

vaba puesta en movimiento; antes bien, ésta se acumuló hacia la proa en violenta agitación; pero, enseguida, dejando de golpe á la barca tras de sí, se lanzó á caminar hacia adelante con gran celeridad, adoptando la forma de una SOLA y ÚNICA gibosidad redondeada, lisa y de contorno perfectamente determinado. La onda continuó su marcha por el canal, sin que su forma ni su velocidad pareciesen experimentar cambio ninguno. Yo la perseguí á caballo, por la orilla, y la encontré avanzando siempre con una velocidad de 8 á 9 millas por hora, y conservando todavía su figura inicial (como unos 30 pies de base y 1 1/2 de altura). La altura de la onda empezó luego á disminuir; y, después de haberla yo seguido todavía una ó dos millas, se me perdió en las sinuosidades y recodos del canal.,,

*
* *

Lo esencial y distintivo de esta onda es, por tanto, su carácter de protuberancia móvil; su existencia enteramente en relieve, SOLA, y sin acompañamiento de otras ondas oscilatorias, y su gran longevidad y aptitud para propagarse sobre la superficie del agua remansada. Scott Russell le dió la significativa denominación de ONDA SOLITARIA, con lo cual hubo de distinguirla genéricamente de las GREGARIAS ú ondas de oscilación, en que, á una elevación del líquido sigue siempre una depresión próximamente igual, de tal manera que el agua oscila de abajo para arriba y de arriba para abajo á iguales distancias próximamente de su nivel primitivo de reposo.

VIII.

Supongamos ahora que el canal donde se halla remansada el agua sea también rectangular, pero de fondo no ya horizontal, sino suavemente ascensional.

Si inyectamos, como antes, una cierta masa de agua por la parte de más fondo, se formará también la gibosidad SOLITARIA; pero, á medida que avance hacia el extremo de menor profundidad, irá experimentando notables modificaciones.

Al partir, cuando camina sobre una gran profundidad, presenta la forma lisa, y de perfecta simetría acabada de describir; mas, con el decrecimiento de la profundidad, se va *acortando* la base de la ONDA SOLITARIA y creciendo su altura; su forma se hace cada vez más aguda; la cresta empieza á inclinarse ligeramente hacia adelante; y, en fin, cuando la profundidad del agua en el canal SE APROXIMA Á SER IGUAL á la altura de la onda sobre el primitivo nivel del agua remansada, la cresta se rompe súbitamente, deshaciéndose de pronto en espuma, y desapareciendo la perfecta lisura de la forma que hasta entonces había conservado.

La ONDA SOLITARIA no puede, pues, propagarse sino sobre una profundidad de agua algo mayor que su altura.

IX.

Con estos antecedentes podemos ya explicar los POROROCAS.

Supongamos que la marea sea una serie de ondas

solitarias sucesivas y que, en conjunto, constituyan una gigantesca loma líquida.

Cuando sobre el estuario formado por las aguas fluviales en la desembocadura de un gran río, donde se reúnan circunstancias á propósito, llega un primer alto relieve de una gigantesca serie de ondas solitarias procedentes de alta mar, tiene este primer *alto-relieve-líquido* que disminuir necesariamente su rapidez, POR SER ESTA VELOCIDAD FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA.

La gibosidad de esta primera onda se hará más aguda (acortando la base y aumentando la altura); lo cual viene á ser lo mismo que si se aumentara de pronto el fondo de la parte marítima del río. La segunda onda solitaria, ENCONTRANDO YA MÁS FONDO, caminará con más rapidez, alcanzará naturalmente á la primera y la engrosará formando un todo con ella: la masa líquida, suma de las dos, será poco después detenida también por el poco fondo del río; la gibosidad común acortará de base y crecerá de altura, contribuyendo así á aumentar el fondo; la tercera onda alcanzará, por tanto, á las dos anteriores....., y así sucesivamente.

De este modo, pues, lo somero de los fondos detiene por la parte inferior á la gibosidad marina, y estorba el avance de las aguas oceánicas; pero, por la parte superior, continuando la velocidad de la marea, el agua se atropella sobre sí misma; y, cuando llega á formar un frente abrupto, escarpado y como cortado á pico verticalmente, la monstruosa mole líquida se precipita sobre las aguas fluviales, como una furiosa CATARATA SEMOVIENTE, con la fuerza de una *avalancha* irresistible, y con un estrépito espantoso que se oye á muchas millas de distancia.

Y, como si esto no fuera ya bastante, puede acrecentarse la intensidad del fenómeno si, mientras tanto, las *olas gregarias* de la superficie del mar, producidas por los vientos, conservando su individual velocidad undulatoria (no de translación) alcanzan y hasta se adelantan al conjunto ó loma líquida de las *ondas solitarias*, engrosando así su destructor caudal. Elevándose de este modo más pronto y con más empuje la mole delantera ó de vanguardia, y detenida su parte inferior más poderosamente que en aguas más profundas lo habría sido, la *onda solitaria ó de translación*,—así exagerada,—invade dislocadamente los márgenes, cada vez más y más someras para tamaña elevación de las aguas de alta-mar; la marcha de la loma se entorpece; las olas gregarias la alcanzan; la montaña líquida se yergue tremebunda; las siguientes olas de alta-mar le saltan por encima; y, desde la tajada cresta de la retardada loma, caen estas aguas como desde lo alto de un ingente malecón, sobre las detenidas aguas del río, y cuanto encuentran al paso en su carrera de muerte queda instantáneamente destruido y sepultado con vertiginosa rapidez.

X.

Cuando por el efecto de una disposición local peculiarísima llegan á encontrarse dos pororocas que siguen distintas direcciones en una misma masa de agua, entonces ellos se atraviesan y compenetran, continuando cada cual su marcha distinta é individual, cual si no se hubiesen atravesado.

Como decisiva comprobación de la influencia del

fondo en los fenómenos del POROROCA, se ha observado que nunca son más terribles sus estragos que en la época del estiaje.

El macareo del Sena es, pues, mucho más violento en el equinoccio de otoño que en el de primavera, porque por octubre el caudal del río es pobre, y por marzo se halla engrosado con las lluvias y avenidas de sus afluentes.

XI.

LAS OLAS.

¡Cuántos habrán sido los hombres que en la larga serie de los siglos han estado contemplando las olas de la mar, para adivinar la causa que hace deshacerse en espuma ruidosísima tanto lujo de fuerzas iracundas al llegar á la humilde arena de las playas!

¡Cuántos hombres habrán dicho como Lucano: *Yo me resigno á la ignorancia que los dioses han querido imponer á los hombres!* Y, sin embargo, la clave del enigma estaba contenida en una bien sencilla fórmula.

Pero ¡para determinarla, se necesitaba un Newton! ¡Y para aplicarla un Russell! ¡Y para saber que tanto movimiento de las olas se convierte en elevación de la temperatura, se necesitaba la pléyade de hombres eminentes que han evidenciado la teoría mecánica del calor: Rumford, Grove, Mayer, Joule.....!

El fenómeno más frecuente en las orillas del mar,—la llegada de las olas y su fraccionamiento en espuma estrepitosa,—es una serie incesante é infatigable de pequeños pororocas.

El *pororoca del Amazonas* tiene que descender de su trono de horrores para reducirse á la situación de un fenómeno vulgar.

Las olas de alta mar son *ondas gregarias, undulares, ó de oscilación*, consistentes en una mitad negativa, á la cual sucede siempre su gemela positiva.....

Su avance es el viaje de una forma, sin translación de su materia.

Pero, en cuanto el fondo disminuye, la parte negativa se acorta y se retarda, la positiva crece y se acelera, y el doble fenómeno continúa hasta que, irguiéndose la engrosada intumescencia hasta una altura de equilibrio inestable, rellena y colma la ya reducida cavidad de la ola; y el conjunto de las masas líquidas avanza, se traslada sobre las riberas como *onda solitaria*, experimentando, por insignificante que sea su masa, los efectos del *decrecimiento de la profundidad*. La parte inferior sufre un retardo en su marcha, la parte superior se levanta sobre la parte retardada: de ahí la elevación de la ola, lo abrupto de su frente, y, cuando la cresta avanza más que la base, su giro ó revolución sobre sí misma, con ó sin penacho de crinada espuma; y, en fin, su dilatación y esparecimiento ascensional sobre la suave rampa de la arena.

XII.

Así, pues, aunque las olas en alta mar sean ondas *gregarias* ó *de oscilación*, TODAS se convierten en *ondas solitarias* cuando llegan á la orilla, cuya extensión se encuentra toda cubierta de *ondas de translación*, sin que entre ellas se descubran los grupos oscilantes de las *ondas gregarias*. Por esto el agua de las olas, clara en alta mar, se hace turbia en las costas; y por eso las olas tempestuosas acarrear á las playas arenas, guijarros, detritos, plantas marinas, esponjas, restos de embarcaciones naufragadas, conchas, mariscos y cadáveres; lo que no harían, á ser siempre *gregarias* y nunca *de translación*.

APÉNDICE.

Conviene advertir que las ondas puras de undulación son más bien fenómenos teóricos que prácticos. Y, sin duda, no ha de ser necesario mucho esfuerzo para hacerlo comprender. Lo que es incuestionable verdad en el agua tranquila de un estanque sobre el cual dejemos caer verticalmente una piedrecilla, no puede ocurrir sin modificaciones de la mayor magnitud en las aguas de un mar agitado por vientos tempestuosos.—En primer lugar, porque el viento incide siempre sobre las aguas con una inclinación muy considerable: de 18 grados.—Y, en segundo lugar, porque un viento fuerte no deja ni puede dejar que las undulaciones gregarias se formen normalmente.

*
**

Y, en efecto, la fuerza del viento puede ser tanta, que el equilibrio natural de las olas se destruya; y, cuando efectivamente la cresta de la ola se hace muy aguda, el viento le deshace la cúspide mucho antes de que haya adquirido la altura á que sin el viento llegaría, y que, después, realmente adquiere en cuanto el viento calma alguna cosa. Por tanto, los mares más revueltos no suelen tanto ser el resultado de un repentino huracán, como de un viento fuerte y constante en porfiada dirección (1).

(1) La observación de las olas presenta más dificultad de lo que á primera vista pudiera pensarse, cuando el mar está muy agitado, y nada aparece regular en él, ni en forma, ni en intervalos, ni en velo-

Por otra parte, es incuestionable que en el mar hay grandes movimientos (que no constituyen corriente) en cuya virtud se verifica el transporte de considerables masas líquidas arrastradas por el viento en los recios temporales hasta grandísimas distancias.

Si el viento en los desiertos africanos levanta verdaderos oleajes de arena, capaces de sepultar las caravanas; si todo el que ha viajado por arenales; dunas, landas y estuarios en seco, ha tenido ocasión de admirar portentosos acarrees, que corren horizontalmente como serpientes colosales de centenares de metros á constituir respetables colinas de arena; ¿cómo es que, después de la obra de CIALDI, no reconozcan todos los autores que en el mar hay inmensos transportes de agua, que no constituyen onda ni corriente; pero que, consistiendo en formidables estepas hidráulicas animadas de enorme velocidad, han de causar ruinas portentosas cuando caigan como avalancha sobre un punto cualquiera, por defendido que esté? (1).

ciudad. A veces una ola parece parada, á veces retrogradar, y, frecuentemente, cuando un observador la está siguiendo con más atención, se le desaparece en un instante. De este fenómeno, generalizándolo, ha tratado OSBORNE REYNOLDS en la Sección A de la Sociedad Británica.

(1) CIALDI, en su obra monumental *Sul moto ondoso del mare*, deja fuera de duda la existencia de este transporte de las moléculas de agua, verificado por los vientos, con tal intensidad, que suele hacer invisible el horizonte (como es patente á cuantos han vivido orillas del mar), y le atribuye los errores de estima en la navegación, las extravagancias de fuerza y dirección en parajes de corrientes conocidas, el *incógnito movimiento de transporte* notado por COURTANVAUX; el *agente oculto*, designado por MACARTE; la *hasta ahora ignorada pero fatal corriente* de PIDDINGTON; el *imprevisto misterioso impulso* de HALL; la *ganancia de flujo* de KELLER; los acarrees de arenas y de fangos, los cambios de las barras, las erosiones de las costas, y tantos otros fenómenos esporádicos, á los cuales es preciso asignar causa, pero de ninguna manera causa permanente y continua.

EL ACEITE Y LAS OLAS.

I.

¿En qué consiste que fenómenos conocidos desde muy antiguo no logren llamar la atención general de los sabios ni impresionar al público durante largos periodos? ¿Qué hay de más particular al fin en un suceso, para poner á la orden del día cuestiones palpitantes, á las que otros hechos, sin duda más notables, no tuvieron nunca poder bastante para infundir popularidad?

He aquí cuestiones que no tienen fácil contestación, y á las que presta gran interés de actualidad la pregunta hoy oída á cada paso: "¿Posee efectivamente el aceite virtud para apaciguar las olas? ¿Conque no hay ya motivo para tener miedo á las tempestades de alta-mar?,"

II.

En calma perfecta, la superficie del agua de un lago refleja invertidos los objetos de la orilla, como lo haría un espejo horizontal. Si un perezoso soplo

de viento se mueve con la velocidad de solo medio kilómetro por hora, no se perturba la perfección de las imágenes. Un soplo de alguna mayor celeridad desordena ya la copia; pero, no bien cesa la ráfaga, reaparece la perfección de los perfiles. Cuando el viento camina con la velocidad de 1 kilómetro por hora, las arrugas de la superficie líquida estorban ya la definida producción de las imágenes; pero las agitaciones del agua no tienen aún fuerza para propagarse; puesto que, si hay en el lago un espacio guarecido de la acción del viento, allí, con seguridad, es perfecto el espejo de las aguas. Este ligerísimo tremor de los líquidos, incapaz de propagación, es lo que se conoce en la ciencia con el nombre de *ondas de capilaridad*.

Solamente cuando la velocidad del viento resulta de algo más de 3 kilómetros por hora, es cuando las olas empiezan á producirse con regularidad notable. Poco perceptibles al principio, su amplitud se va ensanchando á medida que crece el viento ó se prolonga su duración.

III.

No es fácil comprender cómo pueden producirse olas de magnitud diferente cuando la extensión de una superficie está por igual expuesta á la misma intensidad del viento. Sólo cabe encontrar explicación negando el supuesto, y no concediendo que las desigualdades del terreno y de los árboles ó arbustos de la orilla permitan en caso ninguno igualdad de exposición á las ráfagas del aire, ni tampoco que éste sople siempre con idénticas velocidad y dirección.

Parece que el viento causa las olas, porque el aire se adhiere á las moléculas del agua; adherencia que aumenta considerablemente por la circunstancia de incidir sobre la superficie líquida con una notable inclinación: regularmente de 18 grados.

IV.

El poder de las olas tempestuosas cerca de las costas es inmenso.

Mueven bancos de guijarros de 70 metros de largo por 4 de alto, como en Hurttcastte en 1842; levantan anclas de más de una tonelada de peso á lo alto de un escollo, como en Bell Rok; desmontan los cañones de las baterías de mar, como en Cádiz en 1840; pueden arrastrar hasta 8 000 toneladas de escollera con bloques de 10 á 16 toneladas, como en Plymouth en 1852; arrancan de cuajo las torres de los faros, como la del Estrecho de Bonifacio en 1875, y la del de Krishna en 1877.

Y sin embargo, ¡esta fuerza colosal queda vencida arrojando al mar insignificantes cantidades de aceite!

V.

M. Shields hace algunos años tendió en el fondo del mar á la entrada de North Harbour (Escocia) cañerías de plomo por donde, desde tierra, con adecuadas bombas, se podía inyectar petróleo. Como el peso específico del aceite es menor que el del agua, subía el petróleo inmediatamente á la superficie, extendiéndose por ella en delgadísima capa untuosa,