

Algunos aspectos prácticos de la investigación de las corrientes oceánicas superficiales*

POR C. GAIBAR-PUERTAS

Es cierto que las primitivas investigaciones sobre identificación de las corrientes oceánicas superficiales entrañaron un carácter meramente especulativo.

No obstante, muy temprano fueron coleccionadas diversas aplicaciones prácticas en torno a la navegación, entre las que descolló la de aprovechar o esquivar tales corrientes con el fin de utilizar o eludir (respectivamente) su fuerza a lo largo de las derrotas, con miras a una notable economía de esfuerzos humanos o de combustibles, según fuese el método de propulsión utilizado.

Más tarde fue atisbada su decisiva influencia sobre el régimen hidrológico costero y, consecuentemente, su enorme importancia en torno a la ecología sedimentaria, biológica y, por ende, paleogeográfica y paleobiológica. En efecto, tanto los desplazamientos de los finos detritus continentales como los del placton y las puestas de huevos de la macrofauna, son esencialmente favorecidos o condicionados por aquellas corrientes superficiales, sea directamente (simple transporte mecánico) o indirectamente (atracción biológica ejercida por los gases, las sales, las materias orgánicas y los restantes nutrientes concentrados en dichas corrientes).

Es evidente que las modificaciones introducidas por las corrientes en las condiciones hidrológicas implican importantísimas modificaciones del "habitat" o medio ambiente óptimo para la fauna y la flora marinas. Consecuentemente, se comprende que las corrientes marinas condicionen o interfieran fundamentalmente la dispersión de las especies y, por lo tanto, las probabilidades de captura de los pobladores oceánicos codiciados por la industria. Así se comprende que la investigación de las corrientes y sus variaciones (periódicas y de otros órdenes) haya venido proporcionando preciosas referencias a los biólogos e industriales intere-

sados por la macroflora o la macrofauna oceánicas, cuyas especies pelágicas estacionales están sometidas a importantes desplazamientos o dispersiones geográficas implicados por su acción mecánica o por la atracción ejercida por los nutrientes concentrados en las corrientes.

En otro sentido, al operarse el reciente y fabuloso incremento en la industrialización de las orlas costeras y, particularmente, al ser reemplazado el carbón por el petróleo como fuente energética para la propulsión de las embarcaciones, se ha incrementado considerablemente el interés por el estudio de las corrientes superficiales y sus variaciones. Por una parte, ello ha sido debido a que la contaminación de las aguas oceánicas, producida por los desechos procedentes de ciertas industrias químicas y de los lavaderos y escombreras de las explotaciones mineras ubicadas en las proximidades de la costa, ha determinado una rápida y total desaparición — por muerte o emigración — de la flora y fauna que habitaban en las aguas litorales de extensos sectores costeros (por ejemplo, en la costa de Blanes). Por otra parte, los residuos oleaginosos procedentes de las máquinas de los navíos de propulsión a petróleo y, particularmente, los vertidos durante la limpieza de los depósitos o sentinas de los petroleros se expanden, rápida y ampliamente, por la superficie oceánica, determinando el aislamiento (de su indispensable contacto con el aire) del plancton superficial que, al morir o emigrar, termina condicionando la desaparición o emigración de la fauna ictiológica que se nutre de dicho plancton. Y como quiera que, entre dicha fauna, figura la pesca comestible, es obvio el grave quebranto económico que, este tipo de contaminación, viene implicando a la industria pesquera y conservera. Además, como es bien sabido, estos subproductos oleaginosos terminan oxidándose en la superficie oceánica y, adquiriendo una progresiva consistencia, son transportados por las corrientes superficiales hasta la línea de costa donde son abandonados en forma de alquitranes o betunes asfálticos que, adhiriéndose fuertemente a las rocas o embadurnando las arenas de las playas, merman considerabi-

* En el artículo de C. GAIBAR-PUERTAS, aparecido en el n.º 1 de "Acta Geológica Hispánica", han sido advertidas dos erratas (pág. 19): en el cuadro numérico, ha sido omitida la longitud geográfica (—5º26'5) en que fue recuperado el flotador n.º 2.303, y la segunda línea, bajo dicho cuadro y en la columna derecha, debe ser reemplazada por "dional de la boca occidental del Estrecho — derivó".

lísicamente el encanto e interés turístico de las costas lo que implica una evidente, importantísima y desfavorable repercusión en la floreciente industria turística.

En otro sentido, estamos asistiendo al relevo de la energía petrolífera por la dimanada de la fisión nuclear y, ello tanto en la industria como en la navegación. Esto implica una producción — progresivamente creciente — de desechos radiactivos cuyo confinamiento plantea graves problemas que ya fueron objeto de nuestra atención (2). Es verdad que algunas potencias nucleares han ensayado su confinamiento, con ciertas garantías, en el fondo oceánico; pero es evidente que, tales garantías, seguirán mereciendo importantes reservas en tanto no sean perfectamente conocidos los caracteres de las corrientes superficiales, profundas y verticales del agua oceánica, así como la verdadera capacidad de emigración vertical poseída por la macrofauna y el plancton marinos.

Resumiendo, es evidente que el conocimiento de la perfecta localización geográfica de las corrientes oceánicas superficiales, así como de sus caracteres generales (dirección, sentido y velocidad) y las variaciones (estacionales, periódicas y de otros órdenes) que experimentan, permite discriminar las áreas oceánicas donde — dentro de ciertos umbrales — puede autorizarse el vertido de los contaminantes sin grave riesgo para la industria y la humanidad.

No es menos importante la utilidad práctica del conocimiento de la circulación oceánica superficial en torno al control y a la necesaria predicción de las derivas que, condicionadas por aquellas corrientes, pueden experimentar las masas flotantes. En efecto, finiquitada la segunda Guerra Mundial, quedaron abandonados centenares de potentes y terribles minas japonesas que deambulaban a la deriva por el Océano Pacífico; consecuentemente, resultó imperiosa la previsión de cómo y cuándo podrían ser localizadas a fin de esquivarlas o destruirlas. Otro tanto podría decirse en torno a los icebergs, así como a las islas y praderas flotantes tan peligrosos para la navegación; ya en 1908, las autoridades de los EE. UU. ordenaron el diseño y la construcción de un navío especial (el "*Séneca*") que, desplazando 1.500 toneladas, fue equipado con grandes cantidades de explosivos para la destrucción sistemática de aquellas masas flotantes, y dotado de una potencia suficiente para remolcar hasta los puertos las masas de menor tamaño. Por último, el conocimiento de la circulación superficial también permite la localización de las naves siniestradas y que naveguen a la deriva, así como de las aeronaves siniestradas, resultando obvias las inestimables aportaciones de estas investigaciones en torno al salvamento de naufragos.

En orden a conexiones con otras ciencias utilitarias, recordaremos la estrecha interdependencia meteorológica a través de la conexión existente entre la evolución de las situaciones barométricas y la agitación de las aguas oceánicas superficiales, así como de

los caracteres (dirección, sentido y velocidad) mostrados por las corrientes superficiales y de la evolución estacional de la circulación oceánica.

Refiriéndonos a la Geología Aplicada y, más concretamente, a los problemas planteados por la construcción y conservación de puertos, edificios y construcciones costeras en general, también es obvia la enorme importancia entrañada por el conocimiento de los caracteres y variaciones inherentes a la circulación oceánica superficial. En efecto, es bien conocido el hecho de que las corrientes litorales transportan ingentes volúmenes de limo y arena, que pueden ser depositados en aquellas obras o instalaciones hasta cegarlas o enterrarlas; por el contrario, en otros sectores, las corrientes litorales pueden ejercer una intensa acción erosiva determinante de importantísimas destrucciones. Consiguientemente, la instalación de vertederos industriales (escombreras de minas, aguas residuales de los lavaderos de minerales, fábricas de productos químicos, etc.) en las inmediaciones de la costa, no solamente pueden frenar o impedir la vida marina (por la alteración de la composición química del agua oceánica o, simplemente, por el incremento de turbidez provocado por la acumulación de finos detritus), pues también pueden coadyuvar con los procesos naturales al cegado de los puertos y al enterramiento de las instalaciones costeras. Pero, por otra parte, también es preciso estudiar minuciosamente la elección de los parajes más idóneos para la construcción de puertos y edificaciones costeras en general, con vistas a su protección frente a los importantísimos procesos erosivos naturales implicados o alimentados por la circulación oceánica superficial. Resumiendo, tanto los procesos sedimentarios que se operan en la plataforma continental como los fenómenos erosivos que tienen lugar en la línea costera — y, consiguientemente, parte de la morfología o arrumbamiento de esta línea — están condicionados o, al menos, estrechamente vinculados con la circulación superficial de las aguas oceánicas.

De todo lo precedente ha podido colegirse la enorme importancia paleogeográfica y paleobiológica (dispersión) entrañada por esta faceta del actualismo que, por otra parte, revela la evidencia de que las investigaciones sobre la sedimentación oceánica no han venido siendo sino meras elucubraciones filosóficas en tanto no hayan sido cimentadas sobre un profundo y minucioso conocimiento de la circulación oceánica durante los correspondientes procesos sedimentarios. Como es sabido, junto a la Tectónica, la Sedimentología y la Paleontología constituyen la base de la Estratigrafía que, a fin de cuentas, es el soporte esencial de la Geología; ahora bien, resumiendo lo precedente, resulta que el actualismo demuestra — a nuestro juicio — la total imposibilidad de comprender la Sedimentología ni la dispersión de la especies pelágicas marinas, sin un previo y perfecto conocimiento de la circulación oceánica superficial.

El observador más inexperto se percata rápidamente de que las corrientes costeras presentan sendas irregularidades o variaciones que afectan tanto a su velocidad como a su dirección y sentido; consecuentemente, el problema estribará tanto en la identificación o localización geográfica de las corrientes superficiales, como en el control de sus variaciones y en la investigación, rigurosa y sistemática, del origen y las consecuencias de las mismas.

Junto a esta última necesidad, la precitada y amplia gama de aplicaciones prácticas justifican plenamente y permiten comprender el hecho de que la totalidad de los países costeros dediquen, actualmente, una preferentísima atención al estudio de la circulación oceánica superficial y al control de sus variaciones en el decurso del año meteorológico. De este modo van siendo dilucidadas las áreas oceánicas donde pueden ser vertidos los residuos petrolíferos, los desechos radiactivos y los contaminantes de las industrias costeras, con una mínima probabilidad de riesgo de detrimento para la humanidad, así como para las industrias pesquera y turística, teniendo presente la siempre limitada y variable capacidad receptora de contaminantes previsible para cada sector oceánico. Y, de rechazo, están comenzando a colegirse las correlaciones fundamentales existentes entre la circulación oceánica, la selección detrítica y la velocidad sedimentaria características de cada sector oceánico.

La mencionada y justificada intensificación universal de los esfuerzos en torno a esta directriz de investigación sólo cuenta en España con el antecedente de una investigación efectuada, por SUAÚ y VIVES (3), entre febrero de 1955 y febrero de 1956, utilizando 950 flotadores que les fueron suministrados por los franceses BOUGUIS y RUIVO quienes, simultáneamente, efectuaron sendos lanzamientos (1) en el golfo de León con un total de 1.550 flotadores. Estas investigaciones simultáneas suministraron un primer espectro sobre la dirección y el sentido de las corrientes que afectan al litoral mediterráneo español.

Por nuestra parte, iniciamos estas investigaciones en abril y julio de 1955 utilizando, cual flotadores, simples botellas de vidrio lastradas y a partir de 1958,

intensificamos considerablemente la investigación sistemática de la circulación superficial de las aguas del Mediterráneo occidental adoptando el método más moderno, económico y eficaz: lanzamientos periódicos de flotadores recubiertos por una doble envoltura de materia plástica.

Ahora bien, entre el momento del lanzamiento y el de la problemática recuperación de un flotador pueden mediar dilatados períodos de tiempo; por ejemplo, nuestro flotador n.º 2924 fue lanzado el 20 de agosto de 1959 siendo recuperado el 12 de abril de 1963, es decir 3 1/2 años después o, más exactamente, a los 1.433 días de su lanzamiento. Ello aconseja retrasar prudencialmente la publicación de las referencias suministradas por los numerosos lanzamientos efectuados; referencias que nos proponemos dar a conocer en una serie de notas de las que, la presente, puede ser considerada como introducción y justificación del interés de la investigación abordada.

Digamos, por último, que estos lanzamientos han sido efectuados desde el buque oceanográfico español "Xauen" y que los flotadores fueron construidos especialmente, de acuerdo con nuestras indicaciones, para el Instituto Español de Oceanografía quien nos encomendó, muy amablemente, estas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOUGUIS, P.: "Contribution a la connaissance des courants superficiels dans le nord-ouest de la Méditerranée occidentale". Rapports et Procès-verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée, vol. XIV (Nouv. Série), pp. 67-84, con 7 figs., Banyuls-sur-Mer, Septiembre, 1958.
2. GAIBAR-PUERTAS, C.: "El grave problema planteado por el confinamiento de los desechos radiactivos y sus posibles soluciones geológicas". Not. y Com del Inst. Geol. y Minero de España, n.º 57, pp. 227-276. Madrid, 1960.
3. SUAÚ, P., y VIVES, F.: "Estudio de las corrientes superficiales del Mediterráneo occidental". Comm. Internat. pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée, Rapports et Procès Verbaux des Réunions, vol. XIV (Nouvelle Série), pp. 53-65, con 11 figs., Banyuls-sur-Mer, Septiembre, 1958.