

LAS CORRIENTES MARINAS

EL origen de las corrientes marinas ha sido discutido desde hace muchos años. Durante largo tiempo, siguiendo las ideas de Maury, se creía que eran originadas por diferencias de densidad entre dos puntos distantes del mar. En efecto, así se forman algunas: podemos incluso encontrar un ejemplo en España estudiando lo que pasa en el estrecho de Gibraltar, donde se mezclan las aguas densas y calientes del Mediterráneo con las más ligeras del Atlántico.

Debido a la diferencia de densidades, el agua mediterránea, más pesada, forma una corriente inferior que va hacia el Atlántico y por encima de la cual marchan, invadiendo el Mediterráneo, las aguas del Océano. Se ha comprobado este fenómeno con la medida de las temperaturas del agua a distintas profundidades en el Atlántico cercano al estrecho de Gibraltar. En efecto, a 60 millas al SSE. del cabo San Vicente, observó el Príncipe de Mónaco, con su barco *Princesse-Alice*, una temperatura de 9^o,4 a 1.473 metros de profundidad; cuando, según las leyes que rigen, la repartición de temperaturas en las aguas atlánticas debía haber hallado tan sólo de 6^o a 7^o. Este aumento es debido sin duda a la influencia de las aguas calientes del Mediterráneo que, por su mayor densidad, he indicado marchaban por debajo.

Pero las ideas de Maury que, como acabamos de ver, son ciertas en algunos casos, no pueden aplicarse a las grandes corrientes que recorren los océanos. Hoy día se admite que las grandes corrientes son debidas a los vientos.

El alemán Zoppritz ha determinado matemáticamente la influencia del viento en el origen de las corrientes. Supone, para sus cálculos, una capa ilimitada de agua, de 4.000 metros de espesor, situada sobre un fondo horizontal o sea paralelo a su superficie. Suponiendo que, sobre las aguas superficiales de este mar, sople un viento constante en dirección e intensidad, declara que serían necesarios 200.000 años para que la corriente producida llegara al fondo. El viento rizaría tan sólo al principio la superficie del agua, siendo necesario más de un mes para que su influencia se dejara sentir a un metro de profundidad y más de 200 años para que, a 100 metros, la velocidad de marcha del agua alcanzara a la décima parte de la de la superficie.

Claro que estos cálculos de Zoppritz son tan sólo aproximados, pues en la Naturaleza las condiciones varían mucho, pero dan una idea de la importancia que el viento tiene en la progresión de las aguas del mar a la vez que de la lentitud de este proceso.

Sentado, pues, que las grandes corrientes tienen su origen en el impulso que a las aguas da el viento, principio que tiene su confirmación en el Océano Indico donde la dirección de la corriente varía con la dirección de los vientos constantes llamados monzones, veamos lo que ocurre en el *Gulf-stream*, la mejor conocida y estudiada; de la cual haré un ejemplo que creo permitirá comprender claramente el origen general de las grandes corrientes.

A causa de la inclinación de la eclíptica, los rayos solares no hieren con la misma intensidad a los diferentes lugares de la Tierra. Bajo este concepto se admiten en ella zonas distintas: una comprendida entre los trópicos, que es llamada zona tórrida; dos situadas entre los trópicos y las regiones polares, que son las zonas templadas, y, finalmente, dos polares denominadas zonas glaciales.

En la zona tórrida es donde los rayos solares inciden más cercanos a la vertical, incluso, como es sabido, llegan a caer a veces en el ecuador completamente perpendiculares. Es por esta causa la zona tórrida la más calurosa de la Tierra.

Se sabe que la evaporación de las aguas superficiales de los mares es debida al calor solar y que éste es tanto más considerable cuanto los rayos solares inciden más cercanos a la vertical. Por lo tanto son los puntos de la Tierra próximos al ecuador aquellos en los que es más activa la evaporación.

Mediante los aparatos llamados actinómetros, ha sido posible eva-

luar la cantidad de calor que recibe la región tórrida y se ha visto que es tan considerable, que puede evaporar anualmente una capa de agua de cuatro metros de espesor. El nivel, pues, en estos lugares, debería disminuir en cuatro metros, lo cual produciría, sin duda, una llamada de agua hacia el ecuador, que originaría una corriente. Sin embargo, en la práctica no se verifica así debido a estar compensada la evaporación por la caída de agua en las lluvias, que llega a dos metros, y además a disminuir la diferencia de dos metros que resulta por la dilatación y por tanto aumento de volumen que sufre el agua por el calor y que tiende a restablecer el equilibrio. No era este el efecto que buscábamos al hablar de la zona tórrida, sino el que ocasionan los vientos.

Decíamos que la evaporación de agua en el ecuador es de cuatro metros y de dos metros la caída en las lluvias. Suponiendo que el calor solar evapore los dos metros de agua de lluvia, queda aún una cantidad de calor capaz de evaporar dos metros más; este calor es el que da lugar, aumentando la temperatura de las capas inferiores de, la atmósfera, a los vientos constantes de las regiones ecuatoriales, produciendo así indirectamente las corrientes.

En efecto, el exceso de calor aumenta la temperatura de las capas inferiores de aire, cercanas al mar, las cuales dilatándose y disminuyendo por lo tanto de peso se elevan, produciendo al subir un enrarecimiento en el sitio que ocupaban. Como no es posible la falta de equilibrio en la atmósfera, grandes masas de aire cercano marcharán hacia el ecuador para restablecerlo.

Se comprende, pues, perfectamente, que deben producirse vientos que marchen desde los polos hacia el ecuador en sentido perpendicular a éste. A la vez las masas de aire caliente que se elevan, produciendo una corriente contraria son impulsadas, por las altas regiones de la atmósfera, hacia los polos, estableciéndose de esta manera su perpetuo equilibrio.

En la práctica no se verifican estos fenómenos con la sencillez que acabo de indicar, pues interviene un nuevo factor de gran importancia que los trastorna: este factor es la rotación terrestre. En efecto, debido a ella, cualquier cuerpo que se mueva sobre la Tierra, es desviado en su marcha, hacia la derecha si se encuentra en el hemisferio norte, y hacia la izquierda si se halla en el hemisferio sur. Se comprende, pues, que los vientos que van de los polos en dirección al ecuador, para restablecer el equilibrio roto por el gran calor de los trópicos, lleguen en

el hemisferio norte al ecuador en dirección nordeste en lugar de norte y en el hemisferio sur en dirección sudeste en lugar de sur. Son estos los vientos constantes llamados alisios que impulsaron a las carabelas de Colón en dirección a América.

Estos vientos giran en derredor de las zonas de máxima presión.

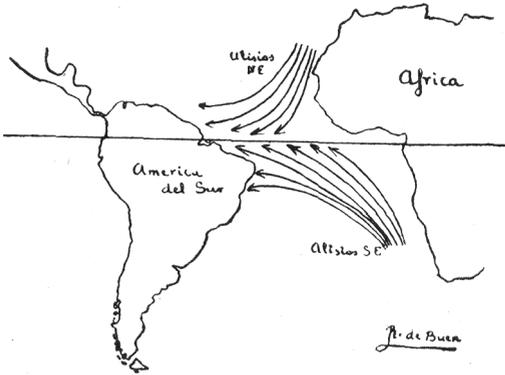


Fig. 1.

situadas entre el ecuador y los polos (lugares de mínima presión), en el sentido de las agujas de un reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el sur.

Impulsada el agua de los mares a través de los siglos, por un viento constante, comenzaría a rizarse su superficie y se iría transmitiendo el

impulso hacia el interior hasta llegar a formar las corrientes, ríos inmensos que circulan entre las aguas de los océanos.

Fijándonos en lo que pasa en el Atlántico, tenemos que en el ecuador se reúnen los alisios del N. y S. que llegan, como queda dicho, en dirección nordeste y sudeste respectivamente; uniéndose sus esfuerzos originan una corriente que va desde las costas de África hasta América. (Figura 1.) Corriente desviada a su derecha por la rotación terrestre. Esta desviación hace que, descendiendo por África, siga el ecuador y luego remonte las costas del Brasil hasta penetrar en el Golfo de Méjico.

Al chocar con las costas del Brasil se produce una rama de menor importancia que sigue la dirección sur.

Experimentalmente se puede comprobar este fenómeno: basta para ello inyectar, por un tubo, una corriente de agua contra la pared de una vasija y en dirección perpendicular a ella y veremos cómo se divide en dos que marchan en sentido contrario y paralelas ambas al obstáculo contra el cual han chocado. (Figura 2.)

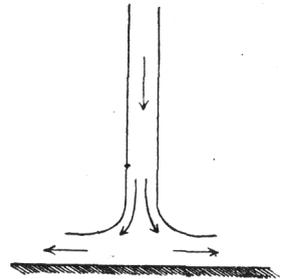


Fig. 2.

Si en lugar de una sola corriente inciden dos, se forma una contracorriente que explica lo que muchas veces pasa en la Naturaleza. (Figura 3.)

Continuando el curso de la corriente Atlántica, vemos que una vez dentro del Golfo de Méjico se forma un verdadero torbellino y no encontrando las aguas más salida que el estrecho canal de la Florida (pues por donde entró no puede salir a causa de la incesante llegada de agua), por él se precipita alcanzando la velocidad de cuatro millas y media por hora.

Sigue la corriente las costas de los Estados Unidos, y debido a la rotación terrestre y más aún a la conformación del relieve del fondo, al llegar al cabo Katteras (siguiendo un gran valle submarino) marcha hacia el sur de Europa, donde se divide dando una rama inferior que bordea la costa de África en dirección Sur, cerrando así el círculo, y otra superior que se extiende hasta el norte de Escandinavia, templando con sus tibias aguas los climas de las costas que recorre.

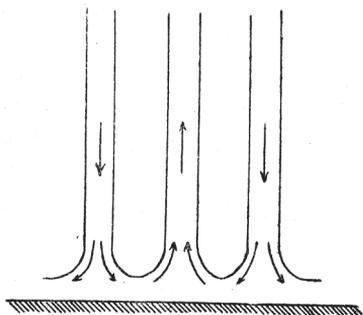


Fig. 3.

Esta es, en síntesis la gran corriente del *Gulf-stream* tan beneficiosa para Europa; corriente que ha sido desde antiguo la más conocida y estudiada.

Los beneficios que al viejo continente reporta la gran corriente del Golfo son importantísimos. Sus aguas calientes y cargadas de humedad, aumentan la temperatura del aire cercano y hacen frecuentes las lluvias en las costas que bañan; lluvias tan beneficiosas para el cultivo de la tierra.

Su mayor importancia deriva de su temperatura. Se ha calculado la cantidad de calor que arrastra diariamente, viéndose alcanza la enorme cifra de:

39.500.000.000.000.000 de calorías.

Se comprende, pues, que este calor ejerza una influencia enorme sobre los climas. A él se debe, por ejemplo, el que estando Lisboa a la misma latitud que Nueva York, la temperatura en la capital de los Estados Unidos sea sumamente baja en invierno, hasta el punto de

helarse en ella las aguas del Atlántico y en cambio en Lisboa los dragos, las palmeras y otras mil plantas tropicales se desarrollan con toda exuberancia. Esta misma diferencia se observa entre las costas francesas, inglesas y escandinavas, y los puntos situados a iguales latitudes al otro lado del Atlántico.

Compréndese fácilmente la utilidad que ofrece el estudio de las corrientes marinas y aun aumenta el interés de su estudio si tenemos en cuenta la influencia que ejercen sobre los vientos y sobre la repartición de los seres pertenecientes al plancton.

Los seres del plancton, necesitando para su vida una temperatura determinada, obedecen en su repartición sobre todo a las corrientes. Debido a que estos seres constituyen el alimento principal de ciertos peces cuya captura proporciona al hombre elevados rendimientos, se comprende el interés que tiene el estudio de las corrientes, que, indirectamente, nos pueden determinar el lugar donde será abundante la pesca de sardina, arenque, etc. Seguramente, al conocer exactamente las corrientes y sus variaciones, se descubrirá la ley a la que obedece la falta o abundancia de estos peces pelágicos, y especialmente de la sardina para el norte de España, evitándose así esas épocas de escasez, de crisis, en que los pescadores se ven faltos de los recursos necesarios para su vida.

Tienen además gran importancia las corrientes bajo otro aspecto. De la misma manera que en una chimenea la presión es menor que la del aire que la envuelve, en una corriente marina caliente el aire que está sobre ella se encuentra a menor presión que el que le rodea. Estos centros de baja presión son centros de tormentas, lo cual hace comprender fácilmente la denominación de padre de las tempestades que han dado los ingleses al *Gulf-stream*.

Finalmente, la influencia que ejerce el *Gulf-stream* en la repartición de los vientos de Europa, es grandísima. Ya en los comienzos del siglo pasado, el físico alemán Dove dijo que los cambios de los vientos en Europa se operan generalmente en el sentido en que marchan las agujas de un reloj. Una de las pruebas más claras de ello, que lo demuestra experimentalmente, es el resultado de los ensayos para atravesar el Mediterráneo en globo desde Francia, pues siempre los globos que han salido, por ejemplo de Palavas, han sido llevados a las costas de España y describiendo un círculo han vuelto al punto de partida.

Para mayor sencillez y por su mayor utilidad por ser corriente que

baña nuestras costas, me he referido en las nociones anteriores casi exclusivamente a la corriente del *Gulf-stream*. Iguales consecuencias podía haber sacado de las corrientes del Pacífico y del Indico; pero como no trato de hacer un resumen de todas ellas, sino solamente de las leyes a que obedecen en conjunto y de la utilidad que de su estudio se desprende, voy a pasar por alto la enumeración de las demás para entrar de lleno en la descripción y discusión de los aparatos y procedimientos que para su estudio existen.



Los procedimientos de medida de corrientes varían según se trate de corrientes superficiales o profundas.

El estudio de las corrientes superficiales puede hacerse, de una manera sencilla, empleando flotadores, que son lanzados al agua en lugares exactamente fijados, y en cuyo interior se coloca un impreso que debe ser remitido al Laboratorio que practica ese estudio por los barcos que recojan al flotador en alta mar o por las personas que lo encuentren en la costa, anotando el día y lugar en que fué recogido. Sabiendo los puntos en que se lanzó y capturó, se puede deducir, claro que sólo de una manera aproximada, el trayecto seguido y en algunos casos la velocidad de la corriente que lo arrastró.

Los flotadores pueden ser suniamente variados; el Príncipe de Mónaco en sus investigaciones sobre la corriente del *Gulf-stream* empleó botellas, barriles de cerveza y esferas de cobre pintadas de rojo; sin embargo, deben reunir dos condiciones: ser muy visibles y a la vez sobresalir poco en el agua para presentar la menor superficie posible a la acción del viento.

Pueden servir también, para el estudio de las corrientes superficiales, los flotadores Mitchell, la draga de corrientes, etc., que por utilizarse más comúnmente para la investigación de las corrientes profundas serán descritos más adelante.

En la navegación ordinaria se averigua la existencia de corrientes por la deriva, es decir, la diferencia que se encuentra entre el punto estimado por la ruta del barco, conocida su marcha, y el punto obtenido por observación astronómica. Esta diferencia suele ser debida a la presencia de una corriente. Este procedimiento, muy sujeto a errores, no proporciona datos de importancia.

Si se logra fondear un barco en alta mar, se investigan bien las co-

rientes superficiales con ayuda de una hélice, con cuentavueitas, que se coloca sumergida e inmóvil en un punto. La corriente, si existe, hará girar esta hélice y el aparato cuentavueitas nos indicará la rapidez con que gira y, por lo tanto, su intensidad. A la vez, por la dirección en que se coloca el aparato, comparada con la de una brújula, sabremos la dirección de la corriente. Este procedimiento es bueno, pero no puede aplicarse más que en un número muy limitado de casos.

El mejor procedimiento consiste en lanzar un flotador bien construido, con el fin de que presente poca resistencia al aire (la draga de corrientes es, sin duda, el más conveniente, como veremos) y seguido con un bote, fijando, con la mayor frecuencia posible, los puntos por los que va pasando. Así se averigua la dirección de la corriente y además su velocidad en todos los momentos.



La medida de las corrientes profundas es mucho más difícil. Se hace necesario el empleo de aparatos tan delicados que presentan en su uso graves inconvenientes, debido a lo cual puede decirse que no hay aún ningún modelo cuyos resultados sean completamente satisfactorios.

Voy a pasar revista a algunos de los más empleados, señalando las ventajas e inconvenientes que presentan en la práctica.

Draga de corrientes. (Figura 4.) — Como muestra el dibujo, está constituida por una boya o flotador *B* que se mantiene en la superficie del mar y a cuyo extremo inferior se une un cable o cuerda *C*, de longitud variable, igual a la profundidad a la cual se trata de estudiar las corrientes, y que termina en dos planos *P* que se cortan en ángulo recto, formados por una armadura metálica que sostiene una tela resistente. Estos planos deben ser del mayor tamaño posible con el fin de que presenten una gran superficie a la acción de la corriente; por el contrario, el flotador *B* debe ser pequeño y quedar todo lo sumergido que sea posible.

A bordo del Challenger se empleó una draga de corrientes cuya boya tenía 1,50 metros de largo y más de 30 centímetros de diámetro. Los planos inferiores eran de 1,20 metros de lado, y el peso *L*, que sirve para que el aparato permanezca bien vertical, pesaba 25 kilogra-

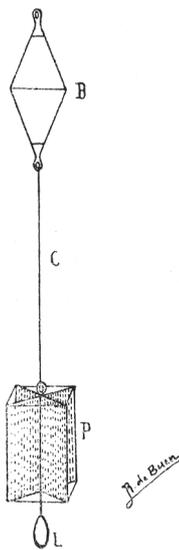


Fig. 4.

mos. La boya y planos estaban unidos por una cuerda de cáñamo.

Se utiliza echándola al mar y siguiéndola en bote durante un tiempo determinado, fijando los puntos que va recorriendo.

Debido a que siempre el flotador ofrece resistencia a la corriente superficial y viento, los datos no son completamente exactos. Si se quiere obtener mayor seguridad en el resultado de las observaciones, debe hacerse a la vez la investigación de la corriente superficial y profunda (a la profundidad que se desee). Así es posible, construyendo el paralelógramo de fuerzas, saber la verdadera dirección e intensidad de la corriente profunda.

Flotador Mitchell. (Figura 5.) — Semejante a la draga de corrientes es el flotador Mitchell, constituido, como muestra el dibujo, por dos depósitos de cobre, el superior cerrado y el inferior abierto y de un diámetro algo mayor que el superior, de tal manera, que éste puede introducirse en aquél, disminuyendo así el volumen total del aparato y haciéndolo más manejable. Como su empleo es igual que el de la draga de corrientes, no entro en más detalles.

La draga de corrientes y el flotador Mitchell, han sido utilizados con éxito hasta ciertas profundidades, no muy grandes; en este caso deben preferirse a los otros correntómetros, en cuya descripción voy a entrar.

Puede construirse con facilidad un aparato semejante a los indicados utilizando dos botellas, de las cuales la superior, vacía, debe cerrarse y dejar abierta la inferior para que se llene de agua. Claro que la exactitud es siempre menor por prestar poca superficie la botella profunda, a la acción de las corrientes.

Procedimiento de Meyer.— Es necesario para su práctica encontrarse a bordo de un barco anclado. Supongamos que desde un barco inmóvil sumergimos una cuerda o cable en cuyo extremo va una masa (por ejemplo, igual a la parte inferior de la draga de corrientes) que presente gran superficie de resistencia. Esta masa se separará de la vertical tanto más cuanto más fuerte sea la corriente que la empuje; midiendo desde a bordo el ángulo que la cuerda o cable forma con la vertical, sabremos la velocidad de dicha corriente y la dirección nos la dará el sentido en que se dirija la cuerda o cable.

Este procedimiento, al parecer tan sencillo y exacto, no es, sin em-

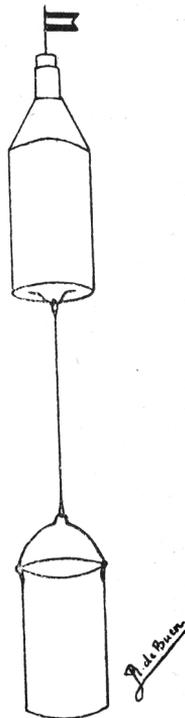


Fig. 5.

bargo, recomendable por presentar graves inconvenientes. El de más importancia es que no siendo posible emplear una cuerda o cable rígido no permanecerá recto en el descenso, sino que, encontrando a distintas profundidades corrientes de dirección variable, se inclinará en varios sentidos dándonos así un dato falso por completo.

Correntómetros.— Son aparatos que, sumergidos a las profundidades a las cuales se trata de estudiar las corrientes, registran mecánicamente su existencia, dirección y velocidad. En la mayor parte de ellos se averigua la velocidad por el número de vueltas que da una hélice en un lapso de tiempo determinado; se comprende fácilmente que mediante este procedimiento obtendremos tan sólo la velocidad media, pero no sus variaciones, que constituyen un dato de importancia. En el correntómetro de Nansen se ha tratado de evitar este inconveniente empleando como dato, para averiguar la intensidad de la corriente, el ángulo que un péndulo, empujado por ella, forma con la vertical.

Uno de los correntómetros más antiguos es el indicador de corrientes de Aimé, que sirve únicamente para indicar si hay o no corriente y su dirección, sin proporcionar datos respecto a su intensidad. Voy a describir el ingenioso procedimiento de que se vale para saber la dirección, porque es el que sirve de fundamento para la mayor parte de los correntómetros.

El indicador de corrientes, que está provisto de un timón que se colocará en la dirección de la corriente y de una brújula, se sumerge a la profundidad deseada. Una vez situado en el punto de que se trate, esperamos un momento para que todo ocupe la posición debida, arrojando luego un mensajero que al llegar al aparato produce el descenso de un disco con 32 salientes, entre los cuales queda aprisionada la aguja de la brújula en la posición que ocupaba. Al llegar a bordo, las posiciones respectivas de la aguja y el timón, nos permitirán deducir fácilmente la dirección de la corriente.

Si a un aparato semejante añadimos una hélice que gire a impulsos de la corriente y un aparato cuentavueltas que nos marque las que da la hélice, tendremos la mayor parte de los correntómetros que señalan, con la dirección, la velocidad media. De este tipo son los correntómetros de Pillsburg, Meyer, Ekman, etc.

En el de Ekman existe, sin embargo, un perfeccionamiento digno de ser mencionado, porque marca un progreso importante. En efecto, además de obtener a bordo la dirección de la corriente mediante las

indicaciones del timón del correntómetro y de la aguja imantada de la brújula, que se inmoviliza antes del ascenso, se comprueba mecánicamente, durante el funcionamiento del aparato, por un ingenioso medio: cada 50 vueltas de hélice, el cuentavueltas suelta una bolita que resbala sobre la aguja imantada, siguiendo una ranura que hay en ella, en la dirección norte, para caer finalmente sobre un disco en el que existen 36 orificios, en uno de los cuales se aloja. Por este medio se averiguan además las modificaciones en la dirección de la corriente, que puedan verificarse durante la operación

Ya he hablado, aunque ligeramente, del correntómetro de Nansen, en el que, de una manera hábil, se ha evitado el inconveniente que presentan las hélices de dar sólo la velocidad media de la corriente. Empléase para ello un péndulo que se separa tanto más de la vertical cuanto mayor es el impulso que recibe y que marca cada cierto tiempo, en un disco con parafina o con una mezcla de cera y resina, un punto que, por su separación del centro, nos indica el ángulo que el péndulo formaba con la vertical, en aquel instante. Este aparato es sumamente sensible, pero, debido precisamente a su gran sensibilidad, está muy sujeto a errores.

Existe además otro tipo de correntómetros que funcionan mediante la electricidad; a ellos se refieren el de Rymer Jones y el de Witting, que a causa de sus grandes inconvenientes no tienen aplicación práctica.

Los correntómetros son de uso sumamente difícil, sobre todo si se trata de estudiar las corrientes cercanas al fondo del mar.

Uno de los procedimientos empleados consiste en situar el aparato sobre un trípode que se desciende hasta dejarlo descansar sobre el fondo. Una vez que el instrumento está así dispuesto se manda un mensajero para hacerlo funcionar, manteniendo el barco inmóvil el tiempo que sea preciso hasta que comencemos el ascenso, mandando antes, en algunos modelos, un segundo mensajero.

Esta operación en alta mar tiene inconvenientes casi insuperables, pues no pudiendo fondear el barco cambiará de sitio empujado por el viento o corriente y tendremos que ir soltando cable para evitar que el correntómetro arrastre por el fondo. A la vez, para el buen éxito de la operación, debe permanecer el cable casi completamente vertical, pues de lo contrario los mensajeros no obrarán en buenas condiciones y no podremos tener gran confianza en los datos obtenidos.

En estos últimos años se han evitado en parte algunos de estos

inconvenientes, pero a pesar de ello, presenta grandes dificultades el uso de los correntómetros actuales, haciéndose necesaria la construcción de un modelo que reúna las condiciones debidas si se quiere que progrese rápidamente el difícil e importante estudio de las corrientes profundas.



Para el estudio de las corrientes existen además métodos indirectos que pueden referirse a tres tipos. El mejor y más empleado es sin duda el preconizado por Thoulet y simplificado por Chevallier. Su fundamento es el siguiente:

Suponiendo que el agua de mar estuviera igualmente distribuida y dispuesta por capas concéntricas, de límites paralelos, cuya densidad aumentara gradualmente, el equilibrio sería completo. Pero esto no se realiza en la Naturaleza y precisamente las desigualdades existentes son las que originan una falta de equilibrio que sólo puede ser restablecido mediante las corrientes.

Así, pues, si en alta mar hacemos en tres puntos, distantes de 100 a 200 millas, series de observaciones de temperaturas y salinidad *in situ* nSº de las aguas, obtendremos a las mismas profundidades iguales datos si no existen corrientes; por el contrario, si son diferentes los resultados, quedará demostrada la presencia de una corriente cuya importancia y dirección se averigua por sencillos procedimientos, en cuyo detalle no voy a entrar.

Otro método indirecto es el de Bjerknæs y Sandström, cuyo fundamento es semejante al que sirve en meteorología para el estudio de los vientos.

Sabemos que los movimientos de la atmósfera dependen de la distribución de las zonas de presión; de la misma manera depende de ellas la dinámica del mar, siendo fácil comprender que el día en que las investigaciones proporcionen datos suficientes para hacer posible la construcción de mapas con distribución de presiones, será fácil averiguar las corrientes marinas.

Finalmente, hay un procedimiento biológico basado en que cada corriente está caracterizada por ciertas especies de seres pertenecientes al plancton, debido a que, necesitando éstos para su vida aguas de una salinidad y temperatura constantes, siguen las corrientes cuyas aguas, como queda dicho, poseen los mismos caracteres fisicoquímicos. Se

debe este procedimiento a Cleve, que ha hecho detallados estudios del plancton recogido, sobre todo en el Atlántico, buscando las relaciones que guarda con el medio en que vive.

Estos procedimientos indirectos son bastante exactos; sin embargo, suelen necesitar la comprobación experimental directa. Su ventaja consiste en la gran facilidad con que pueden practicarse.

Rafael de Buen