

GEOLOGÍA HISTÓRICA.

Las rocas son la auténtica memoria de la Tierra, porque en ellas han quedado registrados los distintos procesos geológicos que han ocurrido durante la historia geológica del planeta. Uno de los problemas con los que se encuentra la geología es el de datar éstos procesos.

Anteriormente se pensaba que la Tierra se había formado en seis días y que su edad no superaba los 6000 años. Ahora se sabe que los procesos geológicos se caracterizan por su lentitud, llegando a ser imperceptibles para un observador, dando la sensación de permanencia e inmutabilidad del paisaje, aunque hay procesos geológicos que se producen súbitamente: una erupción volcánica, un terremoto, un alud la crecida de un río... Estos fenómenos súbitos dieron a pensar que las grandes catástrofes eran las únicas que modificaban el relieve terrestre: levantando montañas, dando lugar a súbitas invasiones marinas sobre los continentes... Pero los agentes geológicos externos han modelado la superficie hasta darle la configuración actual y seguirán haciéndolo de forma continuada e imperceptible.

Un siglo geológicamente no es nada y no se llegan observar diferencias notables.

Veinte siglos tampoco es tiempo geológicamente apreciable, aunque ya se pueden percibir ligeras modificaciones: un río puede haber cambiado su curso, un acantilado puede haber retrocedido formándose una playa donde antes no existía, o una lengua glacial puede haber retrocedido formándose un lago en su extremo.

Por eso, posiblemente, la mayor dificultad que implican los estudios en las diferentes ciencias geológicas consiste en el uso de escalas de espacio y tiempo no usuales en otras ciencias, desde magnitudes muy pequeñas a otras muy grandes.

La unidad de tiempo en geología es el millón de años. En este periodo de tiempo ya puede realmente cambiar la faz de la Tierra, al menos en determinados aspectos: los ríos profundizan sus valles, dejando en las laderas depósitos de aluviones que forman las terrazas; la costa puede haberse modificado retrocediendo los acantilados... El millón de años supera muy ampliamente a todos los intervalos de tiempo de referencia que el hombre suele utilizar:

Si comparamos la duración total de los tiempos geológicos con las 24 horas del día, cada hora correspondería más o menos a unos 200 millones de años: al período Arcaico le corresponderían 12 horas, al Precámbrico 9. Hasta las 9 de la noche no comenzaría la Era Primaria; a las 10:48 empezaría la Era Secundaria; a las 11:40 se iniciaría la Era Terciaria y la Cuaternaria sólo duraría 37 segundos; los 2000 años de nuestra Era, apenas durarían una décima de segundo.

El estudio de todos los fenómenos es el objetivo de la Geología Histórica.

La Estratigrafía, que posee carácter histórico, tiene como objetivo básico el conocimiento de la situación en el espacio y en el tiempo de los fenómenos ocurridos en el pasado. La situación en el tiempo se hace recurriendo a las técnicas de datación y los resultados obtenidos son de dos tipos. Las técnicas utilizadas para datar los procesos pueden ser:

– Datación relativa: Fijamos una escala de antes y después, de tal modo que podemos ordenar temporalmente los sucesos acontecidos, aunque no podamos establecer la edad o duración de los mismos. Es un buen instrumento habitual de trabajo cotidiano en geología.

– Datación absoluta: Se calcula el número real de unidades de tiempo transcurrido desde un evento. Posee seguridad en sus determinaciones y se obtiene un número absoluto como indicación de tiempo.

1. DATACIÓN CRONOLÓGICA RELATIVA.

Consiste en ordenar acontecimientos geológicos de más antiguo más moderno. El resultado sería indicar que acontecimientos han ocurrido antes y cuales después.

El establecimiento de las edades relativas se hace aplicando los principios fundamentales de la Estratigrafía y ordenando todos los materiales que conforman el registro estratigráfico de más antiguos a más modernos.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DE LA ESTRATIGRAFÍA.

- **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE LOS ESTRATOS**

Los materiales sedimentarios se depositan formando capas llamadas estratos siguiendo un orden cronológico determinado, en los que los superiores son más recientes que los que se encuentran debajo.

- **HORIZONTALIDAD ORIGINAL**

Los sedimentos se acumulan generalmente en capas horizontales o casi horizontales, en ambientes marinos, lacustres o continentales.

Puede ocurrir que la disposición que se observa actualmente no sea la misma que presentaba durante su formación, debido a procesos tectónicos que hayan modificado su posición original.

Los estratos pueden aparecer: plegados, inclinados o invertidos, en estos casos los estratos superiores son los más antiguos, si no fuéramos capaces de detectar ésto, la interpretación cronológica sería errónea. Para prevenirlo, se utilizan una serie de criterios que les permiten determinar el orden cronológico de los estratos:

Criterios de polaridad:

- Estructuras debidas a ordenamiento interno:

Los procesos de flujo por los que se transportan y depositan partículas de las rocas detríticas originan diferentes estructuras de ordenación interna en el estrato:

Granoselección: (positiva) Consiste en una progresiva disminución del tamaño del grano desde el muro (parte inferior) al techo (parte superior) del estrato, debida a la decantación del material en suspensión conforme disminuye la energía del agente de transporte. Al disminuir la energía se depositan primero los granos mayores y sucesivamente los de menores tamaños.

En el caso de la granoselección negativa el tamaño del

grano va en aumento desde el muro hasta el techo, ésta puede ser debida a crecidas o a regresiones marinas.

- Impresiones en el techo de los estratos:

Son marcas fosilizadas en el techo de una capa, existe el correspondiente contramolde en el muro de la capa superior. Estas impresiones nos indican la parte superior del estrato y el medio ambiente en el que se originaron.

Pueden ser:

- **Ripples:** Son huellas de corriente, se originaron por acción de agua o aire, de flujo medio o bajo o por

efecto del oleaje.

- Grietas de desecación: Son grietas en V y de forma poligonal, originadas por retracción al secarse un sedimento de tipo arcilloso-arenoso en contacto con la atmósfera.
- Huellas de gotas de lluvia: Se trata de pequeñas impresiones originadas sobre materiales fangosos.
- Huellas de pisadas de seres vivos.
- Marcas de corriente, originadas por erosión, dejando surcos.
- CONTINUIDAD LATERAL.

Si se considera un determinado estrato y se estudia siguiendo un

plano horizontal, se puede comprobar que sus características no cambian o que evolucionan de forma progresiva. Esto se demuestra siempre que en la zona no se haya producido ninguna alteración importante.

Si en una determinada zona se ha depositado un material, en una

zona adyacente también habrá que encontrar dicho material. Si éste no se encuentra se puede deducir que ha ocurrido algún proceso que ha evitado su sedimentación o lo ha eliminado. El fenómeno que ha evitado la sedimentación del material se denomina paraconformidad. El cambio de facies es una discontinuidad en la cual existe un cambio, más o menos brusco, entre una serie y otra de distintos materiales. Un ejemplo de cambio de facies es el paso de una zona continental a una oceánica (son ambientes sedimentarios diferentes y los materiales sedimentarios son distintos)

D) RELACIONES CRUZADAS:

Un fenómeno geológico es posterior a los estratos o a las rocas a las

que afecta y anterior a los que no han sido afectados por él.

Cuando un conjunto de estratos están afectados por la intrusión de

un dique o una falla se deduce que el dique o la falla son posteriores a la formación de los estratos.

- INCLUSIONES.

Son unas rocas que se encuentran incluidas en otras en procesos

magmáticos o en la propia formación de rocas sedimentarias. Una roca incluida en otra es más antigua que la roca en la que se encuentra incluida.

Durante el depósito de los sedimentos en capas o estratos, puede ocurrir que se registren periodos o intervalos de tiempo en los que se interrumpe la sedimentación, si se trata de periodos de tiempo breves no posee gran importancia. Pero existen importantes interrupciones en el registro sedimentario que cubren periodos muy extensos y están asociados a cambios en el medio sedimentario. Estas interrupciones pueden estar asociadas a: variaciones del nivel del mar o a actividad tectónica de una región.

Las interrupciones son discontinuidades estratigráficas que pueden corresponder a periodos sin sedimentación o a periodos con erosión. Al lapso de tiempo transcurrido se le denomina hiato.

Tipos de discontinuidades:

- Paraconformidad.

Es una discontinuidad que se produce entre materiales dispuestos entre estratos paralelos. Es difícil distinguirla de un contacto concordante, para ello es necesario el estudio de los fósiles incluidos en los estratos.

- Disconformidad.

Es el contacto que se produce entre materiales dispuestos en estratos paralelos y una zona de contacto que presenta una superficie irregular debida a una fase erosiva.

En este tipo de discontinuidades se da la ausencia de plegamientos.

Si en un determinado momento se produjera la falta de materiales en la escala estratigráfica aparecería una laguna.

- c) Disconformidad angular.

Es el contacto entre materiales depositados en estratos no paralelos. Se produce cuando, después del depósito de materiales situados en la zona inferior, ocurre una fase de deformación de los estratos y posteriormente se depositan nuevos materiales.

La secuencia será la siguiente: sedimentación, deformación, erosión y nueva sedimentación.

- d) Inconformidad.

Es el contacto que se produce entre materiales sedimentarios estratificados y materiales ígneos o metamórficos, no estratificados.

Puede ser de dos tipos:

- Contacto ígneo, cuando se produce entre materiales sedimentarios e ígneos.
- Contacto metamórfico, cuando se produce entre materiales sedimentarios y metamórficos.

LA IMPORTANCIA DE LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA EN LA CRONOLOGIA RELATIVA.

El proceso de relacionar la secuencia de rocas de un lugar con la de otro es lo que se llama correlación.

La acción de establecer la edad relativa de una misma serie estratigráfica puede parecerse relativamente fácil a partir de las reglas básicas de la estratigrafía, pero si lo que queremos es comparar la edad de las rocas de una zona con la edad de las rocas de otra zona alejada de la primera, el problema es mayor. Lo mismo sucede si además queremos comparar las características físicas de las rocas que aparecen en áreas diferentes.

La técnica para relacionar distintas series es muy importante para reconstruir la historia geológica de la Tierra.

La relación se realiza a partir de las características físicas de la roca o bien de su contenido en fósiles. La correlación será más fiable si podemos utilizar a ambos criterios.

Si queremos correlacionar áreas extensas y distantes, debemos tener en cuenta que la continuidad lateral de las capas no está garantizada, puesto que las capas se adelgazan y llegan a desaparecer o sus características físicas varían. Es imprescindible, además, el estudio de los fósiles (seres vivos o sus restos del pasado) para establecer la relación que existe entre los distintos afloramientos.

Desde que se empezaron a estudiar los fenómenos geológicos se ha visto que los estratos presentan diferentes

tipos de fósiles. Los conjuntos de fósiles variaban de acuerdo con las posiciones cronológicas de las rocas. La edad relativa de una capa de roca sedimentaria se podía determinar por la naturaleza de los fósiles que contuviera.

Al desarrollarse posteriormente las teorías evolutivas enunciadas por Darwin se demostró que los diferentes seres vivos, tanto animales como vegetales, han ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico siendo dicho proceso irreversible, cada especie ha vivido en el pasado durante un intervalo de tiempo concreto y nunca vuelve a aparecer. Los restos fósiles de estos animales se encuentran asociados a rocas sedimentarias y nos permiten dar una edad relativa de la roca en la que se encuentran.

Los **fósiles** son sustancias o impresiones más o menos petrificadas que por causas naturales se encuentran en la superficie de la Tierra, esto denota la existencia de organismos que no son de la época geológica actual.

Pueden ser huesos, conchas o madera, así como impresiones de cualquier parte de un organismo. También son fósiles los huevos y los excrementos de animales desaparecidos.

PROCESO DE FOSILIZACIÓN

La fosilización comienza con la descomposición del resto orgánico, primero las partes blandas, por putrefacción, debido a la presencia de microorganismos, terminando por afectar también a las partes inorgánicas de los esqueletos, se produce una disolución de las partes duras. Por ello es necesario un rápido enterramiento, aislándose de la atmósfera, para favorecer la fosilización por reducirse así la duración de la actuación de la putrefacción

Una vez aislado el resto orgánico se inicia el verdadero proceso de fosilización: recristalización, intercambios iónicos, etc., entre las sustancias del esqueleto del organismo y las del medio en el que se encuentra, esto conduce a la petrificación.

Los principales aportes de sustancias químicas fosilizantes son : carbonato cálcico, sílice, sulfuro de hierro, fosfato cálcico, sulfato cálcico y glauconita.

En ocasiones, desaparecen totalmente las sustancias originales del organismo, pero las reemplazantes reproducen fielmente su estructura, principalmente la interna. Otras veces se conserva incluso el nácar de las conchas incluidas en calizas, o los colores de las alas de los insectos fosilizados en ámbar (resina fósil). Otras veces, poseemos las huellas de la actividad biológica del organismo: pistas de reptación, perforaciones, huellas de pisadas, etc., que permiten deducir el grupo biológico que originó dichas huellas e incluso aventurar peso (por la profundidad de la impresión) y tamaño del organismo.

Las huellas quedan impresas en el barro blando que se endurece parcialmente. Si el barro es inundado por un río o por el mar, los sedimentos se depositarán sobre él preservando la forma de la huella. Con el paso del tiempo, el barro y el sedimento son comprimidos y se convierten en roca. La roca forma un molde de la huella.

UTILIZACIÓN DE LOS FÓSILES EN LA DATACIÓN RELATIVA

Como ya he indicado, la edad relativa de una capa de roca puede ser determinada por la naturaleza de los fósiles. Los fósiles son un índice para correlacionar rocas y las rocas que contienen los mismos conjuntos de fósiles son de la misma edad.

Se ha visto que la variación de los fósiles entre una capa y la siguiente no era gradual sino repentina. Parecía que como si hubieran sido sacados de la secuencia de rocas algún segmento, estas lagunas sirvieron como límites entre estratos adyacentes.

Para datar los estratos mediante el estudio de los fósiles es necesario definir lo que en geología se llama fósil guía o característico, es aquel que permite establecer una escala temporal relativa, ya que:

- debe de corresponder a un ser vivo que existiera en gran número y con facilidad de fosilización.
- debe de corresponder a un ser vivo que tuviera una amplia dispersión horizontal (debe haber ocupado amplias regiones para que sean útiles en correlaciones entre áreas geográficas alejadas)
- debe corresponder a un ser vivo que tuviera poca dispersión vertical (debe haber vivido poco tiempo y sufrido rápidas modificaciones morfológicas)

No obstante, en la actualidad se tiende a no considerar un solo organismo como indicador de tiempo, sino acudir a la presencia de asociaciones de diversos organismos tratándolos en conjunto, lo que proporciona más y mejores datos sobre la zona de estudio.

COLUMNA Y ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

Las rocas formadas durante un intervalo de tiempo definido nos dan

una base para establecer divisiones de tiempo en la historia geológica.

Estudios realizados han proporcionado gran información sobre

las distintas divisiones y subdivisiones del tiempo geológico, la llamada columna geológica.

La historia geológica la dividimos en las siguientes unidades, de mayor a menos:

- Eones: Un eón es el mayor intervalo de tiempo, en la Historia de la Tierra se han fijado 3:

◇ Arcaico– desde 3800 millones de años hasta 2500

◇ Proterozoico– 2500 hasta 570

◇ Fanerozoico– 570 hasta tiempos recientes

El Arcaico y el Proterozoico se agrupan en el Precámbrico

- Eras: Los eones se dividen en eras, las cuales están definidas a partir de grandes discordancias, comprenden varios millones de años.

El Fanerozoico se divide en tres eras:

◇ Paleozoico o Era Primaria– desde 570 hasta 245 millones de años

◇ Mesozoico o Era Secundaria– desde 245 hasta 66

◇ Cenozoico o Era Terciaria– desde 66 hasta tiempos recientes

Las eras del Fanerozoico están subdivididas en periodos y

épocas.

El Paleozoico o Era Primaria.

Esta Era abarca unos trescientos setenta millones de años y se

subdivide en seis períodos: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

Hasta este momento, todas las formas vivas antiguas, habitaron el medio acuático, principalmente el marino.

Se va a producir el desarrollo de distintos grupos de animales y plantas y la conquista por éstos de los continentes.

En el **Cámbrico** los organismos más importantes por su abundancia

son los *artrópodos* (*trilobites*), que caracterizan el periodo, y los *braquiópodos*, también existen *moluscos*, *equinodermos* y *espongiarios* primitivos (*arqueociátidos*), siendo la flora, acuática, del tipo de las *algas cianofíceas*.

Durante el **Ordovícico–Silúrico** perduran los *trilobites* y alcanzan

su apogeo los *braquiópodos*, siendo también importantes, por su abundancia, los *moluscos* (*cefalópodos*), *equinodermos* y *corales*. El grupo que mejor caracteriza estos dos períodos son los *graptolitos* (organismos coloniales), que evolucionan totalmente en este tiempo desapareciendo a principios del Devónico. En el Reino vegetal, aparecen y se desarrollan algas verdes (*clorofíceas*) y rojas (*rodofíceas*) y, hacia el final del Silúrico contamos ya con los primeros restos seguros de *plantas terrestres* que aun careciendo de hojas, raíces y frutos, realizaban la fotosíntesis en tallos y ramas.

Entre estos dos periodos, aparecen los primeros vertebrados, peces

marinos primitivos, sin mandíbulas que serán sustituidos por otros cubiertos por placas dérmicas y con mandíbulas que se adaptan a aguas dulces.

El **Devónico** está marcado por la conquista y colonización de los

continentes, que empezó a finales del Silúrico y se alcanza plenamente en este período. Los restos más importantes son los de los *artrópodo*, los *pelecípodos* y los peces. Aparecen los primeros anfibios mientras que se van poblando los continentes de una flora cada vez más diversificada.

En el medio marino destacan las grandes y numerosas colonias de

corales de tipo costero y los *braquiópodos* y los *crinoideos*, mientras que desaparecen casi por completo los *trilobites*.

Durante el **Carbonífero** se ha completado la colonización

continental, siendo igual de importante la manifestación de vida en ambos medios. En el marino son los (*goniatites*) los fósiles más importantes, al igual que los *braquiópodos* o los corales.

Entre los *trilobites* solo se mantiene un género que se mantendrá

hasta el Pérmico, en el que desaparecerá definitivamente. También se deben citar las *fusulinas*, de gran tamaño cuyos caparazones han constituido grandes acumulaciones durante este periodo.

En el medio continental destaca la abundancia de formaciones

vegetales que han dado lugar a la formación de carbón. Las *licopodiofitas* y *artrofitas* son ya formas con

raíces y hojas que dan paso a los vegetales con semillas del Carbonífero superior, las *gimnospermas* (*coníferas*, *cordaitales*, *pteridospermas*) y a las *pteridofitas* clásicas, siendo éstas las principales representantes de la flora carbonífera.

Entre los animales son importantes los *artrópodos*, y en el aspecto

evolutivo es de destacar la abundancia de anfibios y la aparición de los primeros reptiles que representan el éxito de la colonización de los continentes por los vertebrados.

Durante el **Pérmico** es de destacar, la desaparición de los trilobites

y de la mayor parte de los representantes de la abundante flora carbonífera, así como de los *tetracoralarios* y *braquiópodos* paleozoicos y la abundancia de los reptiles.

En este período se produce la orogenia hercínica que produce

cambios climáticos, geográficos y químicos que contribuyen las grandes modificaciones biológicas que existen entre el Paleozoico y Mesozoico.

El Mesozoico o Era Secundaria

Comprende tres períodos: Triásico, Jurásico y Cretácico.

Posee una duración de ciento sesenta millones de años.

Los materiales de esta Era son discordantes con respecto a los de tiempos anteriores estableciéndose los límites entre ambas unidades de tiempo.

Al terminar el Paleozoico desaparecieron gran parte de los

invertebrados, vertebrados y vegetales que poblaron continentes y mares, siendo sustituidos evolutivamente por grupos nuevos.

Se desarrollan enormemente los reptiles, tanto acuáticos como

terrestres, son los antecesores de: los mamíferos, que aparecen en el **Triásico** medio–superior y alcanzan su máxima diversificación al final del **Cretácico** y las aves, que aparecen durante el **Jurásico**. En el Reino vegetal desaparecen también durante el Jurásico las *pteridospermas* que tan importantes fueron durante el Paleozoico y Mesozoico inferior, siendo sustituidas por *cicadofitas* y posteriormente por las *coníferas*. Las *angiospermas* (*dicotiledóneas* primero, *monocotiledóneas* después) evolucionan y se extienden rápidamente gracias a la existencia de semillas protegidas por el fruto, lo que asegura su función reproductora.

No son, en esta Era, los fósiles de grandes reptiles, ni las aves, los

vertebrados o las plantas los empleados como fósiles guía, ya que no es fácil ni frecuente encontrar sus restos debido a que, al ser de vida continental, no han fosilizado ni se han conservado sus restos tan bien como los de los seres que poblaron en ese momento los mares.

Los fósiles principales van a ser los *cefalópodos* (*ammonites* y

belemnites), *braquiópodos* (*terebrátulas* y *rhyncholes*), corales (*exacoralarios*) y *foraminíferos*, así como

gasterópodos pulmonados y pelecípodos (avicúlidos, pectínidos, etc.).

El **Jurásico** presenta una gran abundancia y diversidad de faunas,

siendo en principal representante el grupo de los *cefalópodos*, los *braquiópodos*, los *equinidos* y *lamelibranquios*.

En el **Cretácico** siguen siendo los *ammonites* y *belemnites* los

fósiles principales, así como los *foraminíferos* y los *equinidos*. Presenta restos de vertebrados (generalmente huesos de dinosaurios) y vegetales (coníferas).

El Cenozoico o Era Terciaria.

El tránsito del Mesozoico al Cenozoico es muy marcado en el

registro fósil por los grandes cambios que se producen en flora y fauna, coincidiendo con las modificaciones producidas por la orogenia Alpina.

Abarca unos setenta millones de años y está subdividida en cuatro

períodos: Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno.

Desaparecen muchos grupos de reptiles, que van a ser sustituidos

por el grupo que caracteriza esta Era, los mamíferos placentados.ç

Entre los grupos fósiles principales se encuentran los de los

carnívoros, los de los insectívoros y los de los roedores, de los que se conservan principalmente las piezas dentarias. También, aunque no son tan abundantes sus fósiles, son importantes los primates (por estar relacionados con los homínidos).

Entre los invertebrados desaparecen los *ammonites* y *belemnites*

que caracterizaron el Mesozoico, siendo sustituidos por *microforaminíferos* y *nummulites*, que junto con los *equínidos exocíclicos*, son los fósiles más característicos de esta Era.

En cuanto a vegetación, predominan las angiospermas y se

expanden las plantas herbáceas.

El Cuaternario.

Abarca unos dos millones de años, los más recientes.

Se subdivide en: Pleistoceno (época Glaciar) y Holoceno (época actual).

La evolución climática del Terciario, haciéndose cada vez más frío,

culminó con las glaciaciones que cubrieron de hielo amplias regiones del Globo. Estos cambios climáticos condicionan las migraciones faunísticas características del Cuaternario, con la consiguiente dispersión de los animales y plantas, que así se adaptaban a las condiciones del medio.

Entre los animales característicos de etapas frías destacan el mamut

y aves no voladoras y de gran tamaño. Durante estas épocas se extinguen los grandes grupos de mamíferos de gran tamaño, siendo desplazados por los de pequeña talla, que se adaptan mejor y poseen mayor fecundidad.

En la flora predomina la pradera en épocas frías y el bosque en las interglaciares.

Como resultado de la evolución, llegamos a los grupos actuales,

siendo de gran importancia: los moluscos, las esponjas, los peces óseos, los insectos, las aves, los roedores y otros mamíferos.

Entre los mamíferos, la evolución de los primates fue fundamental

para nosotros:

En el Mioceno superior aparece el primer homínido, evolucionó hacia la postura erecta, abandona la vida arborícola, continua evolucionando hasta llegar a nosotros.

Desgraciadamente existe, en nuestro estudio, una amplia laguna de más de tres millones de años, lo que dificulta el seguimiento de la cadena evolutiva, de todas formas encontramos, por orden cronológico:

Australopithecus, Homo sapiens sapiens, Homo erectus y Homo sapiens neanderthalensis.

2. DATACIÓN CRONOLÓGICA ABSOLUTA.

La edad absoluta de una roca es la medida del tiempo transcurrida desde su formación hasta nuestros días expresada en años y sus múltiplos.

PRIMEROS INTENTOS DE DATACIÓN ABSOLUTA.

Los primeros intentos de datación absoluta son cálculos sobre la edad de la Tierra y no medidas directas de la edad de rocas concretas.

A lo largo del s. XVIII se seguía admitiendo, de manera generalizada, una cifra del orden de los 6000 años para la edad de la Tierra. Se propuso, a finales del mismo siglo, una edad de 75000, se basaron, para ello, en el calor interno y el índice de enfriamiento de la Tierra. Entre 1860 y 1870 se desarrolló una teoría según la cual en la Tierra hay una disminución progresiva de temperatura, según este descenso, la edad de la Tierra era de 100 millones de años.

Desde 1860 hasta 1910 se publicaron diferentes datos sobre la edad de la Tierra todos ellos basados en el espesor del registro sedimentario.

Otra peculiar teoría aplicada para estimar la edad de la Tierra es la de la salinidad cambiante de los océanos, que se considera que originariamente era de agua dulce.

Al inicio del s. XX, la edad de la Tierra era todavía del orden de los 100 millones de años.

MÉTODOS RADIOMÉTRICOS

La utilización de las técnicas radiométricas permitieron dataciones de rocas y de fenómenos geológicos ocurridos en el pasado. Los progresos realizados en este campo se deben al de la química isotópica. Los isótopos son aquellos átomos con un número másico (suma de neutrones y protones) distinto, pero con el mismo número atómico (número de protones en el núcleo).

En la Tierra existe un cierto número de elementos químicos naturales que son radiactivos, elementos que están formados por átomos inestables que, por pérdida de protones o neutrones y/o captura de electrones se convierten en otros elementos que forman átomos estables.

Estos métodos se basan en la medida de periodo de desintegración de un elemento radiactivo.

Los elementos químicos en la naturaleza se pueden presentar bajo tres formas diferentes, todas ellas con igual número de protones pero con diferencias en el número de neutrones. La primera forma es la más usual, es el elemento químico en cuestión. La segunda forma (en poca cantidad), contiene un número diferente de neutrones pero se trata de una forma estable (isótopos estables), que permanecen sin cambio a lo largo del tiempo. La tercera posee distintos neutrones y se encuentra en continuo cambio desde su formación (isótopos radiactivos).

Se conocen unos 70 elementos radiactivos, algunos de los cuales son fundamentales para la datación geológica absoluta.

Al núcleo atómico que sufre desintegración radiactiva se le conoce como isótopo inestable, mientras que al isótopo final se le denomina isótopo estable.

Tipos de desintegración radiactiva:

El núcleo de un átomo está formado por protones y neutrones. La forma y el número de protones y neutrones de un átomo inestable varía durante el proceso de desintegración radiactiva. Existen 3 mecanismos de desintegración.

- Beta:

Es el mecanismo más común.

En él se produce la pérdida de una partícula beta que proviene de un neutrón, convirtiéndose éste en un protón.

El resultado en el núcleo es de un protón más que al inicio, lo que hace que el número atómico posea una unidad más. Quedándose igual el número másico (la suma de protones y neutrones no varía).

- Captura electrónica:

Su núcleo adquiere un electrón de orbitales más internos del átomo, que se combina con un protón para formar un neutrón. El resultado es de un protón menos que al principio y un neutrón más.

El núcleo se transforma en un elemento nuevo. Su número atómico es menor en una unidad mientras que su número másico permanece igual.

- Desintegración alfa:

La partícula alfa está compuesta de dos protones y dos neutrones (núcleo del átomo de Helio)

Consiste en extraer del núcleo del elemento original una partícula alfa, perdiendo dos protones y dos neutrones.

El resultado consiste en la pérdida en dos unidades en el número atómico y cuatro en el número másico.

Desintegración Radiactiva

La desintegración es independiente del entorno físico o químico, es la misma en el manto, en un magma o en una roca sedimentaria.

La desintegración de un isótopo y la transformación en otro supone que la cantidad del isótopo inestable disminuye con el tiempo mientras que el isótopo estable aumenta.

La desintegración del isótopo radiactivo es irreversible.

La tasa en un elemento radiactivo es su vida media, el tiempo necesario para que la cantidad del isótopo se reduzca a la mitad. El número de átomos inestables sumado al número de átomos estables es igual al número de átomos iniciales del átomo inestable.

Los isótopos radiactivos tienen distintas vidas medias, varían desde días o años hasta cientos de millones, éstos últimos pueden ser utilizados para medir largos periodos de tiempo, por ejemplo el tiempo geológico.

LAS HERRAMIENTAS DE LA GEOCRONOLOGÍA.

Hasta hace poco, los minerales radiactivos aprovechables para fechar sucesos geológicos eran buscados principalmente en las rocas ígneas, ya que son las que mejor determinan las edades absolutas. Sin embargo el desarrollo de nuevas técnicas, particularmente el uso del potasio radiactivo (muy abundante en las rocas y vida media de 1251 Ma), ha extendido el método de determinación de edad a algunas rocas sedimentarias. La datación absoluta de estas rocas suele ser dificultosa debido a que puede existir la presencia de minerales heredados de rocas más antiguas que pueden enmascarar la edad de la roca. Para datar estas rocas se utilizan minerales neoformados. De todas formas la datación en estas rocas es poco fiable.

La datación absoluta en rocas metamórficas presenta mayor dificultad. Es necesario conocer su historia, ya que puede derivar de la roca original o puede haber sufrido transformaciones ó recristalizaciones.

MÉTODOS MÁS USUALES PARA LA DATACIÓN ABSOLUTA.

En la actualidad son tres los métodos más usuales de datación radiométrica aplicables a rocas de cualquier edad:

Método Potásico–Argón

Se puede aplicar sobre una roca volcánica, bien en su totalidad, bien sobre alguno de los minerales. El potasio es uno de los ocho elementos más abundantes de la corteza terrestre y un 0'4% corresponde a ^{40}K radiactivo. La desintegración del mismo suministra un 11% de ^{40}Ar y un 89% de ^{40}Ca , al tiempo que emite partículas beta. La medida del calcio no es posible por ser un elemento muy abundante en las rocas y por tanto lo que se mide es ^{40}Ar .

Método Rubidio–Estroncio

Es un método aplicable a diversos minerales de rocas ígneas o metamórficas. En el caso de las rocas ígneas data la edad de la solidificación, por tanto de la roca, mientras que en rocas metamórficas data la última etapa de metamorfismo. El rubidio es un elemento poco común en la corteza terrestre, pero un 28% del mismo corresponde al isótopo radiactivo ^{87}Rb . Se descompone dando como elemento hijo ^{87}Sr , emitiendo partículas beta.

Método Uranio–Thorio–Plomo

Especialmente aplicable a rocas ígneas, entre ellas las graníticas.

Este método comprende varios procedimientos relacionados con las cadenas de desintegración de ^{238}U , ^{235}U y ^{232}Th , que tienen como elementos finales ^{206}Pb , ^{207}Pb y ^{208}Pb , emitiendo partículas alfa.

MÉTODOS RADIOMÉTRICOS ESPECIALES PARA MATERIALES CUATERNARIOS.

Los métodos anteriores apenas se pueden aplicar al intervalo de tiempo más reciente, concretamente al último millón de años. Un método utilizado con mucha frecuencia para materiales del Cuaternario es el ^{14}C , que se aplica sobre la materia orgánica de los sedimentos. El ^{14}C se combina con el oxígeno, para formar un bióxido de carbono especial, C^{14}O_2 , que circula en la atmósfera y alcanza la superficie de la Tierra, donde es absorbido por la materia viviente. Se ha encontrado que la distribución del carbón-14, alrededor del mundo, es casi constante. Existe una pequeña cantidad de carbón-14 en toda materia viviente, cuya desintegración se inicia cuando el organismo muere.

Posee una vida media de unos 5600 años y comienza a cambiar a ^{14}N espontáneamente. Cuanto más tiempo haya transcurrido desde la muerte del organismo, menor será la cantidad que retenga de carbón-14. Así, cuando encontremos carbón-14 en un pedazo de madera o en un hueso carbonoso, observando la cantidad que en él se encuentre podemos deducir el tiempo que ha transcurrido desde que el organismo murió.

Es utilizado para datar procesos geológicos que no superen los 40000 años. Y más allá de la geología, para datar pinturas antiguas u objetos arqueológicos.

Las mayores dificultades de datación absoluta corresponden al intervalo de los 35000 años hasta el millón de años. Para ello se utilizan los métodos del Thorio-230/Protactinio-231 y Uranio-234/Thorio 230/Radio-226.

MÉTODO DE DATACIÓN BASADO EN LAS HUELLAS DE FISIÓN.

La desintegración espontánea de algunos elementos radiactivos

produce núcleos más pequeños. Estos últimos producen en los minerales unas huellas lineales a las que se les llama trazas de fisión.

El ^{238}U es el elemento de mayor interés en la actualidad para efectuar medidas de edades absolutas por trazas de fisión. Los minerales ricos en este elemento quedan dañados por el efecto del bombardeo que sufren desde el centro al fisionarse espontáneamente en dos núcleos que se dirigen en direcciones opuestas a través de la estructura cristalina, arrancando electrones de átomos próximos.

La datación de la roca se obtiene midiendo la cantidad de huellas de fisión por unidad de superficie y dividiendo por la concentración de uranio en el mineral.

Es un método que ha suministrado excelentes resultados en la datación de rocas volcánicas del Cuaternario y

del Neógeno.

CORTE GEOLÓGICO

- Calizas con Ceratites
- Calizas con corales Escleractinios
- Areniscas con Dinosaurios
- Pizarras con Trilobites
- Granito
- Basalto

Existen tres zonas distintas:

- Zona ígnea: Ocupada por el granito, las chimeneas y las lavas expulsadas por el volcán.
- Zona metamórfica: Ocupada por las pizarras y la aureola generada por la intrusión magmática.
- Zona sedimentaria: Corresponde al resto de los materiales del Corte.

Durante la Era Primaria, se produjo el depósito de las arcillas en un medio marino, debido a su espesor. Estos materiales sufrieron un proceso de metamorfismo y se transformaron en pizarras posteriormente fueron plegados. Estas pizarras poseen trilobites, artrópodos marinos que vivieron durante el Paleozoico, con lo cual, podemos deducir que, las pizarras pertenecen también a esta Era. Las pizarras constituyen el zócalo.

Después se produjo una falla inversa (el bloque elevado apoya sobre el plano de falla) debida a un movimiento compresivo y una intrusión magmática (durante una fase distensiva) que dio lugar a una aureola de metamorfismo de contacto. Al solidificarse, el magma dio lugar a un plutón (porque está en el interior y no ha logrado salir) granítico.

Posteriormente tuvo lugar una regresión marina actuando sobre los materiales los agentes geológicos externos, lo que produce una fuerte erosión.

Tiene lugar una trasgresión marina y comienza un segundo episodio sedimentario, esta vez se sedimentan:

- Calizas con Ceratites. Los Ceratites eran cefalópodos marinos que vivieron durante el Triásico, esto nos indica la edad de la roca.
- Calizas con Corales Escleractinios. Estos corales aparecieron a principios del Mesozoico.
- Areniscas con Dinosaurios. Estos animales vivieron durante todo el Mesozoico, las areniscas debieron de depositarse en algún momento de esta Era.

De nuevo tiene lugar una regresión marina.

Los materiales se pliegan suavemente produciéndose un basculamiento hacia la izquierda del corte. El terreno se falla, esta vez es una falla directa, debido a una fuerza de distensión. Quedando expuestos a la erosión, los materiales dan lugar un relieve en cuesta y el desenterramiento de materiales paleozoicos.

Posteriormente se produce una erupción, se forma un volcán y los materiales de la Era Primaria quedan cubiertos por coladas de lava.

BIBLIOGRAFÍA

- **Geología.**

Alfonso Meléndez Hevia

Fernando Meléndez Hevia

- **Geología.**

Enric Banda

Montserrat Torné

2º Bachillerato. Ed. Santillana

- **Geología.**

Jose L. Amoros Potoles

Freancisco J. García Abbad–Jaime de Aragón

Enrique Ramírez Sánchez–Rubio

Rafael Simancas Perez.

Ed. Anaya. Manuales de orientación universitaria.

- **Gran Atlas Ilustrado del Mundo.**

Ed. Plaza y Janés.

- **Cortes Geológicos. Construcción e interpretación**

Angel Gonzalo Jiménez

F. Javier From Marín

Alejandro Gascuña Mantínez

C.O.U.–Selectividad

- **Geología.**

J. Dercourt

J. Paquet

- **Origen e Historia de la Tierra**

Anguita.

Ed. Rueda.