

Geocronología

(de geo, Tierra; chronos, tiempo; logos, el verbo, la razón)

Conjunto de métodos que permiten datar formaciones geológicas, formas topográficas, vestigios de plantas y animales, tejidos antiguos y, en consecuencia, reconstituir evoluciones paleontológicas.

La geocronología primero fue relativa y estuvo fundada sobre los principios de la sedimentación de los limos, arenas y objetos del fondo de mares y lagos, establecidos en el siglo XVIII y a comienzos del siglo XIX por los primeros geólogos: los depósitos y vestigios más antiguos están recubiertos por los depósitos y vestigios más recientes; las faunas marinas más antiguas son diferentes de las faunas más recientes y de las faunas actuales, y sus vestigios o fósiles permiten distinguir unas de otras, y formular las hipótesis de que las formaciones geológicas alejadas en el espacio, pero que presentan faunas idénticas, tienen probablemente la misma edad. Las diferencias radicales de faunas marinas fósiles entre series de capas de terreno o estratos superpuestos han permitido distinguir cuatro grandes períodos: una época antigua más o menos desprovista de fósiles (el Precámbrico); después las eras primaria, secundaria y terciaria. Ha sido individualizada una era cuaternaria por restos humanos y depósitos glaciares poco alterados. Cada era se divide a su vez en períodos y pisos, estos últimos correspondientes a una serie limitada de fósiles muy característicos, el estratotipo, observado en un lugar preciso, que frecuentemente da el nombre al piso (por ejemplo, Estampiano para los calcáreos de la era terciaria observados cerca de Étampes).

Los investigadores quisieron precisar luego la duración de cada piso y cada era. La única solución era comparar el espesor de las formaciones geológicas de un piso dado con el de una capa de limo o de arena depositada en un tiempo conocido en el fondo de un lago o de un mar (teniendo en cuenta el asentamiento y la compactación de los sedimentos en el transcurso del tiempo, y el peligro de la transposición de las velocidades de sedimentación actuales en el pasado, cf actualismo). Así se han obtenido las duraciones aproximadas para cada piso y, remontándose desde el presente hacia el pasado, para cada era.

Desde fines del siglo XIX, un naturalista sueco, G. de Geer (1912) tuvo la idea de contar las barbas, capas finas de fango depositadas cada estación en el fondo de los lagos, y que se distinguen por el color y la textura: finas y oscuras en invierno, cuando el hielo limita la erosión; más arenosas y claras en verano, cuando las laderas son degradadas; a cada pareja claro-oscura le corresponde entonces un año, y él pudo remontarse así hasta a doce milenios antes de nuestra era. Asimismo, cada anillo de tronco de árbol corresponde al crecimiento de un año. El recuento de los anillos de un tronco fósil da la edad del árbol, y a partir de allí una edad relativa mínima para los suelos y formaciones sobre las cuales ha crecido. Las secuoyas, que viven varios millares de años, han permitido de este modo remontarse hasta varios milenios (cf. De Martín, 1974). M.F. André (1993) utiliza el diámetro de ciertos líquenes de crecimiento lento para estimar la edad mínima de formas y formaciones muy recientes en medio periglacial.

Penck y Brückner (1909) se basaron en la altitud, la superposición eventual y la alteración relativa de formaciones glaciares y fluvio-glaciares sobre el piedemonte bávaro de los Alpes para establecer, a principios del siglo XX, una cronología relativa de la era cuaternaria, con cuatro períodos fríos o "glaciares" -Günz, Mindel, Riss y Würm-, separados por períodos tibios denominados interglaciares, un primer período frío anterior al Günz, el Donau, sería más incierto. Esta cronología relativa fue después correlacionada con los vestigios glaciares del norte de Europa (Menapiano, Elster, Saale, Vistulano) y los de América del Norte (Kansas, Illinois I, Illinois II, Wisconsin), luego afinada con la puesta en evidencia de varias fases o "estadios" de avances y retrocesos de los glaciares en el interior de los períodos fríos. Asimismo, los botánicos y biogeógrafos han ubicado, gracias a los pólenes fósiles, cortejos florísticos diferentes, desde arriba hacia abajo, de depósitos fangosos y turbosos de la era cuaternaria, y han deducido a partir de allí la existencia de períodos climáticos, alternativamente fríos o tibios, hasta los últimos siglos (períodos atlántico, boreal, etc.), que pueden servir de referentes para otros fenómenos.

Desde mediados del siglo XX, los métodos radiocronológicos han permitido datar con precisión las rocas y los restos orgánicos y lograr una geocronología absoluta. La expresión está mal elegida, porque una cronología es siempre relativa a una marca, un origen convencional. La expresión "geocronología radiométrica" es en el fondo la más pertinente, puesto que estos métodos de datación se fundan en la medida de la radioactividad de los elementos contenidos en las rocas. Estos métodos se fundan en la propiedad de ciertos elementos radioactivos, contenidos en las rocas y los fósiles, de desintegrarse en elementos más estables del mismo cuerpo (sus isótopos) o de cuerpos vecinos, según una ley de decrecimiento exponencial de período conocido. Si se dispone de la masa teórica de elementos radioactivos durante la génesis de una roca o durante la vida de un organismo carbonado, y de la masa residual del mismo elemento hoy en una muestra, se puede determinar cuántos períodos completos o porciones de períodos se han desarrollado entre la creación de la roca y el Actual, o entre la muerte del organismo que contiene el carbono y el Actual, y en consecuencia, cuántos años (el Actual o "Presente" fue fijado por convención en el año 1950, lo que da un número de años BP, Before Present). Por ejemplo, la mitad del potasio 40 radioactivo se transforma en argón 40 en 1270 millones de años; la mitad del uranio 238 se convierte en torio 230 en 75.000 años aproximadamente; la mitad del carbono 14 radioactivo contenido en los vestigios orgánicos (madera, hueso, conchas, tejidos) se transforma en carbono 12 estable en alrededor de 5.730 años. Las cantidades de

elementos en juego son muy débiles, y los riesgos de error no son despreciables, sobre todo para los restos orgánicos, que pueden haber sido contaminados por infiltraciones carbonadas o contactos con carbono más reciente luego de su ubicación, lo que aumenta la tasa de carbono 14 y "rejuvenece" las dataciones. Es necesario, entonces, controlar siempre una datación por varias mediciones, ya sea de la misma muestra, ya sea de muestras próximas, confrontar una datación radio-isotópica con otros medios de datación cuando sea posible (archivos, anillos de árboles, barbas...) (cf. M. Derruau, 1996).

Las dataciones radiocronológicas absolutas han permitido corregir o confrontar las cronologías estratigráficas relativas del siglo XIX. Los investigadores pudieron precisar la edad de fenómenos o materiales ya conocidos, como la inversión de la dirección de imantación de los minerales magnéticos en las rocas volcánicas, en el pasado (paleomagnetismo remanente, que permite distinguir períodos como los de Matuyama y Brunhes, para la era cuaternaria), o las cenizas volcánicas (tefrocronología); pudieron datar las variaciones de las relaciones entre Oxígeno 16 y Oxígeno 18 en las conchas de fósiles marinos, que dependen de las variaciones de temperatura de las aguas marinas, y que permiten establecer curvas de paleotemperaturas (cf. C. Emiliani, 1966). Ellos constataron, de este modo, que las fases frías de la era cuaternaria (o "estadios isotópicos) eran mucho más numerosas y más cortas que los cuatro o cinco períodos clásicos de Penck et Brückner, hoy cuestionados nuevamente.

Este hecho recuerda que, a pesar de los progresos técnicos, la geocronología es aún imperfecta, integra siempre un cierto margen de error, y que su utilización en las reconstituciones paleogeográficas debe ser muy prudente.

Bibliographie