

APUNTES
DE
GEOGRAFIA FISICA

DE LAS LECCIONES DEL

Dr. Delachaux

Oceanografía

CAPÍTULO XII

Movimientos rítmicos del Océano

Movimientos del mar.—Mareas.—Nacimiento de la marea en las cuencas marítimas.—Sus causas.—Amplitud.—Movimientos rítmicos de corto período.—Mareas en los lagos y mares interiores.—Líneas cotidales.—Marejada.—Acción del viento sobre la marejada.—La marejada en el Río de la Plata.—La marea en las costas argentinas.—Dimensiones de las olas.—Interferencia.—Olas de fondo.—Influencia del relieve Sub-marino.

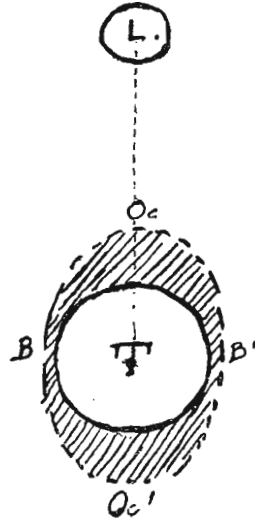
La superficie del Océano se halla en un estado de agitación perpetua. Casi siempre el viento agita su superficie y aun en los momentos en que ni la menor arruga se nota en aquella inmensa sábana líquida, la masa de las aguas se halla en movimiento, *movimiento ascensional* producido por la atracción luni-solar, que produce las *mareas*, *movimiento de traslación* de las aguas marinas arrastradas por las corrientes marinas. Aquellos son los *movimientos rítmicos* del Océano, los que obedecen á cierta periodicidad.

En nuestras costas, se constata que las aguas marinas se elevan y se bajan periódicamente y alternativamente produciendo el *flujo* y el *reflujo*. Se producen *dos pleamares* y *dos bajamares* en el tiempo transcurrido entre dos

pasos sucesivos de la luna en el meridiano, vgr. durante un día lunar cuya duración es de casi 25 horas. Por lo tanto; la marea se retrasa cada día en casi una hora (50 min.) sobre la del día anterior.

Causas

La teoría de la marea es ya muy conocida y solo la recordamos aquí de paso. Consiste en explicar el fenómeno por la atracción ejercida sobre la superficie líquida terrestre por la atracción de nuestro satélite.



Sea una Tierra T con el centro T y una Luna L. Las aguas oceánicas serán representadas por la parte cubierta con *cliché*, suponiendo una Tierra uniformemente cubierta con agua.

Al pasar en el meridiano del punto *Oc'*, la luna produce una intermescencia de las aguas, pues *Oc'* está más cerca de nuestro satélite que B B', por ejemplo, y la atracción será mayor.

En cuanto á *Oc'* situado en los antipodos, se eleva también el nivel de

sus aguas, pero por una razón opuesta.

El punto Oc' está más lejos que el punto T, centro de la Tierra.

La atracción ejercida por el centro T sobre Oc' está, pues, disminuida á consecuencia de la situación de la Luna, de manera que las moléculas de agua en Océano, solicitadas por una atracción menor, se alejarán más del centro T: en Oc' habrá por consiguiente una segunda intumescencia.

La acción solar produce idénticos resultados, á los de la Luna, pero con una intensidad 2, 6 veces menor. Las acciones de los 2 centros obrando al mismo tiempo podrán pues sumarse ó restarse, pero nunca destruirse.

Mareas mayores: de *sizigia* cuando ambas acciones se suman:

Mareas menores: de *cuadrantia* cuando se contrarían.

Nacimiento de la marea en las cuencas oceánicas

El físico inglés Whewell había dado el nombre de *cuna de las mareas* á la gran napa contigua de agua que cubre casi todo el Hemisferio Austral: según aquella teoría, muy discutible y muy contestada, la onda de marea circularía incesantemente en toda la extensión del Océano Antártico, al sud de los 3 puntos continental es siguiendo de E á W el curso aparente de la luna.

Al Norte de aquellas muchas extensiones de los mares australes, las mareas, no encontrando las mismas facilidades para desarrollarse de una manera normal, estarían obligadas á modificar su dirección: sin embargo, seguirían en otra dirección la intumescencia primitiva.

Atajada por el continente americano que le cierra el paso, la onda de marea se desviaría hácia el Norte, siguiendo los contornos del valle oceánico como un río encajonado en una quebrada estrecha.

Sin embargo, es dudoso que las cosas pasen exactamente así. Se consta-

ta efectivamente, en cada cuenca oceánica, que la marea *parece proceder del centro*, propagándose en todo sentido paralelamente á la dirección general de las costas. De ahí podría deducirse que cada grande división oceánica, es la cuna de las mareas que van á morir en las orillas circundantes.

Amplitud

La amplitud de las mareas no es igual en todas partes ni en todas las épocas.

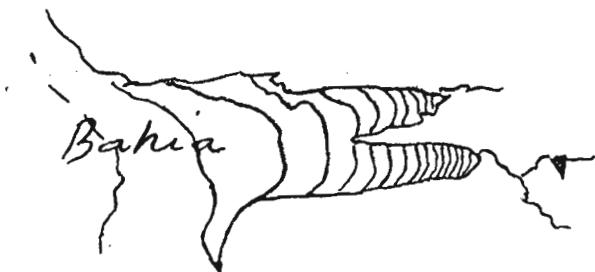
Hemos visto ya que era casi insignificante en el Río de la Plata pero no sucede lo mismo en las costas más al sud. Allí la amplitud de la marea va en aumento constante hasta alcanzar alturas extraordinarias en el sud: en el Santa Cruz, en el Coile, la marea llega á señalar alturas de 15m. 16m; en el Estrecho de Magallanes, Fitz Roy constató 18m., sea una casa de 6 pisos en Paris; origina pues allí corrientes y contracorrientes comparables á las de Caribdis y Escila en el Mediterraneo.

Se construyen mapas cotidales (ó sea de igual tiempo de marea) en los cuales están reunidos por una misma línea todos los puntos del globo que tienen la marea al mismo tiempo.

Dichas líneas se estrechan las unas contra las otras al llegar en las cercanías de ciertas costas, por la poca profundidad, por la resistencia ofrecida por el lecho submarino, demanan que la intensidad de la marea será en caso inversa del espaciamiento de las cotidades.

La acción luni-solar se extiende sobre toda superficie líquida en la Tierra: en consecuencia los mares interiores y los lagos tendrán tambien sus mareas. Esta observación confirma, pero la amplitud es aquí muy reducida; la altura de las mareas de la Mediterránea es apenas de algunos decímetros; en el lago Michigan oscilan entre 3 y 7 centímetros.

Existen, casi imperceptibles, en el lago de Ginebra y no pasarán por consiguiente desapercibidas en el lago



patagónico Buenos Aires, 4 veces mayor que la célebre cuenca lacustre suiza. Pero no han sido aún medidas.

En el fondo del Río de la Plata, el movimiento de la marea, más encajonada se vuelve algo más sensible. La amplitud puede llegar á unos 76 centímetros. Pero es un hecho bien conocido que el movimiento de ascenso y descenso de las aguas en el Plata está ante todo directamente sometido á la influencia de los vientos. Las *suestada* hacen subir el nivel de una manera extraordinaria, mientras los vientos contrarios lo deprimen en igual escala. Si sopla el viento del N ó del NE, subirá también el río en la orilla argentina, mientras sucederá un fenómeno opuesto con el pampero.

El diccionario de la Real Academia Española da á su vez á *marejada* el sentido de un movimiento de olas grandes sin tempestad.

En el Río de la Plata, el significado que se atribuye á esa palabra es un poco diferente. *Marejada* llámase generalmente las fuertes oscilaciones de su nivel, cuya causa estriba en la acción eólica mientras la voz *marea* debe ó debería reservarse exclusivamente para designar los efectos de la acción luni-solar.

Excepción hecha de la aplicación local hecha aquí, la marejada es un movimiento rítmico de corto periodo, en forma ondulatoria. Da la impresión de un movimiento de traslación, pero en realidad el viento, demasiado débil, no desplaza las moléculas líquidas: giran sobre sí mismas.

Pero cuando el viento empieza á

aumentar, las olitas formadas en esa forma empiezan á desplazarse, de manera que no se trata ya de marejada sino de verdaderas olas de traslación, con dimensiones variables según la parte del Océano en donde se observan.

El largo de las olas varía generalmente entre 20 y 30 veces su altura. En los mares australes, se ha encontrado olas de 580 m. de amplitud, pero sus dimensiones oscilan generalmente entre 300 y 400 m. En cuanto á las alturas, se ha observado que algunas tenían hasta 18m. (mares australes) mientras en el Atlántico norte no pasan ordinariamente de unos 8m.

Interferencia

Cuando dos movimientos ondulatorios se encuentran en la superficie del agua, se produce el fenómeno de la interferencia: el resultado puede ser, según los casos, con aumento de la altura de las olas, ó la neutralización del movimiento de las mismas. La onda de marea del N. y del S. á lo largo de las costas platense-oriental-brasileñas produce una especie de interferencia *negativa*.

Cuando la onda marina, al acudir desde el horizonte se acerca á las costas, su altura aumenta siempre, pues á medida que llegan las olas, encuentran las anteriores que vienen á su encuentro *reflectadas* por la costa. La suma de las dos velocidades horizontales se transforma en un movimiento vertical, que da lugar á la formación

de olas de altura algunas veces enormes (40 á 50m).

En el cabo Corrientes, alcanzaron una vez unos 15m.

Las olas de fondo se producen cuando una ondulación se propaga en el seno de la masa oceánica sin que su movimiento se transmita hasta la superficie. Si dicha ondulación encuentra entonces un *alfofn* es decir un pico ó colina sub-marina, el movimiento se reflecta *verticalmente*, lo que da lugar en la superficie á la formación de una *ola de fondo*, tanto más peligroso cuanto que su presencia no se sospecha.

CAPÍTULO XIII

Los rios oceánicos

Movimientos de traslación ó corrientes marítimas — Circulación superficial y circulación abisal — Causas generales — Los grandes rios oceánicos — Corrientes térmicas y corrientes de rotación — Corrientes de mareas — Mailstrom, Caribdes y Escila — El Gulf Stream y el Kuro Sivo — Mar de Sargazos — Contracorrientes frías.

Los movimientos de traslación del océano—horizontal, inclinado ó vertical—si bien no son tan aparentes como los que son debidos á causas astronómicas ó á la acción local del viento, tienen sin embargo una importancia mucho mayor en la vida del Planeta.

Basta recordar que la civilización aria moderna es, bien puede decirse, hija del Gulf Stream, la corriente de traslación más maravillosa de la Tierra: que si la actividad humana se ha desarrollado sobre las costas septentrionales W. de la América Boreal, es porque allí llegan los efluvios del Kuro Sivo; que es gracias á la corriente fresca de Humbolt ó del Perú que la temperatura es muy soportable y aun agradable en toda la extensión de las costas peruanas y parte de las chilenas; que son las corrientes las que in-

fuyen directamente en las industrias aliénticas modernas; que son ellas las que permiten abreviar enormemente la duración de las travesías marítimas; que es por su intermedio que se han á veces realizado las migraciones esporádicas de razas, de faunas y de floras,— basta recordar estos hechos para comprender el papel vital desempeñado por las corrientes de traslación superficiales en la economía de la Tierra.

Los movimientos de traslación de las aguas oceánicas se dividen en: *circulación superficial* y *circulación abisal* ó profunda. Es inútil decir que la circulación superficial es la mejor estudiada, por la facilidad relativa de las observaciones, así como por la utilidad inmediata que se obtiene de su conocimiento.

Causas de la circulación oceánica

Muchas causas han sido invocadas para explicar el origen de las corrientes marítimas, pero ninguna reúne tantas probabilidades (podría decirse también certidumbres) y adherentes en su favor como el viento.

Ultimamente, el sabio explorador doctor Nansen ha emitido la opinión; que la circulación oceánica era debida á la diferencia de densidad de sus aguas siendo secundaria é insignificante la acción eólica, pero, á pesar de su autoridad, no ha podido hasta ahora dar carta de ciudadanía á sus teorías. Antes que él, muchos oceanógrafos han creído que la diferencia de densidad del agua marina en sus varias partes, es decir su saladura considerable, intervenía en sus movimientos de traslación aunque no en una forma tan preponderante como lo quiere el doctor Nansen: el agua más densa, más cargada de sales, más pesada por consiguiente, debe tender á bajar y el vacío producido originaría un movimiento superficial de las aguas más saladas para reemplazar á las anteriores.

Una teoría parecida, y ligada á la anterior, es la que atribuye el movi-

miento primordial de las corrientes de traslación á la evaporación. Esta última, mucho más activa en las regiones ecuatoriales que en otras partes, produciría allí cierto desnivel, un vacío, y, para llenarlo, acudirían de ambos polos las aguas oceánicas.

No se puede negar que la evaporación pueda tener cierta intervención en el movimiento de las aguas marinas, pero su acción debe ser restringida y no podrá compararse á la del viento.

Es indudable que los alisios del NE y los del SE que soplan todo el año hácia las regiones ecuatoriales son la causa principal, más inmediata, de las corrientes marinas.

Al encontrarse oblicuamente y bajo ángulo más ó menos recto las aguas procedentes del N. y del S., toman luego, en el Océano Atlántico y en el Pacífico el rumbo W. En el Océano Índico, las condiciones son algo distintas por la proximidad del continente asiático y de sus *monzones*. Es probable, como lo afirmaban ya Keplero y Kant que la sola fuerza centrífuga bastaría para hacer mover, de E. á W., las aguas ecuatoriales.

Es por esta razón que se ha llamado á veces á aquellas corrientes (ecuatoriales) *corrientes de rotación* mientras las otras, atraídas de ambos polos, serían *corrientes térmicas*.

Aquellas denominaciones tienden á desaparecer hoy, pues no se puede desconocer que todas las corrientes son térmicas, en su origen, y que todas son estrechamente solidarias. Hay corrientes de temperatura más ó menos elevada; habrá por consiguientes calientes y frías: calientes las que proceden del ecuador, frías las que acuden de los polos.

Habría vacío ecuatorial relativo producido por evaporación, que sería, según algunos autores, la causa primitiva de la circulación, ó habría preponderancia provocada por las grandes lluvias intertropicales, como lo quieren otros, que figura verdadera presentará la superficie oceánica? (1)

(1) Algunos autores creen que la superficie oceánica debe ser más alta en sus bordes por ser el agua menos densa allí que en el centro, pero nuestra confirmación.

— Comparar con el capítulo sobre "Fuerzas del Esperado."

Es probable que no existe en la región ecuatorial protuberancia alguna, y que el único vacío que allí existe es el producido por la acción constante de los vientos E W soplando sobre la superficie líquida y rechazando las aguas hacia el W, lo que debe forzosamente tener como consecuencia una llamada de las aguas anteriores, esto es, de las de alta latitudes, con lo cual se inicia y se cierra el circuito de la circulación general de las aguas en la Tierra.

El número de las corrientes y contracorrientes que agitan continuamente la napa oceánica es considerable, pero existen 5 principales, de las cuales todas las demás derivan: hasta podría decirse que no hay sino una sola corriente — la ecuatorial — siendo las otras simples ramificaciones de la misma.

Al estudiar la meteorología ya nos hemos ocupado de ellas, por cuya razón solo se hará un repaso de las mismas.

Las 5 corrientes principales son las siguientes:

1º *La ecuatorial N. Atlántica* — más brevemente: la N. Atlántica.

2º *La ecuatorial S. Atlántica* — la S. Atlántica.

3º *La ecuatorial N. Pacífica* — la N. Pacífica.

4º *La ecuatorial S. Pacífico* — la S. Pacífica.

5º *La ecuatorial Índica* — la Índica.

La corriente ecuatorial, atlántica caminando con una velocidad de 1 kil. por hora, remonta al Este del cabo San Roque, donde se bifurca: una parte sigue por el Norte y otra por el Sud.

Es la ramificación Norte la que, después de haber penetrado en las *Mediterraneas* americanas y haberlas contorneadas durante 1/2 año, sale casi tumultuosamente de aquel recinto por el canal de la Florida, con la velocidad de unos 8 kilómetros por hora (más de dos veces la velocidad del Paraná á Rosario) recibiendo entonces el nombre de "Gulf Stream" (corriente del Golfo.)

El caudal del Gulf Stream, á su salida del Estrecho, ha sido avaluado

en 33.000.000 M³-s, ó sea más de 2000 veces superior al aforo medio del Mississippi (18.000 M³-s). El aforo del Río de la Plata es próximamente de 30.000 M³-s.

Ese verdadero río en el océano tiene en su origen un ancho de 60 kil. y una profundidad de 1200 m. más ó menos pero dichas dimensiones se modifican rápidamente. El ancho es cada vez mayor, mientras el espesor disminuye; así, pues, al inverso de sus congéneres terrestres, aquel río marítimo *sube* la pendiente de su lecho.

No orilla la costa oriental de la Unión; corre al Este de ella, al pié del inmenso sócalo submarino en que descansa la base del sistema de los Alleghanys.

Sus aguas no se confunden de ninguna manera con las otras. Su temperatura es, á la salida del canal, de más de 30° centigr. ó sea 5 más que las que lo rodean; pero á la altura del Cabo Halleras, más ó menos la diferencia de temperatura con las aguas que lo limitan al Este—y que son las de la corriente del Labrador, alcanza á 10° y 15°. Aquella verdadera *muralla fría* el «Cold Wall» que sirve para reconocer instantáneamente con el termómetro, aun en plena noche, la ubicación de un buque, pasa por debajo del Gulf Stream, de densidad menor por tener sus aguas más calientes y va á perderse ? en el Atlántico Central Norte, reapareciendo, según se cree, cerca de las Azores y entre las Canarias y Africa, adonde daría lugar á la formación de verdaderos *islotos de agua fría* en medio de las aguas vecinas más calientes, siendo aquellas transiciones bruscas de temperatura hidrográfica las que dan origen á las pescas casi milagrosas de aquellas regiones, así como también las tradicionales de Terra Nova.

En frente de Nueva York, el Gulf Stream se inclina más hácia el Este, debido á la rotación terrestre (explicar porqué) así como á la forma general del continente; llegada á la mitad de la distancia entre las costas americanas y las europeas, se bifurca en 2 ramificaciones principales; inmensa-

mente anchas ambas: una que se dirige hácia las costas ibéricas para seguir luego hácia el Sud para incorporarse luego á la gran corriente ecuatorial del Atlántico Norte, separada de la que hemos estudiado y que se bifurca en el cabo San Roque por la contracorriente llamada de Guinea.

La otra ramificación del Gulf Stream tiene mucho más importancia en la historia de la civilización que la primera, pues es la que da más su clima, vgr. su civilización á la Europa occidental, yendo despues á entibiar aun las costas siberianas y las tierras polares árticas: en Arkangel, en el mar Blanco, hace más calor cuando sopla el viento polar norte que cuando reina el viento sud, anomalía debida á que el viento norte rechaza en el interior de aquel mar las aguas relativamente tibias del Gulf Stream. Una ramificación menos importante del mismo penetra hasta en el mar de Baffin, entibiando las costas occidentales de Groelandia, haciéndolas habitables en latitudes que de otra manera estarían continuamente cubiertas de hielo y desiertas.

Es útil recordar que entre la Punta Norte de Inglaterra, las islas Shetlands, Islandia y Groenlandia, existe una arista submarina (portez.) que separa el Atlántico en 2 cuencas bien definidas: la *cuenca polar* y la *cuenca atlántica* propiamente dicha. La fauna marítima de ambas es enteramente distinta, debido á la diferencia de temperatura entre una y otra, con excepción de una capa superficial delgada. Esta particularidad es la causa, recién conocida, de las pescas extraordinariamente abundantes de la región. (Explicar porque) El Dr. Nansen admite que aquella cordillera transversal submarina estuvo más elevada en edades geológicas interiores y que tal pudo haber sido la causa de las eras glaciarias de aquellas comarcas septentrionales, pues desde que el Gulf Stream, que hoy penetra en la cuenca polar con una muy ancha pero muy delgada capa líquida, tuvo que replegarse al sud de aquella barrera orográfica, las isotermas de toda

la región tuvieron que sufrir un descenso notable, imponiendo á sus tierras y sus océanos un clima análogo al actual del Archipiélago polar americano, vgr. tan inhabitable como la Antártica.

Lo que ha podido pasar con la *cresta de Wyville-Thompson* puede haber pasado ó puede pasar más tarde con el *estrecho de Florida*. Si, como es muy posible, el trabajo incesante de los corales interceptaba allí el paso del río térmico y obligaba la masa de agua caliente á replegarse más al sud, todo el equilibrio europeo estaría modificado. Marruecos y parte de España se transformarían en hornallas mientras las comarcas más setentrionales así como las más orientales tomarían un clima siberiano. Toda la repartición geográfica actual de la civilización estaría cambiada, y sin embargo no habría nada de modificado en el mapa del mundo. Es posible, pues que á las numerosas causas enumeradas por los geólogos para explicar la constitución de las edades glaciarias hayan intervenido también y pueda intervenir más tarde los minúsculos organismos secretores de las formaciones coraliógenas. Por otra parte, la América boreal no ha sido siempre unida á la América austral; el istmo de Panamá no ha existido siempre, por lo cual una parte importante del Gulf Stream habrá proyectado sus aguas hácia el Pacífico, disminuyendo en la proporción correspondiente la cantidad de calórico que traslada del ecuador á las costas europeas.

Las olas arrancan á las costas americanas cantidades inmensas de plantas llamadas *sargazos* (vulg. uva de los trópicos,) que son arrastradas por el Gulf Stream y van poco á poco acumulándose en el centro de la hebilla de calmas formada por el circuito de la gran corriente. Aquel centro de calmas, que es también él de la alta presión (anticiclón) permanente del Atlántico Norte (766 m.m) debe por esto mismo estar deprimido en comparación de las aguas circundantes, de manera que los sargazos y otros res-

tos arrastrados por el gran remolino no pueden salir más de su centro y acaban por caer en el fondo del mar.

El mar de Sargazos constituía el espanto de los marinos de la antigüedad, que no ignoraban su existencia y estuvo á punto de provocar una rebelión muy grave entre la tripulación que acompañaba á Colón en su primer viaje.

El mar de Sargazos del Atlántico Norte es el más conocido y el más importante también, pero existen también otros parecidos, particularmente él del Pacífico norte, casi tan extenso. Los mares de sargazos existen pues en el centro de los circuitos de los 5 grandes ríos oceánicos, allí donde el barómetro señala la región de calma y un máximo de presión.

Contra corrientes frías

Las aguas calientes enviadas por el Gulf Stream hasta las regiones polares boreales deben necesariamente ser reemplazadas por aguas frías volviendo de los polos sobre el ecuador. Así sucede efectivamente, y vemos 2 corrientes frías imposibles, la del Labrador y la de Groenlandia bajar de la cuenca ártica hácia las latitudes más tibias. La corriente del Labrador es la que trae en las bajas latitudes las montañas de hielo, ó *icebergs* tan peligrosos para la navegación, pero que no pueden subsistir mucho apenas encuentren el Gulf Stream. Es posible que las aguas polares cumplan en parte su viaje de regreso hácia el ecuador por circulación abisal y no superficial, pero este es un punto aun no bien establecido.

La corriente ecuatorial austral—ó corriente del Atlántico austral—dista mucho de tener la misma importancia para la humanidad que la del norte. Si no existiese ó si se interrumpiese, no habría nada de cambiado en las condiciones de las naciones ribereñas, lo que demuestra claramente la diferencia de papel entre una y otra

(Explicar dicha razón por la diferente configuración geográfica.)

La corriente ó circuito del Atlántico austral, al separarse en el Cabo San Roque, bajo el nombre de corriente del Brasil, sigue las costas de aquel país hasta la altura de Río; desde allí, sigue más al Sud, sin orillar las costas, hasta el 40° proximamente. En esta parte, la rotación terrestre lo desvía hacia el E y, después de atravesar el Océano, remonta las costas occidentales de África, con el nombre de *corriente de Benguela* hasta volver á incorporarse á la corriente ecuatorial. Una parte no vuelve en ese circuito y se incorpora á la *gran corriente antártica* cuyo rumbo, de W á E, es indudablemente determinada por los contra vientos que soplan constantemente en dicha dirección.

Aquellos vientos constantes, aquel rumbo constante del agua, impide que los hielos polares se acercan á las costas argentinas á pesar de las altas latituden que alcanzan.

En el sud del Archipiélago fueguino se destaca de la corriente del *Cabo de Hornos*, (originada por la corriente del Pacífico meridiano y que es colindante con la corriente antártica, confundándose á veces con ella) una ramificación —sino fría— á lo menos focosa, y que sigue á cierta distancia las costas argentinas hasta desaparecer debajo de la corriente del Brasil á la altura de la República del Uruguay, vgr. no lejos del estuario platense. Es probable que en aquellas inmediaciones, la pesca daría resultados muy productivos, por las razones ya indicadas ántes.

La doble corriente ecuatorial del Pacífico, separada por una contra corriente de 500 kil. de ancho, cumple circuitos análogos á los anteriores, en el N y el S del Gran Océano.

El circuito del N es el más notable, el mejor estudiado.

Al llegar á los archipiélagos asiáticos orientales, se inclina hacia el N, costeano las *Riu Kiu* y el Archipiélago japonés donde se llama *Kuro Sivo* «Río Negro», dulcificando allí el clima y desempeñando un papel idéntico al

del Gulf Stream en el Archipiélago británico. Las aguas del *Kuro Sivo* tienen también una temperatura superior á las del Océano que recorren. La rotación terrestre inclina luego la corriente japonesa hacia el E del Pacífico, adonde toma el nombre de corriente del Pacífico setentrional. No encuentra, como el Gulf Stream, una salida hacia la cuenca ártica, de manera que va replegándose hacia las costas de Alaska, Colombia británica y California. Desempeña en las costas occidentales americanas un papel idéntico al del Gulf Stream en las costas occidentales de Europa.

En el sud del ecuador, se vé en el Pacífico un circuito girando en sentido inverso del interior; este circuito se cierra con la corriente (ó contra corriente) fría de Humbolt, orillando de S á N la costa chilena y peruana para volver á incorporarse á la corriente ecuatorial sud.

El Océano Indico no tiene, por su configuración, el doble sistema circulatorio de los otros océanos. Sus partes setentrionales están sometidas al régimen variable de las *monzones* y es solo en la parte austral que reina un circuito girando permanentemente en sentido inverso de las agujas de un reloj: Ramificaciones del mismo se desprenden al W y, siguiendo las costas orientales africanas van á encontrarse y chocar en la punta austral del continente Negro con las derivaciones de la corriente sud del Atlántico. De ahí las tormentas que han hecho célebre ese paraje; de allí también las pescas fructuosas del Banco de las Agujas.

Corrientes y remolinos de mareas

En ciertas regiones ubicadas favorablemente, en el estuario de los grandes ríos, se observa generalmente en momento de pleamar una corriente producida desde mar afuera hasta tierra a lento y vice versa en momento de bajamar; son producidas por la onda de marea. En el Río de la Plata, donde el viento es el factor *principal*

en el cambio de nivel de las aguas, se ha observado que, contrariamente á lo que podría suponerse, la corriente de marea es muy poco sensible, debido al hecho de que las líneas cotidales procedentes del N y las procedentes del S se neutralizan mutuamente allí.

En cambio, los puertos del sur tienen corrientes de marea considerables. El más conocido é importante de la America del Sud es el que penetra en el Estrecho de Magallanes, por el E, produciendo un desnivel considerable con las secciones del mismo situadas al W. Ejemplos similares se encuentran en varias regiones de la Tierra.

Cuando 2 corrientes de mareas, de sentido opuesto, llegan á tocarse en un estrecho cuyo lecho está compuesto de rocas desiguales, se producen *remolinos* á veces peligrosos. Tales remolinos se encuentran en varias partes. Uno de los más célebres es el *Maëlstrom*, en las islas Lofoden, producido por el ecuentro de dos corrientes de marea corresponde á 2 niveles distintos, lo que determina movimientos giratorios de una extremada violencia, con 2 m. á 3 m. de profundidad en el centro. Es también á las pequeñas mareas del Mediterraneo que deben su existencia 2 pequeños remolinos, no tan peligrosos como el *Maëlstrom*, situadas en la entrada del Estrecho de Mesina y célebres, desde la antigüedad clásica, con los nombres de *Caribdis* y *Escila*.

Circulación abisal, ó profunda

Las corrientes de traslación que agitan la masa oceánica no son únicamente superficiales. Existe también una circulación sub-marina, algunas veces enteramente distinta y aun opuesta á la circulación superficial. Está aun muy mal estudiada, pero su existencia no puede ya ser objeto de una duda.

Cuando un mar de aguas poco densas desagua en otro de aguas más densas, pasa necesariamente encima del segundo. Es el caso del Mediterraneo, muy cargado de principios salinos.

sometido á una evaporación muy enérgica que no pueden compensar los ríos poco caudalosos de la cuenca, y que recibe al W las aguas atlánticas y al WE las del Mar Negro, casi dulces. Es el caso, sobre todo, del Mar Rojo, cuya evaporación extraordinariamente enérgica hacía disminuir su nivel en 7 mm. por año si las aguas del Océano Indico no vinieran á reemplazar, por una corriente superior, lo que le ha hecho perder la evaporación. Se ha calculado que el Mar Rojo estaría completamente á seco en 60 años si las aguas del Océano Indico no vinieran á restituir aquellas pérdidas por el Estrecho de Bab el Mandeb. Se ha calculado así mismo que 15 á 20 siglos bastarían para cambiar todo aquel mar en un inmenso trozo de sal. Pero aquellas circunstancias no pueden producirse (salvo trabajos de los corales en el estrecho) porque la corriente sub marina del Mar Rojo, dirigida hácia el Océano Indico echa en este el excedente de sal originado por la evaporación.

El Mar Rojo tiene un 0,043 de principios salinos; el Mediterraneo 0,039; el Mar Negro 0,019; el Báltico, cuya agua es casi dulce 0,005.

La existencia de las corrientes profunda se revelan también al ver desfilar los *Icebergs* en una dirección contraria á la de la dirección superficial.

Por último, cuando el lecho oceánico se calienta, por una razón ó por otra, pero particularmente en el caso de una erupción volcánica sub-marina, las capas de agua situadas encima se dilatan y emprenden un movimiento ascensional, vertical ó oblicuo, según sea poco ó mucho el espesor de las capas por atravesar.