

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO HISTÓRICO DE LA PALEONTOLOGÍA.

1.- Definición de Paleontología y su relación con otras ciencias.

Etimológicamente la palabra Paleontología deriva de las raíces griegas que significan:

Palaeos = antiguo.

Onto = el ser, lo que es.

Logos = tratado, discurso lógico, palabra, ciencia.

Así, la Paleontología es la ciencia que estudia a los seres u organismos que vivieron en el pasado y que se conservan en las rocas. Los seres que vivieron en el pasado se llaman fósiles, por lo tanto la Paleontología es la ciencia que estudia los fósiles. Este estudio se basa en las relaciones mutuas entre los seres vivos, con el medio o ambiente en que se desarrollaron y su ordenamiento en el tiempo.

En otras palabras, se preocupa de la ecología de los organismos, de la etología o comportamiento y de las relaciones que tenían entre ellos, es decir, la Paleontología es utilizada para la reconstrucción de los ambientes en los que había vida y también para determinar las edades relativas de las rocas que los contienen. Además, es de gran importancia porque estudia la evolución que han tenido los seres vivos, lo que nos permite reconstruir la historia de la vida sobre la tierra.

La **palabra fósil** deriva del latín **fossilis**, que significa sepulto. Fue empleada por Plinio para distinguir cualquier objeto extraído de la tierra, es decir, una roca, un mineral o un resto orgánico eran para Plinio un **fossilis**

En la actualidad, se considera fósil sólo a los restos o rastros (señales) de organismos que han llegado hasta nosotros a través de las rocas. Se aplica única y exclusivamente a todo resto y/o señal producido por un organismo, que ha sufrido un proceso de fosilización, mediante el cual se ha conservado hasta hoy. Es decir, fósil es toda evidencia de vida pasada que presenta una estructura orgánica.

Para algunos autores, vida pasada significa el Reciente excluido (el Reciente comenzó hace 11.000 años). El petróleo y el carbón son de origen orgánico pero no tienen estructura orgánica, por lo tanto no se consideran fósiles, aunque sus yacimientos son incluidos dentro de los yacimientos de combustibles fósiles.

La Paleontología como toda ciencia o especialidad, no se puede estudiar sin la ayuda de otras ciencias. Principalmente se requiere el conocimiento de las llamadas Ciencias Naturales y ocupa un lugar intermedio entre la Biología y la Geología.

Para su estudio emplea todos los métodos de investigación de ambas ciencias y la ayuda de otras, tales como Química, Física y Matemática (Fig.1).

Dentro de la Paleontología existen ramas o divisiones, las que se preocupan de un determinado grupo de seres extintos, así la Paleontología se divide en: Paleobotánica o Paleophytología y en Paleozoología.

La Paleobotánica es el estudio de los vegetales fósiles. El método de trabajo consiste, principalmente, en comparar las plantas fósiles con los vegetales actuales. De allí que para hacer trabajos paleobotánicos, se requiere un vasto conocimiento de Botánica. Por esta razón, la mayor parte de los investigadores que se dedican a la Paleobotánica son, o fueron, botánicos.

Existe una rama de la Paleobotánica, la Paleopalinología, que estudia los granos de polen y las esporas fósiles. La Xilotomía es la rama que se preocupa de los registros de troncos.

La Paleozoología se divide en Paleontología de Invertebrados y Paleontología de Vertebrados. Los fósiles de organismos invertebrados son los que con mayor frecuencia se encuentran en las rocas sedimentarias o en los yacimientos fosilíferos, lo que les da una gran importancia para las determinaciones estratigráficas y reconstrucciones paleogeográficas.

Por otra parte, es frecuente dividir la Paleozoología en: Macro y Micropaleontología.

Tanto las Moneras como los Protophytas se conocen también como Nannofósiles. El término **nannos** viene del griego y significa pequeño, enano o diminuto. Así se diferencian de los Protozoos que son los Microfósiles. Los términos nanno y microfósiles carecen de significado para la sistemática, aunque muchos autores los usan para diferenciarlos.

Como parte de los nannofósiles se pueden incluir a las esporas y granos de polen, de las plantas, así como también a algunos microfósiles como Ostrácodos y Conodontes.

En general las especialidades o líneas de investigación dentro de la Paleontología son múltiples, algunas son muy amplias y otras de gran especialización, al igual como ocurre con las divisiones actuales de la Biología.

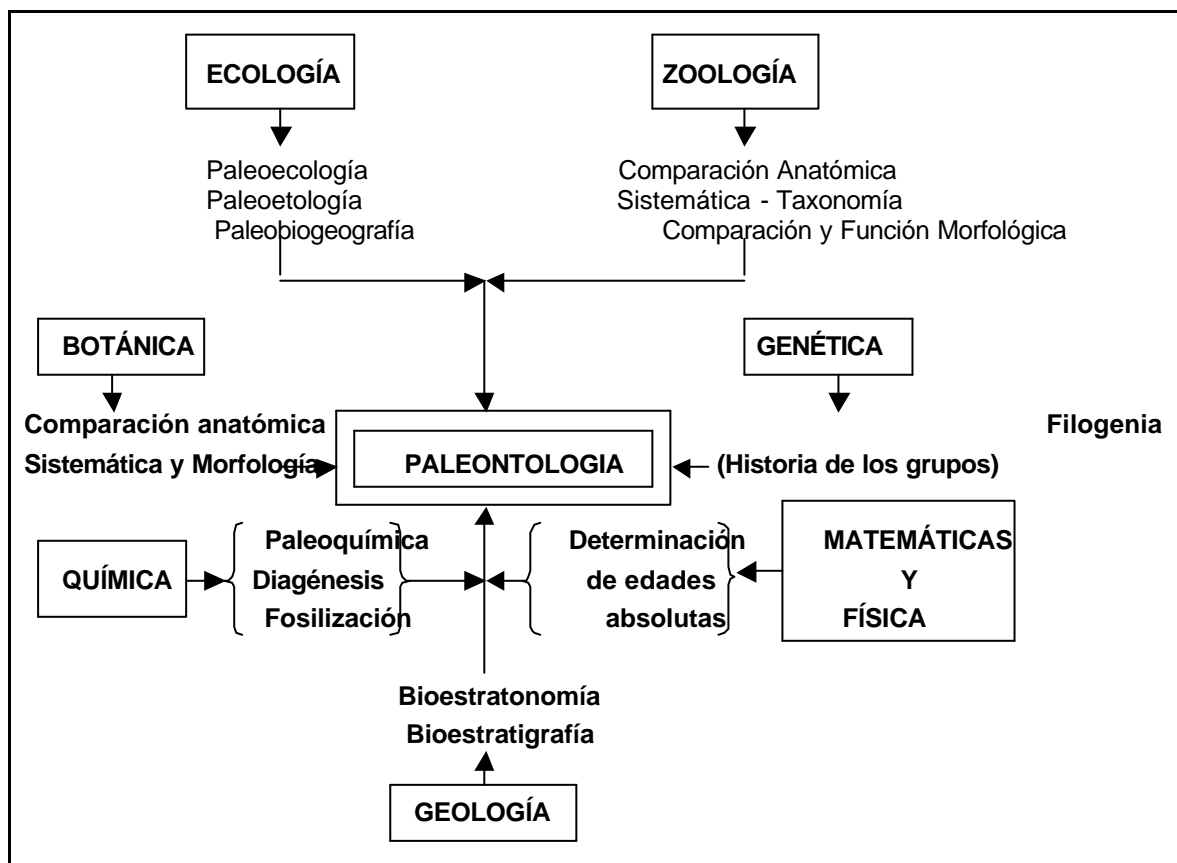


FIGURA 1: Relación entre las ciencias básicas y la Paleontología

2.- Desarrollo histórico de la Paleontología y evolución del pensamiento paleontológico.

La Paleontología, como otras ciencias estudiadas por el hombre, al igual que las ideas sobre religión y política, ha sufrido con el tiempo una serie de cambios en sus ideas o principios, en sus interpretaciones y en las técnicas empleadas para su estudio.

Lo que hoy nos parecen ideas o principios ridículos o poco científicos, muchas veces fueron fruto de varias horas de investigación de mentes brillantes, basadas en las observaciones y en los principios que regían ese momento histórico. De esta forma se lograron sacar conclusiones, en las que se apoyaron los avances o retrocesos de las diferentes ciencias.

Del mismo modo, muchas de las ideas y principios que rigen nuestras ciencias en la actualidad y que nos parecen llenos de lógica, en el pasado fueron consideradas como ideas locas o tonterías y en un futuro, tal vez más cercano de lo que nosotros mismos pensamos, podrán estar obsoletos y parecer, a nuestros descendientes, ridículos y carentes de toda lógica científica.

Es por esto, y por cultura general, que en esta parte de los apuntes, se menciona una síntesis del desarrollo de la historia de la Paleontología y del aporte de algunos de sus investigadores más destacados.

Con este objetivo, se ha dividido la historia del desarrollo de esta ciencia en tres períodos diferentes: pre-científico, transitorio y científico.

A) Período pre-científico: Se inicia con la historia misma del hombre, mejor dicho con la Prehistoria, y finaliza en la mitad del siglo XVII.

Como es sabido, las huellas más antiguas de actividad humana datan de entre 1.000.000 y 500.000 años atrás, aproximadamente. Desde entonces hasta hace unos 100.000 o 50.000 años a. de C. las huellas son esencialmente cenizas y piedras talladas.

Las piedras talladas constituyen la industria más antigua que se conoce, que es la de los guijarros o piedras retocadas, es decir la de la "pebble-culture". Esta técnica o industria, descubierta en África y en algunos sectores de Europa, inaugura una etapa en la historia del hombre llamada la Época Paleolítica (Paleolítico significa: antigua piedra o piedra antigua, puesto que viene de **paleo** = antiguo y de **litos** = roca).

Los hallazgos de restos de fósiles junto a otros enseres, en las tumbas de seres humanos de aquella época, representaban parte de sus fábulas o mitos. Entre ellos se destacan los collares de dientes fósiles o de ámbar (resina de los árboles fosilizada), que se encontraron muchas veces a varios kilómetros de distancia de los lugares donde se extraían. El ámbar, por ejemplo, cuyas fuentes de origen estuvieron en las costas del mar Báltico (al norte de Alemania y Polonia), se encontró en tumbas cercanas a las costas del Mediterráneo, lo cual constituye el primer testimonio de migración humana, o de intercambio o comercio de mercaderías, desde lugares lejanos. La presencia de estos restos en las tumbas de los hombres prehistóricos es un hecho significativo en la evolución del pensamiento humano, puesto que representa la evidencia de las creencias en la existencia de que hay algo después de la muerte, donde el hombre necesitaría sus más preciadas pertenencias.

Como es sabido, uno de los mitos más primitivos del hombre y, a la vez más persistente, es el de los ciclos. Se basa en el hecho de que en la naturaleza existen muchos fenómenos periódicos, que suceden a intervalos regulares o iguales, como por ejemplo: el día y la noche, la

posición de la luna, las mareas, las estaciones del año, etc. Aún en la actualidad muchos fenómenos como temblores o sismos y las inundaciones, tratan de ser explicados por ciclicidad.

Muchos años debieron pasar en la historia de la humanidad, para que se encuentren algunas ideas claras sobre el significado de los fósiles. Recién, en la Antigüedad Clásica, se destacan algunos autores o pensadores, que vieron restos de organismos fósiles y buscaron una interpretación a este hecho.

En Egipto, algunos sacerdotes notaron la existencia de conchas de organismos marinos en cerros que estaban en las orillas del Río Nilo. En esos lugares, ellos sacaban rocas para construir sus templos y concluyeron, según los relatos de Herodoto, que allí debió haber estado, en algún tiempo, el mar.

En la Grecia y Roma antiguas, mientras se desarrollaron las artes, la filosofía y muchas ciencias, existieron algunos pensadores que observaron la tierra, los minerales y fósiles que en ella se encontraban, sacando algunas conclusiones, entre las que se destacan las de:

- Xenófanes de Celofón (570-480 a. de C.), que observó en Paros y en Malta restos de conchas de organismos marinos y les atribuyó su presencia a invasiones periódicas del mar (hoy conocidas como transgresiones), en las cuales el hombre y los animales terrestres debían haber muerto.
- Herodoto, llamado el padre de la Historia, en Egipto (484-420 a. de C.) y Empedocles (s VI a. de C) mencionan en sus obras restos de organismos marinos en zonas continentales. También lo haría, posteriormente, Estrabón (63 a. de C. – 25 d. de C.), quien además da la primera descripción de los Numulites y plantea las primeras ideas claras sobre los levantamientos y hundimientos de las zonas continentales.
- Aristóteles (384-322 a. de C.), padre de casi todas las ciencias, en cuyo pensamiento se basaron los hombres de ciencias durante la Edad Media, al ver restos de fósiles les restó su importancia, al opinar que eran "curiosidades de la Naturaleza" y que no tenían un origen orgánico. Con este planteamiento creó una corriente (anti-evolutiva) conocida como **Abiogenesis** o **Generación espontánea**.
- Teófrasto (368-287 a. de C.) en su Tratado de Geología cita restos de marfil fósil, probablemente encontrados en Siberia.

Aristóteles, al negar el origen orgánico de los fósiles retardó el desarrollo de la Paleontología por 15 siglos. Aún así, algunos filósofos y pensadores como:

- Plinio, El Viejo o el Mayor (23-79) que es el más grande de los escritores científicos latinos, en su obra Historia Natural, que es una compilación de autores griegos y relatos de viajes, pone nombre a restos de fósiles, que aún se usan, tales como Ammonites y Nummulites.
- Suetonio (75-160) observa la colección de restos de gigantes del emperador Augusto y reconoce que corresponden a restos de grandes esqueletos de animales y no de hombres.

Las ideas de Aristóteles tuvieron vigencia hasta que Boccaccio (1313-1375) volvió a la idea de que las conchas de organismos marinos, en zonas continentales de Florencia, tenían un origen orgánico y no que fueran juegos o curiosidades de la naturaleza. Además, Leonardo D'Vinci (1452-1519) aceptó la idea de Boccaccio y les atribuyó un origen marino, regresando al punto de inicio, al afirmar que eran producto de la invasión del mar.

B) Período transitorio: Se inicia con D'Vinci, pero se caracteriza por la impugnación de las ideas de Aristóteles o Teorías Escolásticas y empieza una etapa del pensamiento sustentado por la interpretación, al pie de la letra, de la Biblia. Tomando como la base de la Biblia, grandes científicos y estudiosos realizan las discusiones sobre los restos de organismos o fósiles y sobre la edad de la Tierra.

Es así como uno de ellos, el Arzobispo Ussher (uno de los científicos más respetados y prestigiados por sus contemporáneos, entre los que se encontraba Newton), en su análisis sobre la edad de la tierra, partiendo de la suposición que la existencia del hombre era coetánea a la de la Tierra y basándose en el sistema de calendario astronómico, en la Biblia y en otros documentos antiguos, llegó a la conclusión, que la tierra fue creada por Dios en el año 4.004 a. de C., el día 25 de octubre a las 9.00 horas de la mañana (existen algunos autores que dicen que la fecha dada por Ussher es el 26 de octubre, o que la hora era diferente). Lo importante es que Ussher da una edad de la Tierra, basándose en el estudio muy especializado, donde se necesitaba tener el conocimiento de varios idiomas, de la historia y de la astronomía.

Otra característica de esta etapa de la Paleontología es la formación de las colecciones de fósiles y sus catálogos, entre los que se destacan autores como:

- Valerius Cordus que publica en 1561 la primera colección de fósiles.
- Conrad Gesner (1516-1565) autor del primer catálogo de Europa.
- Nicolaus Steno (1638-1686) inicia el pensamiento geológico histórico al reconocer la importancia de los estratos e interpreta a los fósiles como restos de organismos.

Con Steno, a quien llamaban “trotamundos del saber” comienza la ciencia de los fósiles o la Paleontología propiamente tal y la Estratigrafía. Steno distingue por medio de los fósiles, sedimentos marinos y terrestres. Formula los principios en los cuales se basan las tres leyes principales de la Estratigrafía moderna.

- Robert Hooke en 1688 ve algunas rocas con un microscopio y descubre en ellas pequeñas conchillas (Foraminíferos).
- H. W. Ludlow describe en 1696 un mamut descubierto por unos cosacos en Siberia.
- En 1664 un autor calcula el volumen que debió tener el Arca de Noé y la describe de tres pisos. En sus trabajos se basan los dibujos que existen actualmente sobre el Arca. En ella reparte a los animales en el primer y segundo piso; el tercero lo deja para las aves y para Noé y su familia (1/3 para Noé y familia, 1/3 para las aves de rapiña y 1/3 para las otras aves).

Hay muchos autores de colecciones de fósiles y discusiones sobre la edad de la tierra, hasta que George Buffon (1707-1788) calcula que la tierra tenía 75.000 años de edad. Este cálculo lo hace sobre la base de la evidencia del calor interno de la tierra y suponiendo que el enfriamiento de una masa preexistente tiene un índice que fue estimado por él, partiendo de una supuesta masa en fusión preexistente.

Con esto se abre nuevamente el capítulo de discusiones acerca de la edad de la tierra, que fue motivo de grandes controversias entre los científicos.

Este período finaliza cuando Linneo propone la nomenclatura binaria.

C) Período científico: Sobre la base del ordenamiento y descripción de los fósiles y a la teoría de la evolución, dentro de este período se pueden separar dos épocas:

C-1.- Época de Linneo y Cuvier

C-2.- Época de la interpretación y de los problemas causales.

C-1) Época de Linneo y Cuvier.

Se superpone, en parte al Período Transitorio. Se inicia con el primer avance significativo en la Paleontología Científica, que es la introducción de la sistemática taxonómica y la nomenclatura binaria, propuestas por el biólogo sueco Carl von Linneo (1707-1778), también llamado Carolus Linnaeus o Karl von Linné, en su obra **Systema Naturae** publicada en 1756.

Esta nomenclatura binaria utiliza dos nombres de origen grecolatino para cada organismo, uno es el del Género y el otro es el de la Especie.

No obstante en esta etapa del conocimiento paleontológico ya existe un ordenamiento para designar a cada organismo y así poder distinguirlo y describirlo con facilidad, aún siguen imperando las ideas basadas en la Biblia. De esta manera se inicia una discusión por la presencia de estratos con diferentes fósiles y se propone, para explicar este hecho, la existencia de 1 o más diluvios universales. G.L. Leclerc de Buffon supuso 6 diluvios o épocas en Geología Histórica.

En medio de esta discusión surgen autores que en sus observaciones dan pasos significativos para las ciencias geológicas. Tal es el caso de:

- Williams Smith (1769-1839), apodado Strata, quien constata que los estratos superpuestos tienen contenidos diferentes de fósiles descubriendo de este modo la cronología relativa.

Estos nuevos métodos son utilizados en los estudios realizados por Leopold von Buch (1774-1852), quien introduce la idea de fósil característico o fósil guía, y E.F. von Schlotheim (1765-1832), en Alemania.

A principios del siglo XIX Edimburgo se ve eclipsada como centro de investigaciones geológicas por París, ciudad donde se ponen los cimientos de la Paleontología como ciencia.

A partir de 1800 las investigaciones se orientan en tres direcciones principales:

- La descripción de las especies y su utilización como punto de referencia cronológico.
- El estudio de sus géneros de vida o modos de vida, y las condiciones de depósito, y
- La noción de la evolución.

Actualmente, cualquier estudio necesita de estos tres puntos.

La Paleontología como ciencia, tal como se la considera hoy en día, fue fundada por Georges Cuvier (1769-1832), francés, hijo de padres suizos y con estudios en Stuttgart (Alemania), quien a principios del siglo XIX, trabajando con restos de fósiles de vertebrados, propone en su obra fundamental sobre anatomía comparada y morfología funcional, algunos principios, basándose en la ley de Saint-Hilaire, que dice: "los animales pertenecientes a un mismo tipo de organización están constituidos según un mismo plan". Estos principios son: Principio o Ley de Correlación Orgánica: cada ser orgánico forma un conjunto cuyas partes se complementan determinando todas las demás y, por lo tanto, un organismo puede ser reconocido por un fragmento cualquiera". Esto se basa en otro principio de Cuvier que es la Anatomía Comparada.

La hipótesis de las catástrofes universales, que reemplaza a la antigua idea del diluvio universal (la que es desechada porque los fósiles no se parecían a los organismos actuales y en el diluvio, Noé, salva a una pareja de organismos de cada especie, por lo cual deberían existir las

mismas especies antes y después del diluvio), tiene su origen en Alcides D'Orbigny (1802-1857), que decía que después de cada catástrofe, en la cual se extinguían todas las especies, Dios creaba a nuevas formas, aunque, a veces, repetía a algunas. Esta nueva teoría se conoce como la teoría Fixista y Creacionista.

Cuvier, a pesar de ser el que inicia la Paleontología Científica, era fixista y creacionista, no obstante su explicación ante la mantención de ciertas especies en estratos sucesivos no era explicada con creaciones, en las que se repetían algunos grupos, sino que él las explicaba por migraciones amplias. De este modo, los organismos que se extinguían eran eliminados por catástrofes y los que no, habían migrado y regresaban al lugar, una vez pasado el evento catastrófico. Esta teoría es conocida como "Revoluciones del Globo", publicada en 1821. Cuvier, sin quererlo, con su principio sobre las migraciones, fue el precursor de una de las leyes más importantes y actualmente considerada, de la paleobiología evolutiva, "la ley de las migraciones como factor de la evolución".

En 1821 uno de los colaboradores de Cuvier, Alexandre Brongniart pudo demostrar la presencia de fósiles cretácicos a unos 2.000 m de altitud, en los Alpes de Saboya, y de fósiles parecidos a los del Terciario en la cuenca de París.

Leonce Elie de Beaumont (1798-1874) utiliza las nuevas técnicas estratigráficas y realiza un estudio de los estratos plegados de las cordilleras, en gran parte de Europa y prueba que los episodios que forman montañas habían tenido lugar en muchas épocas distintas. Debido a esto se aceptó como válido la idea de que las extinciones podían ser el resultado de los levantamientos de las montañas, si éstos fueron lo suficientemente rápidos.

Adolphe Brongniart (hijo de Alexandre) publica en 1823 una monografía sobre floras fósiles desde el Paleozoico Superior hasta el Reciente y demuestra que no son sólo los animales los que muestran cambios a través de las sucesivas formaciones, sino que también las plantas.

La palabra Paleontología fue creada recién en 1834.

El gran problema del siglo XIX es el origen de las especies, para lo cual Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), a inicios de 1800 y en 1809 propone una hipótesis de la evolución basada en el Transformismo. Con esto se inicia la época de la interpretación y de los problemas causales.

En resumen en la época de Linneo-Cuvier, se inicia la problemática de los cambios y la permanencia de las especies en el tiempo y, sobre todo, aparecen muchas monografías, manuales, descripciones y colecciones de fósiles. También se comienza con la Paleontología estratigráfica.

C-2) Época de la interpretación y de los problemas causales:

Lamarck, con su teoría sobre los cambios o transformismo da inicio a esta época, la que viene preparándose a través de los estudios de algunos investigadores tales como Ch. M. Reinecke (1769-1818), F. Unger (1852), Ch. H. Nageli (1856) y Geofroy Saint-Hilaire.

Los principios en que se sustentaba la teoría de Lamarck, conocida como **Lamarckismo**, son: La adaptación al medio o ambiente, siguiendo la escuela de Saint-Hilaire. El órgano se perfecciona con el uso y se atrofia con el desuso. Los cambios se transmiten por herencia y se acumulan en los descendientes.

Esta teoría es finalista y no considera que la adaptación al medio tiene límites muy estrechos, lo mismo que el desarrollo o la atrofia por uso o desuso y, sobre todo, considera a los caracteres adquiridos como hereditarios, lo que no ha podido ser demostrado.

Con la oposición de un número muy grande de científicos, entre ellos Cuvier, estas ideas son desterradas hasta que Charles Darwin lanza su teoría sobre la evolución de las especies biológicas basada en la selección natural. **Charles Robert Darwin** (1809-1882) naturalista británico participó en la expedición científica del navío Beagle (1831-1836) alrededor del mundo, acumulando gran cantidad de datos y observaciones con los que trabajó durante veinte años en el desarrollo de su teoría. En 1859, al conocer que el joven naturalista Alfred Russel Wallace había llegado independientemente a conclusiones semejantes a las suyas, publicó su gran obra **Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural** (On the origin of species by means of natural selection) donde explica la aparición de nuevas especies como consecuencia de la selección natural, que causó sensación y viva polémica en el mundo científico, aunque Darwin procuró mantenerse al margen de la disputa. En 1871 publicó **El origen del hombre**, profundizando en sus teorías. En la actualidad el evolucionismo se ha desarrollado a la luz de fenómenos desconocidos por Darwin, como las mutaciones y los hallazgos de la genética.

La Teoría de la Evolución, que Darwin postula en su obra, es una teoría aceptada como una verdad, al igual que la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein (1879-1955) base de la física moderna, y que la Teoría de la Deriva Continental de Alfred Wegener (1880-1930) para explicar la actual distribución de los continentes.

El neodarwinismo o neodarwinismo es la teoría de la evolución de las especies que sintetiza la teoría de la selección natural de Darwin con los descubrimientos en genética de Mendel y Morgan. Elaborada en torno a los años treinta del siglo XX, propone como causas de la variabilidad de los descendientes las mutaciones, o cambios del material hereditario, y la recombinación genética, o intercambio de genes entre los cromosomas homólogos, que tiene lugar durante la formación de los gametos y que impide que éstos sean idénticos. A lo largo de la historia han sido varias las teorías que han buscado una explicación a la evolución de las especies. Jean-Baptiste Lamarck propuso a principios del s. XIX una teoría basada en dos ideas fundamentales: la función crea el órgano; y los órganos o caracteres adquiridos durante la vida se heredan. Estudios genéticos posteriores demostraron, sin embargo, que los caracteres adquiridos no se heredan, ya que no suponen un cambio en el ADN o información que se transmite a los descendientes.

Charles Darwin plantea una nueva hipótesis, cuyas ideas básicas son la variabilidad de la descendencia de una pareja y la selección natural o lucha por la supervivencia, en la que sólo sobreviven los elementos más aptos. La teoría darwinista aclaraba el diferente desarrollo de los descendientes de una pareja, pero dejaba sin resolver -como el propio Darwin reconocía- por qué existe tan gran variedad de caracteres entre los individuos de una especie.

De gran importancia para la teoría de la evolución es la idea o principio del actualismo o del uniformitarismo de James Hutton (1726-1797), utilizado por Adolf von Hoff (1771-1823) y propagado por Charles Lyell (1797-1875), que establece que los sucesos ocurridos en el pasado geológico son posibles de definir con las fuerzas y fenómenos que actualmente operan. Es decir, el presente es la llave o clave del pasado, los mismos fenómenos que actúan hoy actuaron en el pasado pero no necesariamente con la misma magnitud.

Lyell con su libro "Principles of geology" contribuyó a desechar la teoría diluvial y se abandonó la idea de la existencia de pruebas del Diluvio bíblico.

Sobre la base del principio del actualismo, Darwin calcula que el tiempo en que se produce la denudación del Weald, al SE de Inglaterra, por erosión marina, y con esto concluye que la edad de la tierra es de unos 300 millones de años.

Esta edad le ayuda a explicar que los cambios ocurridos en los organismos son muy lentos y necesitan de mucho tiempo.

Uno de los científicos más conocidos de esa época, que se opuso a la edad de la Tierra asignada por Darwin, fue el físico escocés William Thomson (1824-1907), a quien se le concedió el título de Lord Kelvin en 1892, nombre con el cual se le conoce. Kelvin calculó la edad de la Tierra basándose en cálculos matemáticos de su enfriamiento, para lo cual aplicó las matemáticas de Fourier, que requería los siguientes datos: a) la temperatura interna, b) el gradiente térmico en superficie y c) la conductividad térmica de las rocas. El más conocido de todos estos datos era el gradiente térmico de cerca de $3^{\circ}/100$ m. Después de hacer sus cálculos Kelvin dio a la Tierra en 98 Ma, con un límite inferior de 20 Ma y uno superior de 400 Ma.

Con la Teoría de la Evolución se inicia una nueva corriente de pensamiento conocida como Darwinismo, la que se modificará hasta llegar al Neodarwinismo.

Los fundamentos de la teoría de Darwin son los siguientes:

- Tendencia a la variación innata en todos los seres vivos, mediante la cual los hijos siempre son diferentes a sus progenitores y también entre sí.
- Selección Natural, es decir, lucha por la existencia, con el triunfo del más fuerte ante las vicisitudes: Selección sexual.
- Herencia de los caracteres adquiridos por selección, de esta forma se acumulan en la descendencia.
- Armonía orgánica, según la cual, si un órgano mejora, los demás también mejoran correlativamente.

Posteriormente otros autores con sus trabajos dan mayor fuerza a esta teoría. Entre ellos están:

- E. Haeckel (1834-1919) a quien pertenece la idea de la Geología.
- K.A. von Zittel, L. Wuerthenberger y M. Neumejr, con ammonites confirman y dan legitimidad a la teoría de la evolución.

Finalmente con la Genética o estudios de los genes, se han impuesto como una evidencia, muchos principios que apoyan la evolución de los seres vivos.

El problema de las extinciones se ha replanteado nuevamente, en términos aceptables, con modelos como extinción gradual, brusca y escalonada, y se ha abandonado el esquema de la evolución por cambios insensibles, uniformes y constante, ya que se constata el valor selectivo y adaptativo de los cambios.

Hay un principio de Darwin que ya nadie discute y es: "Las especies se han originado de modo natural, como lo hacen los individuos".

Así se puede pensar, entonces, que las extinciones o muerte de los taxones, también ocurren por causas naturales, como en los individuos.

Aún hay muchas preguntas sin respuesta, un Geólogo o Paleontólogo no puede definir el tiempo, tampoco pueden hacerlo los Físicos, Lingüistas o Filósofos, pero todos lo sentimos, lo palpamos y

ocurre lo mismo con las formas que hoy son fósiles y que ayer fueron tendencias nuevas y actuales.

