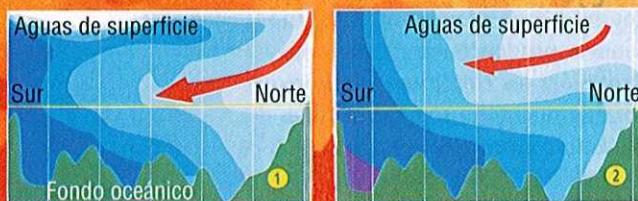


Si la Corriente del Golfo se extinguiera...

LA CORRIENTE DEL GOLFO Y SU INFLUENCIA

H. Guilleminot



Secciones del Atlántico

La Corriente del Golfo (en rojo observada por un satélite) se ve amenazada por el crecimiento del efecto invernadero, que corre el riesgo de ralentizar la circulación oceánica. Es arrastrada por la zambullida de las aguas de superficie que vienen de mezclarse con las aguas profundas en el Atlántico Norte (1). Según los modelos climáticos, el re-

calentamiento podría limitar este braseo (2) debilitando la circulación de las corrientes de la Corriente del Golfo.

La circulación oceánica desempeña un papel crucial en el clima ya que podría ser ralentizada (incluso parada) por el aumento de los gases de efecto invernadero. ¿A qué se asemejaría entonces el planeta sin la Corriente del Golfo?

Las tormentas devastadoras de finales de 1999 tuvieron el mérito (si puede decirse) de alertar al público sobre el cambio climático debido al efecto invernadero. Las medidas han llevado a relacionar las catástrofes reales del pasado invierno con las que (si se cree en los modelos climáticos) acompañarán al recalentamiento en el próximo siglo (1). La ironía de la historia es que los climatólogos que

fueron los primeros en dar la señal de alarma hace más de diez años, están hoy reticentes a imputar tan pronto estas tempestades al famoso cambio global del clima.

Y no es que el recalentamiento sea puesto en duda sino que, por el contrario, jamás ha sido tan probable. Todos los modelos que se utilizan en los más potentes ordenadores y todas las consideraciones de Física y Climatología convergen hacia un aumento de temperatura media en el siglo XXI. De año en año con el afinamiento y la complejidad de los modelos, esta tendencia se confirma cada vez más claramente y no se encuentra prácticamente ningún científico que la refute. Las hipótesis que, en los años 80, se oponían al recalentamiento no han resistido exámenes más profundos.

Además, todos los modelos climáticos simulan un aumento de las perturbaciones de todo tipo de tempestades y tornados (ligados al aumento de la evaporación y, por lo tanto, del ciclo hidrológico). Por consiguiente, lo mismo si los huracanes fuesen de una violencia excepcional y el recalentamiento es casi cierto, no se puede afirmar o invalidar que los primeros anuncian al segundo. Con la prudencia que caracteriza su profesión, los científicos admiten que estas tempestades son compatibles en el cambio climático.

Benefactora corriente marina

Pero es otra consecuencia del efecto de invernadero, menos continua, menos visible y por tanto cargada de incertidumbres y de inquietudes sobre todo para nosotros, habitantes de Europa Occidental: es el debilitamiento, o la paralización de la Corriente del Golfo, la beneficiosa corriente marina a la que debemos la suavidad de nuestro clima. Los modelos numéricos simulan todos el recalentamiento considerable de la circulación termohalina, esta inmensa "alfombra rodante" oceánica que transporta y distribuye el calor a tra-

vés del globo siendo el Noroeste de Europa el primer beneficiario ¿Vemos en 30 años a Bretaña temblar de frío bajo la nieve, mientras que el resto de Francia se calienta inexorablemente? El panorama es caricaturesco y arriesgado: "Nosotros no estamos todavía para la modelización regional de las consecuencias de la paralización de la Corriente del Golfo", señala Jean Claude Duplessy, director del Laboratorio de Paleoclimatología de Ciencias del Clima y del Medio Ambiente (LSCE) en Gif-sur-Yvette (Laboratorio CEA-CNRS). Estas consecuen-

y salada se dirigen hacia el Norte del Atlántico. Llegadas al Mar de Noruega, estas aguas se enfrían bajo el efecto de los vientos y de las tempestades invernales, cediendo su calor al aire. Frías y saladas, se hacen tan densas como las de las aguas profundas y se sumergen entonces en el fondo del Atlántico. Allí, esta corriente fría vuelve hacia el Atlántico Sur, después hacia los Océanos Índico y Pacífico donde, después de haber recorrido miles de kilómetros en las profundidades, las aguas se remontan lentamente para mezclarse con las aguas

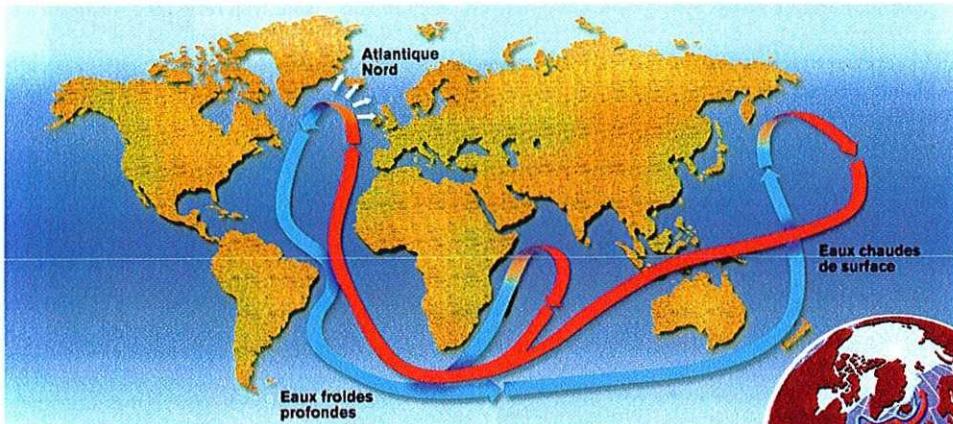
Un crecimiento rápido de los gases del efecto invernadero puede parar la circulación oceánica, mientras que ésta solamente se ralentiza si la misma concentración se alcanza más lentamente

cias, difíciles de evaluar, podrían no afectar únicamente a regiones del Norte de Europa.

La circulación termohalina desempeña un papel crucial en el clima del planeta. El sol aporta cinco veces más energía a las regiones ecuatoriales que a las latitudes altas, pero esta desigualdad está parcialmente compensada por el océano y la atmósfera, que transportan el calor de zonas calientes hacia las más frías. La circulación termohalina asegura la mitad de esa redistribución. Como su nombre indica (termohaline viene del griego *termos*, caliente y *halos*, sol) esas corrientes no son animadas por los vientos, sino por la diferencia de temperaturas y la salinidad de las aguas. Procedente del Océano Índico, del Pacífico, del Golfo de México, enormes cantidades de agua caliente

de superficie. Éstas son introducidas en la gran corriente que se dirige hacia el Atlántico Norte y así sucesivamente. El ciclo se cierra en alrededor de 1.500 años.

El Atlántico Norte es, por lo tanto, el único lugar donde se establece un inmenso braceo entre los diversos estratos del océano. Lugar estratégico en la vía marina es ahí donde el oxígeno disuelto en las aguas de la superficie desciende hacia los abismos submarinos y sustenta los microorganismos de los grandes fondos y sobre todo para el clima. Mientras la temperatura de las aguas de superficie oscila entre 10 y 15 °C, tres mil metros más abajo no supera los 3 °C. El calor perdido en la *zambullida* transferido a la atmósfera y llevado por los vientos del Oeste, beneficia a los países europeos ribereños



La larga migración de las corrientes

La circulación oceánica (llamada también termohalina), mantenida por la diferencia de salinidad y temperatura de las aguas, juega un papel climático considerable. Sus diversas corrientes, desde la Corriente del Golfo lleva las aguas calientes de superficie hacia el Atlántico Norte donde se enfrían transfiriendo su calor al aire. Se sumergen a gran profundidad y vuelven a partir hacia el Sur...



Debate masiva de los icebergs

Así pues, el océano no está forzosamente dispuesto a encajar sin chistar los cambios climáticos que nos esperan. Factor de regulación y de estabilidad repartiendo el calor en el tiempo y en el espacio gracias a su inmensa inercia térmica, el océano podría dejar de desempeñar este papel de amortiguador climático para lle-

gar, por el contrario, a ser un acelerador del cambio. Bastaría con que se detuviera la circulación. No se trata de una elucubración sino que es algo que se produce hace ya algunas decenas de miles de años...

Durante el último periodo glaciario (entre 60.000 y 15.000 años), la circulación termohalina se ha reducido brutalmente varias veces, trastor-

nando el clima del hemisferio norte. Los investigadores han demostrado que estos saltos climáticos corresponden a debacles masivas de icebergs que llevan enormes cantidades de agua dulce que, rebajando la densidad de las aguas de superficie, impiden su descenso al fondo del océano (2).

Más cerca de nosotros, las fluctuaciones climáticas más modestas (como el enfriamiento que ha soportado Europa, del siglo

XVI al XVII, llamado "pequeña edad glaciario") son probablemente debidas a un debilitamiento de esta circulación. De este modo, la paleoclimatología confirma a la vez el papel capital de la circulación oceánica y su gran fragilidad. Pero en el pasado la circulación termohalina ha reanudado siempre su ronda y esta vez, en caso de calentamiento demasiado fuerte o demasiado rápido, los climatólogos opinan que la circulación estaría bloqueada largo tiempo.

No estamos ya en tiempo glaciario ni hay debacles de icebergs, pero el Atlántico Norte sigue siendo el punto débil de la circulación oceánica. Que la densidad de las aguas se debilite demasiado y el bruceo entre el fondo y la superficie no se efectúe más significaría que el motor del tapiz rodante está averiado. No son ya los icebergs, sino los hombres (más exactamente las perturbaciones resultantes del efecto invernadero de origen humano) quienes podrían romper este equilibrio.

El recalentamiento inducido por el efecto invernadero acrecentará la evaporación en las regiones calientes y las precipitaciones en altas latitudes.



Enfriamiento

El clima ha experimentado durante la última glaciación, fuertes y bruscas variaciones.

Cada 7.000-10.000 años, el casquete glaciario se ha roto aportando enormes masas de agua dulce al Atlántico Norte. La circulación de las aguas estaba temporalmente bloqueada: el océano cesaba de redistribuir el calor entrañando el enfriamiento de Europa.

Al calentarse el Atlántico y recibir más lluvias, sus aguas superficiales llegarán a ser menos densas y no podrán sumergirse. "Hay un umbral crítico bien definido a partir del cual la circulación termohalina no puede soportar una aportación de agua dulce suplementaria y se interrumpe", afirma Stefan Rahmstorf del Instituto de Investigación climática de Postdam (Alemania).

Los modelos climáticos corroboran este diagnóstico. Syukuro Manabe y Ronald Stoffer de la Universidad de Princeton (EE.UU.) han simulado los comportamientos del océano y de la atmósfera para una tasa de CO₂ (el principal gas de efecto invernadero) que aumenta un 1% cada año. Cuando se alcanza el doble de la concentración actual, la circulación oceánica se reduce aproximadamente el 50% y vuelve a recuperarse cuando se deja de aportar CO₂, y se restaura al cabo de algunos siglos. Si, por el contrario, se continúa inyectando CO₂ hasta alcanzar una concentración atmosférica cuatro veces superior a la actual, la circulación termohalina desaparecería definitivamente.

¿Ha comenzado ya la ralentización?

Desde los trabajos de Manabe y Stoffer, todos los modelos ensayados llegan a la misma conclusión (aunque detalles y cifras varíen): la circulación se debilita cuando los gases de efecto invernadero aumentan y se desfonda si se inyecta demasiado. Tomás Stocker y Andreas Schmittner, de la Universidad de Berna (Suiza) han estudiado el papel del ritmo de acumulación de CO₂ y concluyen en que un crecimiento rápido de los gases del efecto invernadero puede parar la circulación oceánica, mientras que, está solamente se ralentiza si la

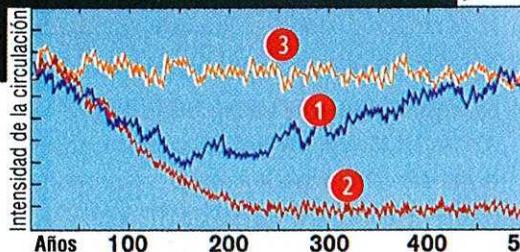


El CO₂, culpable

Entre Islandia y Noruega las aguas superficiales se enfrían y sumergen a más de 2.000 metros.

Pero la circulación oceánica está amenazada y los climatólogos han calculado que si la concentración de CO₂ se duplicara, la intensidad de la circulación disminuiría a la mitad antes de recuperarse lentamente. Cuatro veces la tasa de CO₂ conduciría a la parada definitiva de la circulación oceánica.

La curva (3) corresponde a la tasa actual de CO₂ mantenida constante.



misma concentración se alcanza más lentamente.

¿A qué se asemejará un clima sin circulación termohalina y sin Corriente del Golfo? Se ha dicho que no es hora todavía de un estudio regional del fenómeno aunque ciertos modelos parezcan indicar fuertes contrastes térmicos con más perturbaciones o un recalentamiento claramente más elevado en América que en Europa. "Se trata de modelos científicos destinados a comprender los fenómenos; señalan tendencias y no previsiones", insiste Jean Claude Duplessy. La previsión es tanto más difícil en cuanto que esta situación climática es totalmente inédita. Se ha observado la ralentización de la circulación termohalina en periodo glacial pero el contexto será radicalmente compuesto: un recalentamiento global y una tasa de gas de efecto invernadero jamás alcanzada desde hace 400.000 años.

De momento, los paleoclimatólogos se inclinan por la evolución creciente de la circulación termohalina. La ralentización puede haber comenzado pero no es evidente. Desgra-

ciadamente, las mediciones de las temperaturas de los océanos son demasiado recientes para que pueda apreciarse la evolución. Los paleoclimatólogos calculan sobre los sedimentos fósiles que han proporcionado preciosos informes sobre la temperatura y salinidad de los océanos en los milenios pasados. Varios equipos en el mundo (entre ellos la LSCE) realizan actualmente perforaciones en lugares de sedimentación rápida (como los fiordos de Noruega) para intentar observar evoluciones recientes de las aguas oceánicas. Estas campañas deberían dar resultados en dos o tres años.

Que la ralentización de la circulación termohalina haya comenzado o no, es de todas formas muy probable. Pero todos los proyectos de modelo lo demuestran: si el cambio climático es inevitable, hay un mundo entre un recalentamiento limitado, lento y controlado reduciendo las emisiones de gases con efecto invernadero y las consecuencias del comportamiento irresponsable que consistiría en proseguir con las emisiones al ritmo actual. ■