

DIVULGACION CIENTIFICA

¿Vivimos en un período interglacial frío y seco?

En el curso de su historia, la Tierra ha conocido cambios de clima muy importantes. Esos cambios se presentan bajo un doble aspecto: el fenómeno paleotérmico y la vuelta de los períodos interglaciales. Fenómeno paleotérmico: hasta un período geológico determinado, el clima fué uniformemente cálido, casi tropical, sobre toda la superficie terrestre; después un enfriamiento progresivo principió en las zonas moderadas y polares. Fenómeno de "glaciaciones": en diferentes épocas geológicas, y desde las más remotas, glaciaciones acompañadas de fuertes bajas de temperatura se han repetido a intervalos diversos, y de ahí las alternaciones de climas cálidos y climas fríos. Mientras que el fenómeno paleotérmico constituye una evolución dirigida siempre en el mismo sentido, las glaciaciones ofrecen cierta periodicidad, cierto ciclo de repetición. En tanto que esos cambios sean periódicos, resulta posible su repetición en el porvenir. Algunos meteorólogos y geofísicos predicen el próximo retorno de un período glacial.

Para que tal pronóstico sea eficaz, es importante establecer las causas de esas glaciaciones. Es preciso buscarlas en la radiación del sol, el astro que calienta e ilumina nuestro planeta, sobre el que produce y conserva la vida? O será preciso buscarlas en las propiedades del espacio que atraviesa el sistema solar, en su recorrido por entre millones de estrellas? O en los cambios que se producen en la

Tierra misma? Varias hipótesis de estos tres tipos han sido formuladas para explicar las glaciaciones periódicas, pero ninguna se puede considerar hasta ahora como enteramente satisfactoria.

Poisson supuso que el sistema solar, en su movimiento, atraviesa zonas del espacio celeste que son alternativamente cálidas y frías. Esta hipótesis podía parecer de fantasía antes del descubrimiento de la rotación de la Vía Láctea (la cual todavía está en estado hipotético). Según el profesor Forbes, un ciclo glacial de 200 o 210 millones de años, ya comprobado siete veces desde la formación de las rocas más antiguas hasta la glaciación permocarbonífera, es debido al oscurecimiento periódico del sistema solar, causado por una nube cósmica interpuesta entre el sol y el centro de la Vía Láctea, precisamente en el curso de la rotación de ésta. Pero esta hipótesis no puede explicar las últimas potentes glaciaciones del cuaternario, cuya duración (comprendiendo las épocas interglaciales) ha sido del orden de alrededor 100.000 años por ciclo.

Existe un cierto número de hipótesis que atribuyen la causa de los períodos glaciales a un cambio de la geografía física de nuestra Tierra: cambio en la situación de los continentes y de los mares con relación al polo terrestre; alzamientos verticales de áreas continentales; cambio producido por la acción combinada de la precesión y de la variación de la excentrici-

dad; variaciones de la proporción de anhídrido carbónico contenida en la atmósfera terrestre. Algunas de esas hipótesis son bastante ingeniosas, pero ninguna de ellas da una explicación suficiente.

Si, por ejemplo, se invocan los desplazamientos periódicos de los polos, se ve en seguida que las oscilaciones de éstos alrededor de un punto medio tienen muy poca amplitud para que se pueda explicar así los cambios de clima. Además, esta explicación implicaría la simultaneidad de los períodos glaciales y de los períodos cálidos en los territorios correspondientes de los dos hemisferios de la Tierra, cosa contraria a los datos de la geología. Según la famosa teoría de Wegener, son los continentes los que se desplazan en el magma líquido, y por consiguiente con relación al polo. Esta teoría debería igualmente explicar las glaciaciones, pero con la condición, como antes, de que se admita un sincronismo de glaciaciones y de períodos cálidos en el hemisferio boreal y en el austral, en una cierta posición de las áreas continentales con relación a los polos, lo que desmienten los hechos.

Si se atribuye la causa de las glaciaciones al fenómeno periódico de la precesión de los equinoccios y de la variación asociada de las excentricidades de la órbita terrestre, conforme a las ideas de Adhemar, de James Croll y de Robert Ball, se halla que el resultado no concuerda con la cronología de los períodos glaciales: y la última época glacial del pleistoceno, que comprende por lo menos cuatro períodos glaciales, separados por períodos interglaciales, de corta duración según la escala geológica, queda inexplicable.

Según Haug, la progresión y la retirada de los glaciares resulta, de la elevación y del hundimiento de las áreas continentales. La dificultad de esta teoría consiste en que a las elevaciones de ciertas áreas

debería corresponder el hundimiento de otras, con elevación eventual de la temperatura; esta correlación es casi imposible establecerla y demostrar que es constante.

Si se sigue la hipótesis enunciada por Ampère y Brogniart, desarrollada por Arrhenius y sostenida por Frech, según la cual las glaciaciones son debidas a las variaciones del tenor de anhídrido carbónico de la atmósfera terrestre, se encuentra también un cierto número de dificultades. El aumento de ese gas en la atmósfera proviene, según la teoría, de las emanaciones volcánicas; si la actividad volcánica se manifiesta periódicamente, se puede suponer que las variaciones del clima son función de las variaciones de la intensidad del volcanismo. Las glaciaciones corresponderían así a las épocas del volcanismo decreciente; pero la última glaciación pleistocénica contradice esta hipótesis, porque esta época se ha señalado por una intensa actividad volcánica, principalmente en Islandia, en Francia y en Italia, en el Archipiélago, en la América del Norte. En fin, los volcanes no solamente emiten gases, mas también humo y cenizas, que penetrando en la atmósfera superior van a formar una pantalla que no deja pasar el calor del sol, lo que provoca, no el aumento, sino la disminución de la temperatura de la superficie terrestre. Los geofísicos y los geólogos no se consideran satisfechos con las hipótesis mencionadas y continúan buscando una mejor explicación. Recientemente, el astrónomo argentino L. Zimmer ha propuesto una nueva hipótesis; según ella las glaciaciones periódicas se explican por las oscilaciones de la inclinación del eje terrestre sobre la eclíptica; estas oscilaciones son, según Zimmer más considerables de lo que se cree de acuerdo con las teorías clásicas. Se sabe que el eje terrestre forma con el plano de la eclíptica un cier-



to ángulo que se conserva en la revolución anual de la Tierra a lo largo de su órbita al rededor del sol. Al conservarse este ángulo, el eje de la Tierra describe al rededor del eje de la eclíptica una superficie cónica: la revolución completa se hace en 21.000 años: así el plano del ecuador corta el plano de la eclíptica, no siguiendo una línea inmóvil, sino siguiendo una línea que se desplaza cada año en un ángulo pequeñísimo, de donde el fenómeno de la precesión. Pero este ángulo conserva exacta y constantemente su magnitud? No, dice Zimmer; este ángulo experimenta ciertas oscilaciones en el curso de las edades geológicas, por la acción de cuatro causas: caída de meteoritos sobre la Tierra, mareas, radiación cósmica y radiación solar. La radiación solar basta para provocar un atraso de la precesión y como consecuencia de este atraso la oscilación periódica del eje terrestre con relación a la eclíptica. Un cálculo sencillo muestra que la radiación solar produce un atraso de la precesión que constituye un porcentaje considerable del conjunto del movimiento de precesión. Según las teorías modernas, la radiación está constituida de fotones—pequeños paquetes de energía—que semejan balas tiradas por una ametralladora. Cada foco tiene una cierta masa definida y, cuando se lanza del Sol a la Tierra, produce exactamente el mismo efecto que una bala de un fusil colocado en el sol. Estas balas golpean sobre la Tierra siempre del lado que mira al sol. Así nace una fuerza que tiende a hacer girar la Tierra al rededor de un eje perpendicular a la eclíptica y en oposición con el movimiento de precesión. Estos cambios periódicos de la inclinación del eje terrestre sobre la eclíptica provocan periódicamente las glaciaciones.

La hipótesis de Zimmer se basa sobre un número de suposiciones problemáticas, muy alejadas del carácter de una verdad

científica bien establecida. Las causas y los efectos del mecanismo que él describe no son ni suficientemente claros ni convincentes. Si las radiaciones del sol intervienen en la determinación del movimiento de los planetas en combinación con la fuerza de la gravitación, es preciso crear una nueva mecánica celeste.

Es dudoso que los astrónomos acepten tal posición para este problema y semejante solución.

La fuente principal de calor sobre la Tierra es el sol. No debe, pues, buscarse la causa de las glaciaciones sobre la superficie de la Tierra, no en los cambios sucedidos en la Tierra, sino en los cambios periódicos que acaecen en el sol y en su radiación?

Esta hipótesis ha sido recientemente propuesta y desarrollada por el meteorologista inglés Sir George Simpson, que la aplicaba al último período glacial, el del pleistoceno. En esta época, dice Simpson, sobrevino un cambio en la intensidad de la radiación solar. Eso significa que esa radiación disminuyó? No, responde Simpson, por el contrario, aumentó. Por paradójico que ello pueda parecer, el aumento de la radiación solar es susceptible de provocar un enfriamiento de la Tierra.

Esta paradoja aparente se explica por la consideración de que la cantidad de calor que la Tierra recibe efectivamente del Sol depende no solamente de la radiación solar, sino también de las condiciones atmosféricas que dominan en la cubierta aérea de la Tierra. Las nubes forman una especie de pantalla que no deja llegar hasta la superficie terrestre sino una parte bastante débil de las radiaciones solares.

El balance entre el calor que llega del sol y el calor irradiado por la Tierra depende en general más bien de la proporción de la superficie cubierta por las nubes que de la temperatura. En las condi-

ciones actuales, al rededor de la mitad del cielo está, en promedio, cubierta de nubes. Las nubes parecen claras porque reflejan la luz solar; las radiaciones reflejadas vuelven al espacio y no contribuyen al calentamiento de la Tierra; la cantidad de esas radiaciones reflejadas representa 43% de todo el calor que llega del sol a la Tierra. Pero las nubes representan ellas mismas un producto de la actividad solar. La diferencia de temperatura en el ecuador y en los polos engendra el fenómeno de la circulación atmosférica y de los vientos: en caso de aumento de la radiación solar, la Tierra comienza a calentarse más; pero el ecuador se calienta más que las regiones polares, y esta diferencia activa la circulación atmosférica general; como resultado de ese proceso, la evaporación del agua oceánica aumenta y la cantidad de nubes crece; la precipitación pluvial aumenta al mismo tiempo. Así el aumento de la cantidad de nubes provoca el aumento de la proporción de las radiaciones solares reflejadas por las nubes: un nuevo balance entre el activo y el pasivo del calor se establece. La temperatura aumentará en el ecuador y lloverá más. En las latitudes superiores la cantidad de lluvias y de caídas de nieve aumentará. Hasta un cierto momento del refuerzo de las radiaciones polares, una acumulación de hielos y nieves podrá producirse, la cual no se fundirá. Estas acumulaciones sucesivas forman un período glacial. Si la radiación aumenta aún más, los hielos se funden, cae mucha agua pero la acumulación de las

nieves no se produce. Si por el contrario, la radiación solar disminuye, el proceso sigue en orden inverso.

Simpson muestra que durante el período pleistoceno, hubo dos máximos de radiaciones solares y que a cada uno de ellos correspondieron dos períodos interglaciales. Entre dos pares de períodos glaciales hubo un largo período interglacial; hubo, además, dos períodos interglaciales cortos, entre el primero y el segundo y entre el tercero y el cuarto. El primero y el tercer período interglacial, cálidos y lluviosos, correspondían a los máximos de la radiación solar; el segundo período interglacial, frío y seco, correspondía a su mínimo. Nos acercamos hoy al mínimo de la radiación solar. Pero si esta radiación aumentara más, sobrevendría un nuevo período interglacial, y en ese caso nuestra época debe calificarse como "Período interglacial frío y seco".

Digamos, por otra parte, que el pronóstico de un posible nuevo período glacial ha sido ya hecho por otros investigadores, mediante el estudio de nuestra vegetación. La teoría de Simpson se apoya sobre la posibilidad de un cambio periódico de la radiación solar. Eso debe significar que nuestro sol es una estrella variable, y que fuera del ciclo undecenal, de Schwabe, existen otros ciclos más largos en el cambio de la radiación solar. Cómo demostrar estos hechos? Estamos aún en la zona de los enigmas.

(Tomado de la Revista "LE MOIS").