretar estas huellas.

La vida se originó a través de mecanismos de síntesis. Astronomía, Física y Geología nos dan información sobre las posibles condiciones físicas de la época en que se originó, situación que se ha reproducido en experimentos químicos.

En el proceso no está implicado ningún fenómeno sobrenatural, sino las leyes físicas y el tiempo.

Historia física:

El universo se originó con una gran explosión («Big Bang») que llenó todo el espacio hace unos 15.000 millones de años. La temperatura inicial era de unos 100.000 millones de grados centígrados. Toda la materia existía en formas subatómicas. A medida que el universo se iba enfriando, comenzaron a formarse partículas más estables: protones y neutrones, que formaron el núcleo de los átomos. Los protones (carga positivas) atrapan partículas más pequeñas de carga negativa (electrones). A partir de estos átomos se formaron todas las estrellas y planetas. A partir de los átomos del planeta Tierra se originó la vida.

El Sistema Solar era una masa gaseosa caliente en rotación, los átomos de hidrógeno eran los más abundantes. Fuera del Sol quedó en rotación un cinturón de gases que luego dio lugar a concentraciones más pequeñas con movimiento giratorio que originaron los planetas.

La Tierra se formó como una masa incandescente. Los átomos más pesados (Fe, Ni). Otros más ligeros, como el silicio y el aluminio, formaron otra capa, y los más ligeros de todos: hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono; se dispusieron en la capa más externa. Las temperaturas eran demasiado altas para que se formaran compuestos estables.

La temperatura bajó lo suficiente como para que se formaran enlaces entre H, O, N y C más estables, compuestos muy simples.

Historia química:

Hoy día el 95% de las sustancias de todo organismo proceden del H, O, N y C. Se piensa que inicialmente se originaron una media docena de compuestos sencillos:

- H₂O: agua
- NH₃: amoníaco
- CO₂: dióxido de carbono
- CH₄: metano
- HCN: ácido cianhídrico

- H₂: hidrógeno molecular
-

Al enfriarse la masa incandescente, se solidificó la corteza. La lluvia llevó estos compuestos, como NH₃, CO₂ o HCN, a la superficie terrestre. Lo que permitió la aparición de vida fueron las grandes acumulaciones de agua con estas sustancias en disolución. El agua es el componente fundamental de la vida, porque es un buen disolvente, lo que le convierte en un medio excelente para las reacciones químicas; y porque originalmente era la única fuente de hidrógeno y oxígeno. En el océano se formaron las condiciones necesarias: agua, sales minerales y sustancias atmosféricas en disolución.

El carbono puede dar muchos compuestos orgánicos combinado con otros elementos. Para la formación de estas moléculas intervienen fuerzas externas de energía: por un lado el sol, por otro descargas eléctricas de las tormentas continuas.

En los años 20, Oparin supuso que en tales condiciones se formaron moléculas orgánicas y que éstas se congregaron en el **caldo primordial**. Como no había oxígeno libre que las degradase estas moléculas tendieron a persistir. Pero no fue hasta los años 50 cuando Miller puso a prueba esta hipótesis. Experimentalmente demostró que en las condiciones iniciales citadas por Oparin se podían formar compuestos orgánicos. Para ello introdujo CH₄, NH₃ y CO₂ disueltos en agua en un recipiente que reproducía las condiciones de presión y temperatura originales, e hizo saltar chispas eléctricas durante varias semanas. Observó que se habían formado muchos aminoácidos y otros compuestos orgánicos muy simples.

Casi cualquier energía podría haber transformado lo inorgánico en orgánico. Pero estos experimentos no demuestran que se formen, sino que pudieran haberse formado así. Las reacciones químicas que llevaron a la formación de compuestos orgánicos fueron inevitables.

Otra teoría es la del **barro o arcilla primordial**, dice que las primeras células se formaron a partir de moléculas que existían en el barro. Parece ser que el lodo almacena y transmite bien la energía.

A partir de los primeros compuestos orgánicos se formaron los compuestos más complejos (proteínas, bases nitrogenadas). Algunas de estas proteínas pudieron tener una función enzimática, lo que pudo acelerar mucho algunas reacciones, sobre todo de bases nitrogenadas. Las últimas fases de estas síntesis no se han desarrollado en laboratorio, pero parece que ningún problema físico-químico impide que se produzcan.

Historia biológica:

En una primera fase, se sospecha que consistió en la reunión y organización de los compuestos orgánicos (ácidos nucleicos, proteínas, etc.) para formar las primeras células. Se reproducían por simple partición. No se sabe exactamente cuando, pero se calcula gracias a los microfósiles de hace unos 3.500 millones de años.

Las primeras estructuras de tipo celular necesitaban fuentes de energía. Las células se alimentan por mecanismos:

- **heterótrofos:** cuando dependen de fuentes externas para obtener energía (son organismos heterótrofos los animales, algunos hongos...).
- **autótrofos:** cuando elaboran sus propias moléculas orgánicas nutritivas (las plantas son autótrofas). Tienen su fuente de energía en el Sol.

Las primeras células podrían haber sido autótrofas. Según los registros, las primeras eran muy simples. Las células pueden ser:

- **Procariotas:** el material genético no está en un núcleo delimitado por una membrana nuclear que lo separe del citoplasma.
- **Eucariotas:** son más complejas y tienen un núcleo separado del citoplasma. Todas las células de los organismos pluricelulares son eucariotas.

Los primeros organismos pluricelulares hicieron su aparición hace 750 millones de años, a partir de células eucariotas.

Está claro que en cada nivel surgen nuevas propiedades; el agua, por ejemplo, no consiste en la simple suma de las propiedades del hidrógeno y el oxígeno. Podemos decir que **la célula es el nivel de organización en el que aparece la vida** como propiedad, al menos, incipiente.

Hacia la teoría evolutiva

Aunque la complejidad bioquímica de los seres vivos no se conocía entonces, ya hace muchos siglos que se sabe que la materia orgánica es más complicada que la inorgánica. En un principio no eran posturas científicas, sino filosóficas, como la **generación espontánea** de seres simples (p. ej.: creación de pulgones a partir de las gotas de rocío).

Redi quiso probar la verdad de esta creencia. Para ello colocó tres recipientes con carne podrida: uno tapado, otro con un velo que dejaba pasar el aire y el último abierto. Sólo nacieron moscas en el destapado, por lo que concluyó que no era cierto, al menos, en organismos de ese nivel. Sin embargo, se conservó la creencia para los microorganismos. En 1860 Pasteur demostró que los organismos microscópicos sólo aparecían en el aire, no era válida la generación espontánea.

Hasta Oparin y Miller no se intuyó como se generó la vida. Pero también existía la duda de cómo se había generado esa enorme diversidad de especies.

El origen de las especies

Hoy se acepta la teoría de Darwin sobre el origen de las especies, sin embargo hubo muchas otras antes. Desde Aristóteles se pensaba que se podían clasificar todos los seres vivos según un orden jerárquico (*scala naturae*). Hasta el siglo pasado todos los biólogos creían que los seres vivos habían sido creados en la forma actual por Dios y habían permanecido inmutables. También estaba presente la concepción cartesiana de que la diferencia hombre/animal estaba en que el hombre tenía alma.

La teoría evolutiva supuso un duro golpe a esa filosofía imperante, tuvo influencia en muchos campos. El hombre ya no era diferente cualitativamente al animal, sino que la diferencia, de haberla, sería de grado (cuantitativa). Algunos investigadores pensaron que, si somos fruto de la evolución, sería conveniente estudiar hombres primitivos y organismos inferiores para conocernos a nosotros mismos.

Hasta el S. XVIII las especies no tenían historia, sin embargo había muchas pruebas de que había evolución: los fósiles, aunque siempre se los justificó mediante teorías que no guardaban relación con la evolución. A finales de ese siglo Bonnet propuso la teoría de que la Tierra había estado sometida a diversas catástrofes que habían hecho desaparecer las especies varias veces, los fósiles eran fruto de esto. A pesar de esta teoría surgiría más tarde la de la evolución.

Fueron quizá los geólogos los que allanaron el terreno para pensar que había otras posibilidades además del creacionismo bíblico. Se interesaron por los fósiles y observaron que en cada capa había fósiles específicos, lo que les llevó a creer que la tierra se había formado capa a capa, estrato a estrato. Pero seguían postulándose una serie de catástrofes y las subsiguientes creaciones independientes.

Lamarck

En 1809 Lamarck publica *Filosofía zoológica*. En esta obra plantea una serie de ideas sobre la evolución que le produjeron la enemistad de toda la comunidad científica. Según Lamarck, para adaptarse mejor a un medio, las especies desarrollan los órganos que le son más útiles y se les atrofian los que menos utilizan; los caracteres originales van siendo sustituidos por caracteres adquiridos o adaptativos. Niega la creación específica. La evolución es producto de los efectos del uso y desuso. Éstos efectos heredados eran fruto del esfuerzo del animal por adaptarse y establecer nuevas relaciones con el medio.

Observó que las rocas más antiguas contenían fósiles de seres más simples y que, a medida que las rocas eran más modernas, los seres se iban haciendo más complejos. Propuso 2 principios en su teoría:

- Uso y desuso de las partes
- Herencia de los caracteres adquiridos

Las características adquiridas por el uso eran heredables para Lamarck. Los efectos de la interacción con el medio se transmitían a la generación siguiente. *La función crea el órgano*. Explica cómo a lo largo de millones de años la adaptación había creado las distintas especies, muchas de las cuales podrían provenir de un antepasado único.

Sus teorías fueron primero criticada y, luego, olvidadas; pero ayudaron a mentalizar sobre el evolucionismo. Weismann pretendía refutar experimentalmente la teoría de Lamarck. Así cortaba el rabo a los ratones cuando nacían. Según la teoría lamarckiana, tras varias generaciones tendrían que nacer sin rabo por el desuso. No fue así, seguían naciendo con rabo. P. ej.: los judíos llevan practicando la circuncisión durante miles de años, sin embargo, siguen naciendo con prepucio.

Darwin

Quien explicó con claridad el mecanismo de la evolución fue Charles Darwin (1809–1882). En 1831 se embarcó en el Beagle. Le resultaban interesantes las especies exóticas y variadas de Sudamérica, y sus similitudes entre ellas y con los fósiles. En las Islas Galápagos, se interesó por las tortugas y los pinzones. Estos pájaros estaban presentes en todas las islas, pero cada una presentaba un tipo con diferencias suficientes como para ser consideradas como especies diferentes; a su vez, eran distintos de los pinzones del continente. Creyó encontrarse ante especies incipientes y que procedían por evolución de una sola.

También se planteó la relación del hombre con los animales, antes incluso de elaborar una teoría concreta. Le pareció que el hombre debería estar incluido en una teoría general de la evolución. En 1836 empieza a ordenar sus datos.

En 1838 conoció los escritos del economista Malthus sobre las poblaciones humanas (parece ser que la teoría de la evolución se le ocurrió leyéndolo). Malthus había realizado un estudio sobre la sociedad con las siguientes conclusiones:

La humanidad estaba sometida a un grado de crecimiento que no se correspondía con el de los recursos. La población crece en progresión geométrica, los alimentos en progresión aritmética. Llegará un momento en que habrá desabastecimiento.

Según Darwin, lo que Malthus sostenía para el humano, era válido también para los animales. Éstos estarían sometidos a un proceso de crecimiento que les llevaría a la extinción, a no ser que hubiese un mecanismo que regulara que una especie no creciera espectacularmente ! la **Selección Natural**.

Wallace

Wallace mantuvo con Darwin una relación epistolar. En esas cartas le expuso a Darwin sus teorías sobre la evolución, sin embargo, Darwin a él no. Parece ser que a él también se le había ocurrido el mecanismo de la selección natural de las especies.

En definitiva, tanto Darwin como Wallace establecieron una serie de premisas básicas para entender la evolución que son válidas hoy día. 1859, año de publicación de *El origen de las especies*, es la fecha de cambio de paradigma: empieza la época de la nueva biología. Se generaliza la creencia de que unas especies podrían provenir de otras. La de Darwin es una teoría unificadora que se marcó 2 objetivos:

- Demostrar que la evolución es un hecho real.
- Argumentar que el mecanismo primario y básico es la selección natural.

Argumentos:

- El **registro fósil** indica que los organismos van evolucionando con el tiempo: los fósiles de las capas más recientes se asemejan a los de las más antiguas, pero con ligeras modificaciones. En contra de las sucesivas catástrofes y creaciones, los fósiles parecen mostrar que no fue así, que no hubo varias creaciones.
- Encontró **semejanzas anatómicas** entre especies muy diferentes: parecía que la misma estructura anatómica se había adaptado a sus respectivos ambientes.
- La **domesticación**. Parece que los animales domésticos han evolucionado a partir de otros animales de carácter salvaje.

Desde entonces no se cuestiona que las especies actuales tengan su origen en otras que existieron hace millones de años.

En la segunda parte de su obra, una vez que demuestra que la evolución es posible, quiere presentar el mecanismo de este cambio: la selección natural. Se basa en el esfuerzo que pone la Naturaleza (*despilfarro biológico*) en que se conserven las especies. Si la plena capacidad reproductiva tuviera éxito, la población tendría un crecimiento exponencial con consecuencias terribles. No todos los organismos pueden sobrevivir pero, ¿cuáles son los que lo hacen? Éstos no se eligen al azar, de ser así no cabría el progreso, se seleccionan los más aptos, los que mejor adaptados a su medio. Si es cierto que existen organismos más *aptos*, habría potencial para la evolución. La **aptitud** se mide, para Darwin, por el número de individuos que se dejan a la generación siguiente y que llegan a la edad reproductiva.

Con que hubiera una leve variabilidad era suficiente: los más adaptados tendrían mayor probabilidad de sobrevivir y, por tanto, de reproducirse y transmitir sus caracteres. A medida que los que poseen ciertas características beneficiosas sobreviven y los que poseen características perjudiciales desaparecen, la población va progresando. Con el tiempo se llegan incluso a dar especies diferentes. Cualquier ventaja proporciona al individuo mayor probabilidad de dejar descendencia.

Cuando en una especie se forman distintos grupos, estos van cambiando, progresando. Llega un momento en que las diferencias acumuladas son tantas que hay que considerarlos como especies diferentes.

Mayr resume en 1977 la postura de Darwin en 3 observaciones y 2 conclusiones:

- Sin presiones ambientales todas las especies tienden a reproducirse en progresión geométrica. Todas las especies son capaces de sobreproducción.
- En condiciones naturales, aunque a veces existen fluctuaciones temporales, el tamaño de las poblaciones permanece relativamente estable.

Conclusión 1ª: No todos los cigotos llegarán a ser individuos adultos que sobrevivan y se reproduzcan. Aunque también señala la competición interespecífica, hace su énfasis en la intraespecífica, entre animales

que precisan los mismos recursos (se trata de una competición muy sutil, sin luchas abiertas. Los animales más agresivos no necesariamente son los que más descendencia dejan).

- No todos los individuos que existen en una especie son iguales (unicidad del individuo).

Conclusión 2ª: Aquellos individuos cuyas variaciones son más favorables con relación a las condiciones del medio en el que viven tendrán más probabilidad de sobrevivir (y en consecuencia de dejar descendientes).

El **ambiente** va eliminando las variaciones desfavorables y conservando las favorables. Los cambios van a producirse bajo la acción selectiva del ambiente.

Críticas a la teoría darwiniana

La teoría fue muy discutida. Se encontraron 3 problemas:

- Para que la acción de la selección natural sobre las variaciones de los individuos fuera eficiente **se requeriría un largo periodo de tiempo**. Hay que recordar que en aquella época la antigüedad de la Tierra se cifraba en unos 6000 años.
- **Falta de una teoría complementaria sobre la herencia**. No estaba claro cuál era el fundamento de esa variabilidad. No tenía ningún apoyo y tuvo que recurrir a la idea lamarckiana de la herencia de los caracteres adquiridos. Sin embargo, Mendel formulaba por aquella época (1866) su trabajo; el problema es que no sería redescubierto hasta 1900.
- El principio de la selección natural, ¿explicaba la evolución del hombre? Darwin no decía nada abiertamente, pero daba una idea de que, como todos los animales, **el hombre procedía de la evolución**. En 1881 publica *El origen del hombre*, donde propone que no existe diferencia fundamental entre la psicología del hombre y la del animal. De existir, la diferencia es de grado (cuantitativa), no de nivel (cualitativa). Los seres humanos comparten con los animales procesos básicos: aspectos cognitivos, emocionales, motivacionales. Estas analogías chocaron con la concepción cartesiana, con la *dicotomía* tradicional.

Darwin pone de manifiesto el argumento de que los rasgos conductuales afectan definitivamente a la aptitud.

Conclusión: Si Copérnico había puesto a la Tierra en su sitio, ahora la teoría de Darwin nos situaba a los hombres como un paso evolutivo más al admitir que todos los organismos habían surgido a partir de otros más antiguos.