

## COMPOSICIÓN Y ANÁLISIS DEL AGUA DEL MAR \*

Cloro. . . . .	5,2925
Bromo. . . . .	0,188
Ácido sulfúrico. . . . .	6,410
Ácido carbónico. . . . .	0,152
Cal. . . . .	1,676
Magnesia. . . . .	6,209
Potasa. . . . .	1,332
Sosa . . . . .	41,234
	<hr/>
	112,493
Oxígeno. . . . .	12,493
	<hr/>
	100,000

ó bien llevando á 100 e cloro:

Cloro. . . . .	100,000
Ácido sulfúrico. . . . .	11,576
Cal. . . . .	3,053
Magnesia. . . . .	11,212
Potasa. . . . .	2,405
Sosa . . . . .	74,760
	<hr/>
	203,006
Oxígeno. . . . .	22,561
	<hr/>
	180,445

Las cifras de M. Dittmar difieren muy poco de las de Forchhammer; merecen sin embargo más confianza que las últimas á causa de las perfecciones llevadas á los métodos analíticos y también porque las muestras, según nos han asegurado, fueron recogidas con más precaución en el *Challenger*.

C. M. Tornøe, después de haber determinado el peso total  $Q$  de las sales por calcinación, como se ha dicho precedentemente, comprueba también la exactitud muy aproximada de la fórmula empírica:

$$\frac{\text{Peso total de las sales}}{\text{Peso del cloro}} = \text{coeficiente del cloro} = X$$

$$6 \quad X = \frac{Q}{C} .$$

Determina el cloro  $C$  por el procedimiento de Mohr con ayuda de una disolución de nitrato de plata, tratada con anterioridad sobre una muestra de agua del mar tipo, de composición conocida, conservada en el laboratorio, sirviéndose del cromato de potasa para manifestar el final de la precipitación.

Por otra parte, después de haber tomado el peso específico  $E \frac{17,5}{17,5}$ , del

\* Conclusión, véanse pags. 202 y 218.

†  $17^{\circ},5 = 14^{\circ} R = 63^{\circ},5 F$ .

agua del mar sometida á la experiencia, llevada á la temperatura normal de 17°,5 y en relación con la unidad de volúmen de agua destilada á 17°,5, se reconoce también la exactitud tan aproximada de la segunda fórmula empírica:

$$\frac{\text{Peso total de las sales}}{\text{Peso específico} - 1} = \text{coeficiente del peso específico} = K$$

6

$$\frac{Q}{\frac{S_{17,5} - 1}{17,5}} = K$$

Para dar una idea de la aproximación obtenida, citaremos los dos cuadros siguientes, tales como resultan de las experiencias de M. Tornöe.

C POR 100	Q POR 100	X
1,947	3,521	1,808
1,271	2,301	1,810
1,868	3,386	1,813
1,956	3,532	1,806
1,809	3,278	1,812
1,947	3,515	1,805
1,938	3,503	1,808

Para la segunda fórmula, se tiene:

$\frac{S_{17,5}}{17,5}$	Q POR 100	K
1,02670	3,521	131,9
1,01739	2,301	132,3
1,02573	3,386	131,6
1,02676	3,532	132,0
1,02488	3,278	131,8
1,02669	3,515	131,7
1,02655	3,503	131,9

Haciendo el resumen de esos cuadros, M. Tornöe admite para X y K los valores

$$\text{coeficiente del cloro} = X = 1,809 \pm 0,00076,$$

con un error probable de  $\pm 0,002$  para una sola determinación y

$$\text{coeficiente del peso específico} = K = 131,9 \pm 0,058,$$

con un error probable de  $\pm 0,15$  para una sola determinación.

La fórmula

$$Q = \left( \frac{S_{17,5}}{d_{17,5}} - 1 \right) 131,9$$

es de uso general para obtener con rapidez, aunque de una manera aproximada, la cantidad de sal contenida en una agua del mar por una sencilla medida del areómetro. Sirvió á M. G. Karsten para calcular sus tablas, pero sin olvidar que la muestra debe ser recogida ó llevada á la temperatura de 17°,5.

**DETERMINACIÓN DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS.**—Se emplea el método de Ferchhammer, que consiste en hacer hervir el agua del mar con una disolución de permanganato de potasa, suficiente para comunicarle, después de doce horas de reposo, un color rojizo. Se determina el exceso de permanganato añadido, buscando la proporción de ese cuerpo, necesaria para producir la misma coloración en un volúmen igual de agua destilada.

M. Schemelck encontró que, por lo general, 100 cm.<sup>3</sup> de agua, cantidad suficiente para ser decolorada por 0,0005 gr. de permanganato de potasa, le corresponden cerca de unos 0,0025 gr. de materias orgánicas.

**RESIDUOS DE LA EVAPORACIÓN DEL AGUA DEL MAR.**—Cuando el agua del mar es evaporada lenta y regularmente, se concentra cada vez más, y en ciertos grados de concentración abandona sales de las que importa conocer su naturaleza y proporción. Su estudio fué hecho por Usiglio.

Á 21°, el agua destilada á esa misma temperatura de 21°, se toma como unidad, y el peso específico será 1,0258 = 3°,5 Baumé.

La evaporación de 5 litros de esa agua pesa 5,129 gr., según los resultados de lo calculado á 1 litro = 1025,8, demuestran que por evaporación, el agua del mar abandona desde luego su óxido de hierro y su carbonato de cal, no efectuándose el depósito de sulfato de cal sino cuando la concentración está muy avanzada, pero solo cuando el volumen del agua de mar se ha reducido á un décimo del que tenía primitivamente. La proporción absoluta y relativa del cloruro de potasio, del cloruro de magnesio depositados, aumenta en seguida regularmente. Esas cifras son en geología de gran importancia, porque permiten darse cuenta de la naturaleza y orden de los depósitos salinos abandonados por los mares antiguos que se encuentran en la actualidad en el seno de la tierra.

#### DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTENIDOS EN EL AGUA DEL MAR.

**HISTORIA. MÉTODO DE JACOBSEN.**—Desde 1838, Frémy analizó las muestras de agua recogidas desde hacía un año por la *Bonite*. Eliminó los gases por ebullición, absorbiendo el ácido carbónico, por medio de una legía de potasa, y quemó el oxígeno por el fósforo. Los resultados fueron erróneos, como consecuencia del mal estado de conservación de las muestras.

En 1853, Morren, recoge agua de la superficie en Saint-Malo; llevándola á Rennes, la hizo hervir, recogiendo los gases así desprendidos del agua, absorbió el ácido carbónico por una legía de potasa y quemó el oxígeno por un exceso de hidrógeno. Sus resultados fueron también inexactos á causa del transporte á que se sometieron las muestras.

La expedición del *Porcupine* en 1869, adoptó el principio de que todo análisis de gas debe hacerse á bordo inmediatamente después de haber recogido la muestra. Llevaron el agua al grado de ebullición, después absorbieron el ácido carbónico por la potasa y el oxígeno por el ácido pirogálico. Las cifras obtenidas fueron consideradas como erróneas por los químicos del *Porcupine*, á causa de las defectuosidades del aparato, que había servido para recoger las muestras.

Jacobsen, miembro de la expedición alemana para el estudio del Báltico en 1871 y 1872, adoptó el método del análisis siguiente:

Divide la operación en dos partes; recoge los gases haciendo hervir la muestra á bordo inmediatamente después de recogida, pero no ejecuta el análisis completo sino á la vuelta en su laboratorio. Las muestras fueron recogidas con la botella Mayer. Para recoger los gases, Jacobsen emplea el método de Bunsen, é idea, en unión del Dr. H. Behrens, un aparato cuya exactitud no dejó nada que desear.

M. Buchanan, químico del *Challenger*, empleó el método de Jacobsen, y lo mismo hicieron los del *Vöringen* con la sola diferencia que las muestras fueron recogidas por estos últimos con la botella de Wille, que desde el principio pudieron comprobar y que ninguna burbuja de aire se desprendió al subir el agua á la superficie.

ALCALINIDAD DEL AGUA DEL MAR.—La reacción alcalina del agua del mar con reactivos coloreados, ha sido aconsejada por von Bibra, E. Guignet y Telle, por Buchanan y por Tornöe.

Basta, en efecto, preparar una disolución de tornasol por el método de Gottliet, vaciarla en dos vasos y añadirle á uno agua destilada y al otro agua del mar, para observar una diferencia notable en el tinte.

Se puede también colorar el agua destilada por una disolución alcohólica de ácido rosálico que posee un tinte amarillo naranja, hacerla pasar en seguida al amarillo, tinte característico de los ácidos, por la adición de un poco de ácido oxálico y restablecer el color primitivo con agua del mar. Por último, verter en agua pura del mar una disolución alcohólica de coralina, y se verá aparecer inmediatamente el tinte rojo característico de los álcalis.

M. Buchanan, ensayó determinar la alcalinidad del agua del mar á bordo del *Challenger*, obteniendo en frío la cantidad de ácido clorhídrico necesario para restablecer el tinte neutro de ácido rosálico. Hace notar que todas las muestras ensayadas por él eran alcalinas.

M. Dittmar aconseja se trate el agua del mar por la aurina que toma un color amarillo con los ácidos, y color violeta con los álcalis. La aparición del tinte amarillo proviene de la presencia del ácido carbónico libre.

DETERMINACIÓN DEL AIRE ATMOSFÉRICO.—M. Tornöe, para estudiar los gases de las muestras obtenidas durante las tres campañas del *Vöringen*, se cuidó de recogerlos reunidos á bordo por el método de Jacobsen, y solamente á su vuelta fué cuando analizó el contenido de los tubos cerrados, operación imposible de efectuar en el mar.

Se abren los tubos bajo mercurio y se analizan los gases por el método de Bunsen. Para ello, se introduce la mezcla en un tubo graduado por medio del mercurio; se deseca con un fragmento de cloruro de calcio, y se mide su volumen. Se absorbe entonces el ácido carbónico por la potasa cáustica, des-

pués, el oxígeno por el fósforo, por el ácido pirogálico adicionado de potasa, ó mejor aún, se le quema al contacto de un exceso medido de hidrógeno. El resto del volumen primitivo es de ázoe.

M. Dittmar trató infructuosamente de reconocer en el agua del mar la presencia del hidrógeno proto-carbonado ó gases de los pantanos, y M. Tornøe el del ácido sulfídrico.

M. Tornøe formuló las conclusiones siguientes:

En la determinación del agua del mar, se llega á resultados inexactos, volviendo á llenar los volúmenes del oxígeno ó del ázoe, primitivamente disueltos, al volumen total de los gases expulsados por la ebullición. El ácido carbónico forma siempre parte de la mezcla, pero en proporciones variables. Se necesita hacer abstracción de ese gas y determinarlo por procedimientos especiales.

La proporción del aire disuelto en el agua del mar, no comprendido el ácido carbónico, ha sido al S. de 70° de lat. N. en 36,96 por 100 de oxígeno, y entre 70° y 80° de lat. N. de 35,64 por 100. El máximo fué de 36,7 y el minimum de 31,1. Esas cifras, comparadas á las de M. Buchanan para el Atlántico y el Pacífico, dan como término medio para el océano en general, 33,9 por 100 de oxígeno, y 66,1 por 100 de ázoe, mostrando que la proporción de oxígeno es menor en las regiones calientes que en las frías. Disminuye, pues, á medida que la temperatura aumenta. Depende también de la presión barométrica que se ejerce en la misma superficie del agua, y según M. Tornøe, á otras causas aún desconocidas. En cambio, la proporción de ázoe no depende más que de la temperatura; disminuye á medida que la temperatura se eleva y su proporción en centímetros cúbicos por litros de agua del mar llega á 0° y á la presión de 760 mm., se expresa con exactitud por la fórmula empírica

$$Az = 14,4 - 0,23 t,$$

$t$  representa los grados centígrados.

La proporción de oxígeno se expresa entre 0° y 10° por la fórmula empírica.

$$O = 7,79 - 0,2 t + 0,005 t^2.$$

Esa ley y las fórmulas que se expresan han sido formadas sintéticamente por M. Tornøe. Como regla general, la proporción de oxígeno, que como término medio es la superficie de las regiones septentrionales de 35,3 por 100, disminuye de la superficie al fondo, siendo, además esta disminución variable según las localidades.

El agua del mar posee por el oxígeno un coeficiente de absorción más considerable que para el ázoe. La suma de aire, oxígeno y ázoe, es más considerable en las profundidades que en la superficie, no precisamente como consecuencia de presión, sino á causa del descenso de temperatura. En otros términos, la cantidad de aire disuelto en el océano es en todas partes la misma, y corresponde á la saturación máxima de la superficie, corrección hecha de la temperatura y disminución de la proporción de oxígeno, ó también á la proporción de ázoe, que es constante á todas las profundidades, corrección hecha de la temperatura, según fórmula indicada precedentemente.

La proporción del oxígeno varía por un gran número de causas, por la acción del sol sobre las aguas de la superficie, por la respiración de los seres

marinos, y por las combinaciones químicas, á las que él da lugar en el seno de los océanos. La inercia química del ázoe explica la uniformidad de su distribución.

DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO CARBÓNICO.—Recogiendo del agua del mar el ácido carbónico por ebullición, sorprende las diferencias presentadas en los resultados obtenidos por diferentes experimentadores. De esa manera se ha encontrado que la cantidad de ácido carbónico obtenido en 1 litro de agua del mar de la superficie, tiene los valores siguientes:

Tremy. . . . .	2,2 á 2,8	cm. <sup>3</sup>
Morren. . . . .	1,6 á 3,9	—
Leidy. . . . .	2,4 á 3,9	—
Pisani. . . . .	6,0 á 8,1	—
Hunter. . . . .	0,8 á 5,9	—
Bischof. . . . .		39,0 —
Vogel. . . . .	55,6 á 116,3	—

Jacobsen nota en sus análisis las mismas irregularidades. En vista de los resultados, y tratando de investigar la causa, hizo hervir agua del mar en una corriente de aire privado de ácido carbónico, hasta que quedó reducida á  $\frac{1}{10}$  de su volumen primitivo. Recogió el ácido carbónico en una cantidad conocida de agua de barita, que retira en seguida por el ácido oxálico.

De esa manera termina, asegurando que el agua del mar del N. contiene cerca de 100 mmg. de ácido carbónico por litro. Pero, por otra parte, al calcular la proporción de ácido carbónico contenido en los carbonatos neutros procedentes de la evaporación de 10, l. de la misma agua, no encuentra más que unos 10 mmg. por litro. En la imposibilidad de descubrir la razón ó causa de esa anomalía, lo atribuye á una propiedad particular que posee el agua del océano para retener el ácido carbónico de la atmósfera, debido al cloruro de magnesio presente en el mar.

Esa opinión fué aceptada por M. Buchanan, que, sin embargo, después de una serie de experiencias, tuvo que transferir esa propiedad de los cloruros á los sulfatos. Esa es la razón por la cual, en las determinaciones del ácido carbónico, cuidan antes precipitar el ácido sulfúrico, añadiendo al agua una disolución saturada de cloruro de bario, con el objeto de facilitar se ponga en libertad el ácido carbónico.

Según M. Tornøe, la reacción alcalina del agua del mar con el tornasol y con el ácido rosálico, explicaría, aunque difícilmente, que dicha agua contuviese ácido carbónico libre. Para estudiar mejor el fenómeno, opera por síntesis, y asegura que la mezcla de las sales en el agua del mar, llevada á la ebullición, descompone los carbonatos neutros, de manera que todas las determinaciones del ácido carbónico, hechas con anterioridad, eran inexactas. Jacobsen y Buchanan, con sus procedimientos, recogieron, no solamente el ácido carbónico que creían estaba contenido en el agua en estado de gas, sino también los carbonatos que ellos descompusieron. Dicha descomposición resulta de la acción recíproca, lenta, de los carbonatos y las sales de magnesia, mientras que los sulfatos no poseen, en manera alguna, las propiedades que se les había atribuido. Para explicar la reacción alcalina, la supone, desde luego, debida á los

carbonatos del agua del mar, ó al menos á una notable proporción de ellos, como carbonatos de sosa y de potasa; admiten en seguida que el ácido carbónico está combinado á las bases para formar, no solo los carbonatos, sino también los bicarbonatos en proporciones variables.

Con objeto de medir la exacta proporción del ácido carbónico contenido en el agua del mar bajo la forma que sea, M. Tornøe emplea el aparato de Alex Classen para la determinación del ácido carbónico en los carbonatos.

En definitiva, el análisis del ácido sulfúrico dará la suma de las bases contenidas en la muestra, mientras que la determinación por el ácido oxálico del agua de barita que haya absorbido el ácido carbónico desprendido suministrará la suma del ácido carbónico contenido en el agua del mar.

Operando de esa manera encontró M. Tornøe que la cantidad total del ácido carbónico recogida excede á la necesaria para saturar al estado de carbonatos las bases evaluadas para la determinación por la sosa. Como por otra parte la reacción alcalina del agua del mar prueba que no tiene ácido carbónico libre es forzoso admitir que ese gas se combina á una porción de bases para formar los bicarbonatos.

Después de analizadas 78 muestras, M. Tornøe reconoció que la proporción de ácido carbónico correspondiente á los carbonatos es notablemente uniforme; pero la proporción de los bicarbonatos presenta, por el contrario, irregularidades muy grandes, llegando á 8 mmg. por litro. En los parajes visitados por el *Vöringen*, el agua contenía, como término medio, por litro,  $52,78 \pm 0,083$  mmg. de  $\text{CO}^2$  correspondiente á los carbonatos, con un error probable de  $\pm 0,662$  por litro para una sola determinación, y  $43,64 \pm 0,16$  mmg. de  $\text{CO}^2$  correspondiente á los bicarbonatos, con un error probable de  $\pm 1,26$  mmg. por litro para una sola determinación.

La importancia capital de la determinación del ácido carbónico en el agua del mar nos obliga á dar la exposición del método práctico empleado á bordo por M. Tornøe.

En un globo que mide unos  $250 \text{ cm.}^3$ , se vierte por medio de una probeta  $150 \text{ cm.}^3$  del agua del mar que se va á examinar; se añaden  $10 \text{ cm.}^3$  de ácido sulfúrico, de los que cada centímetro cúbico corresponde á  $0,9386$  mmg. de ácido carbónico.

El agua de mar contiene cerca de 62 mmg. de ácido carbónico por litro,  $150 \text{ cm.}^3$  contendrán 7,8 mmg. El ácido sulfúrico añadido descompondrá, pues, todos los carbonatos presentes, quedando en el líquido un exceso de ácido libre correspondiente á unos 0,16 mmg. de ácido carbónico. Se añaden algunas gotas de la disolución de coralina que colora el licor en amarillo, y se le hace hervir durante tres ó cuatro minutos. Todo el ácido carbónico será expulsado de esa manera, se verterá con la probeta un volúmen determinado de disolución de sosa suficiente para saturar el ácido sulfúrico libre, debiendo advertir que cambiará el licor de color súbitamente, pasando del amarillo al rojo violeta. Para las aguas ordinarias ó comunes del mar se añadirá cerca de  $1,7 \text{ cm.}^3$  de la disolución de sosa.

Se toman de nuevo  $10 \text{ cm.}^3$  de ácido sulfúrico, y se mide la cantidad de la disolución de sosa necesaria para saturarlos. Se encontrará de esa manera que  $10 \text{ cm.}^3$  de ácido sulfúrico corresponden á  $10,22 \text{ cm.}^3$  de la disolución de sosa. La diferencia entre 10,22 y la cantidad necesaria para saturar el ácido que

queda en libertad dará el número de centímetros cúbicos de la disolución de sosa correspondiente al ácido carbónico que se encuentra en los 150 cm.<sup>3</sup> del agua del mar examinada, y como el tratamiento de la disolución de sosa es tal que ella misma da la cantidad de ácido carbónico correspondiente á 1 cm.<sup>3</sup>, el cálculo se hace inmediatamente sin tener necesidad de equivalentes. Con objeto de que la disolución de sosa no absorba el ácido carbónico del aire, conviene mantener el frasco que lo contiene perfectamente cerrado. Si se abre cada vez que fuere necesario verter la disolución en la probeta, se comprometerá la pureza del licor antes de una ó dos semanas. Es, pues, absolutamente indispensable aspirar la sosa en la probeta por los procedimientos conocidos.

M. Buchanan cree que la cantidad de ácido carbónico contenido en los mares calientes es más débil que en los mares fríos. Es cierto que la proporción de ese gas no aumenta con la profundidad. Los hechos indican que el papel que representan en la economía del Océano el ácido carbónico, como el ázoe, es, sino nulo, al menos desconocido aún, no habiendo razón alguna, por ejemplo, para atribuir á esos gases la desaparición de los depósitos calizos señalados más allá de 5.000 m. Dicho resultado será más bien debido á las propiedades alcalinas de la inmensa mayoría de las aguas oceánicas. M. Dittmar atribuye desde luego la desaparición de las conchuelas calizas en profundidades determinadas, lo que es general en todos los Océanos, no á que las aguas profundas contengan un exceso de ácido carbónico libre, sino que la alcalinidad del agua del mar termina por disolver el carbonato de la cal.

Después de numerosos análisis practicados con las muestras del *Challenger*, concluye M. Dittmar diciendo que las aguas del Océano, cualquiera que sean la profundidad y localidad de donde procedan, contienen bases en exceso, es decir, en cantidades mayores que las necesarias para saturar los ácidos analizados en las muestras. Esas bases en exceso están en estado de carbonatos neutros, y algunas veces combinadas con un exceso de ácido carbónico que, en la mayoría de los casos, es inferior, algunas veces igual y raramente superior á la cantidad necesaria para producir los bicarbonatos.

A una temperatura de 18 á 21°, la tensión de disociación de los bicarbonatos en el agua del mar es de 0.0005 de atmósfera; con las temperaturas de 1 á 2° inferiores ó superiores á cero, que es la que reina en las zonas glaciales, se le puede estimar en 0.0003 de atmósfera, valor muy aproximado de la tensión del ácido carbónico en la atmósfera. En esas condiciones, el agua del mar de los trópicos da ácido carbónico á la atmósfera, tendiendo así elevar la presión del ácido carbónico aéreo que es de 0,0003 atmósfera hasta la tensión de disociación correspondiente para el Océano á la temperatura ambiente. El desprendimiento de ácido carbónico es cada vez menos intenso á medida que se aleja del Ecuador á los polos. Continuando avanzando hacia los polos, el agua absorbe una cantidad de ácido carbónico cada vez más considerable, tendiendo á convertirse en bicarbonatos completamente saturados de las bases en exceso que encierran. El número de equivalentes de ácido carbónico presente en cada equivalente de las bases en exceso deberá estar en función de la temperatura del agua. En realidad, esas relaciones son siempre más complicadas cuando los excesos de ácido carbónico tomado en las regiones polares es transportado por las corrientes descendentes de los polos á latitudes

más calientes, compensando de esa manera la pérdida de ácido carbónico, aún más allá de los círculos polares, no podrá contener el agua del mar más que trazos de ácido carbónico libre, estando desde luego los bicarbonatos completamente saturados. Según Bunsen, un volumen de agua destilada á 0°, tratado con un exceso de ácido carbónico puro bajo una presión de 760 mm, de gas seco, no absorbe más que 1.8 volúmenes del gas medido y seco á 0° y á la presión dicha. En las regiones polares la temperatura del agua del mar líquida no llega á bajar nunca de 2 á 3° bajo cero; de donde resulta que la proporción máxima de ácido carbónico en un mar polar tiene la posibilidad de tomar á la atmósfera una cantidad que puede evaluarse aproximadamente en  $0,0003 \times 1800$ , ó sean  $0,54 \text{ cm}^3$ , ó 1 mg. para cada litro de agua. Si se supone que en una totalidad cualquiera se produce una cantidad mayor como consecuencia de la afluencia del gas que llega del fondo, ese exceso de ácido carbónico por encima de  $0,5 \text{ cm}^3$  no tardará en disiparse en el aire, y por ello se verá con cuánta razón podemos decir, de una manera general, que el océano es el gran regulador del ácido carbónico de la atmósfera.

Pero el ácido carbónico no tiene su único origen en la atmósfera; cierta cantidad proviene de los animales y vegetales marinos, que lo segregan después de su muerte, y además el que producen las fuentes volcánicas submarinas. Bajo una presión de 2.000 á 6.000 m. de agua, el ácido carbónico se eleva siendo llevado por las corrientes. Nada tiene tampoco de extraordinario que existan en las profundidades del océano masas de agua que contengan una gran proporción de ácido carbónico libre estando los carbonatos y bicarbonatos saturados, M. Dittmar encontró dos ejemplos entre las muestras del *Challenger*.

#### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA CONSTITUCIÓN QUÍMICA DEL AGUA DEL MAR.

Los químicos han efectuado una infinidad de análisis de las aguas del mar, que nada impediría el reunirlos para formar un cuadro indicativo de la composición de varios mares; pero la utilidad sería poca, y el rigor aparente de las cifras conduciría muy pronto á grandes errores. El análisis de cualquier agua del mar presenta la más extremada complicación, pudiendo, durante él, realizarse reacciones múltiples. Por otra parte, los procedimientos empleados por los químicos suelen ser diferentes, presentando una dificultad más en la comparación de los resultados obtenidos.

Se ha admitido en principio que la composición del agua de mar no difiere más que muy poco, con tal que la muestra sea tomada en pleno Océano. Se han basado en esa hipótesis para evaluar los elementos componentes únicamente después de la dosificación de uno de ellos, el cloro, suponiendo que la única variación que pudiera presentarse proviene de una mezcla más ó menos considerable de agua dulce. En efecto, si fuera así, las determinaciones directas y completas ejecutadas por un mismo autor sobre varias muestras deberían dar resultados idénticos, es decir, que en cualquier análisis las cantidades de cada sal deberían ser las mismas que en otro que se hiciera multiplicadas por un coeficiente constante indicando la proporción de agua

dulce mezclada al conjunto invariable de las sales. Forchhammer ha notado la existencia de esas pequeñas variaciones en la proporción de los elementos componentes, Mr. Schmelck, volviendo á la cuestión y repitiendo muchas veces el análisis de un mismo elemento, como cal, magnesia y ácido sulfúrico, ha buscado el valor del error experimental, observando que siempre era inferior á las variaciones que había notado en las diversas muestras que él había analizado por los mismos procedimientos. En una vasta masa de agua como el océano, en que todas las partes son cruzadas por las corrientes y las olas, las diferencias no pueden ser considerables; pero existen, sin embargo, y en su pequeñez son precisamente adecuadas á las causas que las provocan.

La manera como los autores anuncian las leyes deducidas de los resultados suministrados por los análisis dan una prueba en apoyo de esas aserciones.

I. Por lo general, la salsedumbre del mar aumenta á medida que se avanza desde las costas hacia alta mar, como consecuencia de las aguas dulces procedentes de los ríos.

II. La cantidad de sal en el agua del mar es máxima en las dos zonas de los vientos alíseos, mínima en la región de las calmas ecuatoriales y, en general, aumenta desde las altas latitudes hasta en medio de las zonas de los alíseos.

III. La cantidad de sal en los océanos y en los mares aislados depende del grado de evaporación y de la cantidad de las precipitaciones acuosas; está también en relación con las corrientes que reinan en la superficie y en las profundidades que es un factor muy importante de la circulación oceánica.

IV. La cantidad de sal en el océano es un factor de considerable importancia para la existencia, desenvolvimiento y difusión de los seres marinos organizados.

Esas cuatro leyes son de tal evidencia, que su verificación no puede faltar nunca y desde luego puede anunciarse *a priori*. Los numerosos y laboriosos análisis que han precedido al anuncio descuidaron forzosamente las pequeñas diferencias que, por sus variaciones, hubieran conducido al descubrimiento de leyes más precisas.

Importa también mucho saber si la composición del agua de mar ha variado en el curso de las edades geológicas como también si varía en nuestra época de un siglo á otro. Esta cuestión no puede tener solución, porque la composición del océano actual se establece comparando, por su valor, los análisis hechos en diversos mares y había que totalizar los resultados, suponiéndolos exactamente proporcionales á las áreas ó volúmenes ocupados por las aguas de composición diferente. Así lo reconoce M. Dittmar cuando dice: «con poca reflexión veríamos que un número de análisis, cualquiera que aquel sea, no permitiría jamás calcular, con cierto grado de certeza, la salsedumbre del océano.»

En las diferentes partes del globo, el mar está sometido á influencias varias, evaporación muy fuerte en las zonas tropicales, lluvias en las regiones templadas, fundición de hielos en las regiones polares que modifican la composición del agua, destruyendo así el equilibrio de su superficie obligando á las moléculas del agua á buscar y restablecer ese equilibrio, dando nacimiento á las corrientes marinas.

Una corriente deberá, pues, si no en su totalidad, al menos en un gran espacio de su curso, estar constituída por aguas de una composición casi semejante de las que le rodean, por medio de las cuales aquella se desliza. «Trazar con exactitud sobre una carta, como dice M. Dittmar las corrientes que cruzan el océano y determinar su velocidad es el problema más importante de la oceanografía y, sin duda alguna, la solución se facilitaría mucho si se poseyese una representación exacta y completa de las superficies de igual salsedumbre.» Una carta como esa sería imposible de trazar si cada muestra de agua no se cogiese en todos los mares del globo, sino también en un mismo punto y en épocas diferentes del año, debiendo ser analizadas de una manera completa.

#### LAS AGUAS DE LOS LAGOS.

*La cal y el ácido carbónico en el agua de los lagos.*—La cal disuelta en el agua de un lago y que sirve para constituir el esqueleto de los peces y otros animales acuáticos, así como la proporción en la cantidad de ácido carbónico disuelto, es operación delicada y larga para determinarla. En las condiciones ordinarias, una agua cualquiera es tanto más rica en bicarbonato de cal cuanto más ácido carbónico encierre. Además, la cantidad de ácido carbónico ejerce una considerable influencia en la flora y fauna de un lago, dando lugar á creer que sucede lo mismo que en el mar. Se ha reconocido que las plantas acuáticas, descomponiendo el bicarbonato de cal disuelto, se apoderan de la mitad de su ácido carbónico, dejando precipitar el carbonato. Ese ácido carbónico absorbido desempeña, con respecto á las plantas acuáticas, el mismo papel que el ácido carbónico del aire en las plantas aéreas. Las experiencias han demostrado que el carbono es empleado en constituir sus órganos, mientras que el oxígeno queda en el agua. También las plantas sirven directamente á la alimentación de ciertos peces como las carpas, por ejemplo, ó pasan indirectamente por el intermedio de otros animales, sirviendo el oxígeno para la respiración. Muchas especies de peces depositan sus huevos en las cercanías de las plantas porque el agua es en esos sitios más rica en oxígeno, y al desarrollarse el huevo absorbe cierta cantidad de ese gas, desprendiendo el ácido carbónico. Las experiencias de M. Weith de Zurich prueban que el ácido carbónico resultado de la respiración de los peces, transforma en bicarbonato el carbonato de cal del fondo.

El mismo químico ha reconocido también que el carbonato de cal contenido en el agua goza de la propiedad de permitir al ácido carbónico se mantenga en disolución durante mucho tiempo, mientras que en aguas exentas de cal no se desprenden sino con gran lentitud.

*Análisis de una muestra de agua lacustre.*—El primer método consiste en filtrar el agua en un disco de porcelana porosa. Operando con un litro de agua el depósito dejado sobre el filtro, dará el peso de las materias que tenía en suspensión, después se calcina y dará á conocer la proporción de materia orgánica, y cuando el depósito es abundante, se trata con el ácido clorhídrico y se determinará por los procedimientos ordinarios de análisis, al menos la cal y el hierro. El líquido filtrado se evapora hacia unos 105°, se pesa el residuo soluble y se hace el análisis bajo el punto de vista de la cal.

Con frecuencia se acostumbra solamente pesar el residuo de la evapora-

ción después de calcinado, que quema la materia orgánica descomponiendo los carbonatos. Se reconstituyen entonces esos últimos con algunas gotas de una disolución de carbonato de amoníaco, se pesa y obtiene de esa manera el peso de la materia orgánica y la de los carbonatos.

M. Weith opera de una manera más rápida, limitándose á evaluar la cantidad de carbonato de cal existente en una agua por medio del ácido clorhídrico sirviéndose de alizarina como índice.

Se echa en una cápsula de plata 100 cm.<sup>3</sup> del agua que se va á analizar, se le comunica un ligero tinte violeta por la adición de una gota de disolución alcohólica saturada de alizarina, se lleva á la ebullición y, con una probeta, se añade ácido clorhídrico centinormal, es decir, un líquido que contenga exactamente 0,36 g. de ácido clorhídrico puro por litro, hasta que el líquido se decolore ó tome un tinte amarillo claro. El carbonato es entonces descompuesto y se calcula su cantidad según la del ácido empleado. 1 cm.<sup>3</sup> de ácido centinormal corresponde á 0,0005 g. de carbonato de cal ó á 0,00022 g. de ácido carbónico químicamente combinado bajo la forma de carbonato neutro. Como es fácil observar el cambio de color y que se puede obtener con una aproximación de 0,1 cm.<sup>3</sup> correspondiente á 0,00022 g. de ácido carbónico químicamente combinado, se comprenderá cuán preciso es el método.

Si el agua contuviese hierro, el método deberá modificarse, porque con el hierro forma la alizarina un compuesto violeta oscuro que no se decolora con el ácido. Se opera entonces de una manera inversa. Se echan con una probeta en 100 cm.<sup>3</sup> de agua, ácido centinormal hirviendo coloreado con alizarina.

Es necesario ejecutar con gran cuidado la preparación del ácido clorhídrico normal. Conviene anotar la cantidad de cloro que contiene por un análisis en peso, pero basta con conservar el ácido en un frasco bien tapado para que su composición permanezca constante. Se toma para el resultado de un análisis el número de centímetros cúbicos de ácido clorhídrico normal necesario para neutralizar 100 cm.<sup>3</sup> del agua que se va á ensayar y se calculará la cantidad de ácido carbónico combinado bajo la forma de carbonato neutro en 1 l. de agua y por consiguiente la cantidad de carbonato de cal correspondiente á el ácido empleado. Ese número es siempre demasiado elevado, porque el ácido carbónico de las aguas naturales no está enteramente combinado con la cal, sino también con otras bases, principalmente la magnesia, cuyo carbonato posee un equivalente más pequeño que el del carbonato de cal.

M. Weith estudió por ese método el agua de la mayor parte de los lagos de Suiza.

Esos análisis y gran número de otros ejecutados por el mismo procedimiento en aguas de varios ríos, han conducido á formular las leyes siguientes:

Durante veinticinco años, no ha variado de una manera sensible la composición del agua de los lagos suizos; es la misma para las aguas de la superficie que para las de las profundidades. Cuanto más, si las variaciones existen, son inferiores al grado de aproximación del método empleado.

Se nota una sorprendente similitud en la fauna y flora de los lagos cuyas aguas poseen la misma cantidad proporcional de cal.

El hielo de los lagos es casi químicamente puro. De lo cual resulta que el agua que queda líquida debe, teóricamente, poseer una cantidad disuelta de cal más grande en invierno que en verano. Por la misma causa, en primave-

ra, á causa de la fusión de los hielos y nieves, se reconocen en las aguas de los ríos ser más pobres en carbonatos. La composición de las aguas de los ríos varía, pues, con las estaciones y un mismo río también varía en el sitio donde se recogió la muestra. Esas variaciones se dejan sentir en el agua de los lagos cerca de las desembocaduras de los ríos.

El siguiente cuadro indica algunos de los resultados obtenidos por M. Weith.

NOMBRE DE LOS LAGOS	Número de centímetros cúbicos de ácido normal necesario para neutralizar 100 cm. <sup>3</sup> de agua.	Acido clorhídrico combinado por litro de agua.	Peso aproximado de carbonato de cal por litro.
Lago Mayor. . . . .	7,1	0,01562	0,0355
» de Brienz. . . . .	13,6	0,02992	0,0680
» de Ginebra. . . . .	17,3	0,03806	0,0865
» de los Cuatro Cantones.. . . .	17,3	0,03806	0,0865
» de Thoune. . . . .	18,0	0,03960	0,0900
» de Walenstadt. . . . .	19,0	0,04180	0,0950
» de Lugano. . . . .	21,4	0,04708	0,1070
» de Constanza. . . . .	23,7	0,05214	0,1185
» de Zurich. . . . .	24,0	0,05280	0,1300
» de Zug. . . . .	24,5	0,05390	0,1225
» de Neuchatel. . . . .	26,2	0,05764	0,1310
» de Bienne. . . . .	33,3	0,07326	0,1665
» de Morat. . . . .	44,8	0,09856	0,2240

## CRÓNICA DE HISTORIA NATURAL

C. OCHSENIUS.—*Sobre la edad de algunas partes de los Andes*, por el Dr. C. Ochsenius. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1890.—El autor continua su argumentación sobre la elevación en parte relativamente moderna de los Andes (véase misma revista, años 1886-87).

Menciona las plantas fósiles encontradas en una arenisca del cerro de Potosí á una altura de 4100 á 4200 metros, descritas por H. ENGELHARDT, cuyas especies, *Myrica banksioides* ENGELH., *Cassia ligustrinoides* ENGELH., *C. chrysocarpioides* ENGELH., *C. cristoides* ENGELH., *Swetia terciaria* ENGELH. y *Phyllites Frankei* ENGELH., hoy crecen en la América tropical <sup>1</sup>.

De esto se deduce que esas plantas no se han criado en tan considerable altura, y que el terreno en que se encuentran se ha elevado después de su deposición. También las plantas terciarias de Coronel en Chile, son de un caracter general muy semejante á las de la América tropical é indican un clima cálido, que se ponía más templado por la elevación de los Andes. Las plantas terciarias de Coronel como las de Potosí han emigrado hacia el este y el norte (Brasil, Perú) á causa de una elevación paulatina de los Andes.

Los bancos de sal de roca del norte de Chile, de Bolivia y Perú, serían restos de la evaporación de partes separadas de mares. Las aguas madres de salinaje separándose despues del levantamiento de los Andes de los bancos de sal y corriendo en niveles más bajos habrían suministrado el material para la formación de las salinas de las pampas argentinas y de los salitrales de las provincias chilenas de Atacama y Tarapacá. El salitre (nitrato de sodio) procedería de las aguas

<sup>1</sup> Segun el profesor N. L. BRITTON de Nueva York, las plantas mencionadas serían terciarias neogenas.

madres de salinaje, y no por descomposición del feldespató en carbonatos alcalinos y transformación de los carbonatos en nitratos por medio del ácido nítrico de la atmósfera (Pissis).

Esta explicación, que el autor ya ha espuesto detalladamente en varios otros trabajos, tiene sin duda gran fundamento; sin embargo, no me parece resuelta todavía esta cuestión, pues es hasta ahora imposible apreciar el valor de los diferentes factores que han actuado en estos procedimientos.

Ciertos pórfidos de Chile (PLAGEMANN) son formaciones sub-marinas que conjuntamente con capas sedimentarias han experimentado dislocaciones, etc., producidas por el levantamiento de los Andes. A causa de ese mismo levantamiento se formaron hendiduras, que llenándose con las aguas madres de salinaje proporcionaron el material salino para las termas y fuentes minerales en las pendientes de las cordilleras altas (para todas las fuentes termales? B.)

En el litoral menos afectado por el levantamiento, llegaron pocas cantidades de las mencionadas disoluciones, y solo pudieron penetrar á corta profundidad. Así se esplica como algunos criaderos metalíferos contienen por arriba cloruros, ioduros y bromuros de plata, de mercurio, de cobre, etc., como también de boratos.

También KARSTEN, que vivió muchos años en Venezuela ocupado en investigaciones geológicas, cree que las montañas de Venezuela, Nueva Granada y Bolivia son de edad relativamente moderna, mucho más nuevas que la montaña de Guayana, el centro del levantamiento.

Según HETTNER la cordillera central de Colombia es una montaña de pliegues de edad post-cretácea. Sobre las masas plegadas, compuestas de formaciones viejas hasta la formación cretácea hay sedimentos terciarios y cuaternarios en posición horizontal, lo que prueba que el procedimiento de la formación de pliegues ya no continúa, ó á lo menos es muy insignificante.

En seguida cita el autor muchos ejemplos de levantamientos en Norte-América y en Europa. En todas partes del mundo se encuentran huellas de levantamientos, y sin duda las fuerzas que en épocas pasadas han levantando montañas, reinan todavía hoy, si bien en menor grado. que estos levantamientos hayan sido causados por plegadura producida por enfriamiento y consiguiente contracción de la corteza sólida ó por ascensión de masas volcánicas, es indiferente á la cuestión en debate.

En efecto, podemos comprobar que tales levantamientos existen también en la República Argentina. F. AMEGHINO ya demostró en el año 1881 (*Formación pampeana*, p. 252) y luego en el año 1889 (*Los mamíferos fósiles de la República Argentina*, p. 34) que las sierras del Tandil y de la Ventana se han elevado muchos metros sobre el nivel de la llanura después de la formación pampeana. A la misma conclusión he llegado tocante á la sierra de Córdoba, é investigaciones extendidas á otras regiones quizás demostrarán en adelante que el levantamiento del suelo en época relativamente moderna es un fenómeno general en nuestro territorio. Puede ser que el gran problema respecto del origen de la formación pampeana con sus numerosos accidentes, se resuelva completamente, tomando en consideración tales levantamientos. Pero indudablemente junto con los levantamientos han tenido lugar hundimientos que en parte se han extendido sobre grandes superficies.

La sucesión de depósitos marinos, lacustres ó fluvio-terrestres, dice el autor, se esplica de una manera muy sencilla por la formación de barras, sin necesidad de recurrir á las oscilaciones del suelo (sumersiones y emersiones). Ejemplo: si una bahía en la que desagüe un río se separa del mar por una barra, pueden formarse dentro de ella sedimentos fluviales, medio salados y marinos que en seguida, cuando se efectúa un cambio en la altura de la barra (por grandes mareas, etc.), pueden alternar entre sí. De este modo se esplica, como los criaderos carboníferos

alternan con sedimentos marinos, un hecho observado casi en todos los terrenos carboníferos.

Al fin, para apoyar más su opinión, el autor rechaza con serios argumentos la teoría de una posible diferencia en el nivel del océano.

Dada la transcendental importancia de esta teoría, me será permitido entrar en algunos detalles.

De observaciones hechas con el péndulo se ha deducido que el nivel del mar se eleva en las costas por la atracción de los continentes, bajando al contrario en medio del océano (como el agua en un vaso). De esto se ha deducido que, dada la desigual distribución de las masas de los continentes, bien podría existir un desnivel entre dos puntos algo distantes de una misma costa; por ejemplo, según esta teoría la elevación del nivel del océano en la costa occidental de Sud-América alcanzaría según FISCHER 0.1100<sup>m</sup>.

Pero las observaciones con el péndulo son en parte muy contradictorias y aún cuando parecen apoyar la teoría, existen probablemente otras causas hasta ahora desconocidas que producen las grandes anomalías de las oscilaciones del péndulo.

Así, un informe sobre la conferencia internacional de Geodesia en Paris (1889) demuestra, contrariamente a lo que antes se suponía, que no existe desnivel alguno entre el Atlántico y el mar Mediterráneo.

Según el autor, las observaciones hechas con el péndulo tampoco concuerdan con las mediciones barométricas. Estas últimas al contrario niegan la existencia de irregularidades en la superficie del océano. Además, las determinaciones de la altitud en medio del océano, no indican de ninguna manera, diferencias de nivel.

Tampoco existe una oscilación en el nivel del mar. El mar Báltico, por ejemplo, no se retira como generalmente se asegura; lo que hay, es que la costa de Suecia está en vía de levantamiento (líneas de antiguas playas), pero sin que se altere en nada la costa austral, en la que el Báltico queda estable.—*Bodenbender*.

C. BERG.—*La formación carbonífera de la República Argentina*, por el Dr. Carlos Berg.

El Reverendo Padre señor D. FERNANDO MEISTER, Director del Seminario Conciliar de San Juan, envió al Dr. BERG una colección de plantas fósiles, formada en las minas de carbon de Retamito, provincia de San Juan, cerca de la estación del mismo nombre. No disponiendo ni de los libros ni de los materiales de comparación necesarios para la determinación de los fósiles, el Dr. BERG a su vez los remitió al Dr. LADISLAW SZAJNOCHA, Director del gabinete geológico de la Universidad de Cracovia, ya conocido por sus trabajos sobre las plantas fósiles de Cacheuta, provincia de Mendoza<sup>1</sup>. El Dr. SZAJNOCHA comunicó al Dr. BERG sobre esos fósiles que le fué posible reconocer entre las plantas de Retamito, las especies y géneros siguientes: *Archaeocalamites radiatus* (BRGT.) STUR, *Cordaites bananifolius* BRGT., *Lepidodendron* sp. *Rhacopteris* sp?<sup>2</sup> y un tallo de un Helecho ó de una Cycadea.

Las tres primeras de estas plantas pertenecen indudablemente a la formación carbonífera, y muy probablemente a su división inferior. « Los fósiles de V. (dice el Dr. SZAJNOCHA) son ahora, por lo que yo sepa, las primeras plantas indudablemente hulleras de la República Argentina ».

En vista de lo espuesto, véome obligado a dar sobre este asunto algunos otros datos, que prueban que, con anterioridad a la comunicación manuscrita del Dr. SZAJNOCHA y a las publicaciones del Dr. BERG, ya se habia descubierto en la República la existencia de la verdadera formación carbonífera.

<sup>1</sup> SZAJNOCHA Dr. L. *Ueber die von Dr. ZUBER in Süd-Argentina und Patagonien gesammelten Fossilien.*—*Id.*, *Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der Argentinischen Republik.*



En 1888 el Dr. LUIS BRACKEBUSCH visitaba las minas de carbón del río del Pedernal, cerca de Retamito, punto situado en los alrededores de San Juan, después que se habían hecho trabajos mineros para buscar carbón de piedra en aquel lugar.

Dice el Dr. BRACKEBUSCH en la nota que acompañaba su colección de plantas fósiles: « Se había cavado unos seis metros en una especie de socabón y se había encontrado un carbon de piedra bastante ferroso. Las formaciones que constituyen el terreno se componen de areniscas de color gris y pizarras, descansando indirectamente sobre la cal silúrica que forma la sierra del Pedernal. Datos más detallados de este hallazgo interesantísimo, que por primera vez nos documenta la existencia del terreno carbonífero productivo en la República Argentina, daré en mi obra sobre la geología de la República Argentina, próxima a aparecer ».

Véome, pues, en la necesidad de atribuir al Dr. BRACKEBUSCH la prioridad en el descubrimiento del carbón de piedra en la República Argentina.

Por mi parte agregaré ahora que entre los fósiles de Retamito he podido determinar: *Archaeocalamites radiatus* (BRGT.) STUR, *Lepidodendron* sp. (del grupo del *L. Volkmannianum* STBG.), y un lindo helecho de un tipo muy particular, representando una nueva sección de *Cardiopteris* ó un género especial (*Cardiopteris*, sect. *Botrychiopsis*, *Weissiana* mihi). Estas plantas se publicarán en breve (con láminas) en el *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias exactas* en Córdoba, conjuntamente con dos colecciones de plantas llamadas réticas, una de Cacheuta (provincia de Mendoza), y la otra del Bajo de Vellis (provincia de San Luis). De los fósiles de San Luis es el más interesante un helecho completamente idéntico con una especie descrita y dibujada por OTTOCAR FEISTMANTEL<sup>1</sup>. de las capas llamadas de Gondwana (división inferior) en la península occidental de las Indias orientales, *Neuropteridium calidum* (O. FEISTM.) mihi. El género *Neuropteridium*, como lo ha definido SCHIMPER en SCHIMPER und ZITTEL *Handbuch der Paleontologie* (Baud II. p. 117) contiene entonces formas de las areniscas triásicas (*Buntsandstein*, grés bigarré) y de la formación rética: formas derivadas de *Neuropteris*, viejo género de la hulla.

El hallazgo de esta planta, muy característica, constituye una nueva prueba de la vasta extensión de la flora fósil llamada rética, que se conoce ahora de Suecia, Alemania, Cabo de Buena Esperanza, Indias Orientales, Nueva Holanda, Tasmania y Sud-América.—*F. Ameghino*.

## CRÓNICA

**Las olas gruesas del Atlántico.**—Según las observaciones del astrónomo americano Cleveland Abbe las olas grandes, ó sean los cáncamos de mar, que repentinamente, sin el menor indicio y en calma chicha rompen sobre las costas de las islas de la Ascensión, Santa Elena y San Pablo de Nororcha, provienen de la agitación de las aguas, causada en alta mar por temporales distantes de las referidas islas. Dichas olas, respecto á esto, difieren de las calemas<sup>2</sup> que se experimentan en la costa occidental de Africa; estas calemas son más ó menos continuas y tienen alguna semejanza con las que en calma muerta dificultan tanto el desembarco en la costa occidental de Marruecos. Sin embargo, el expresado astrónomo opina que las enormes olas de la Ascensión, las cuales á barlovento de ésta, solo corresponderían á mar gruesa, se forman por el desvío de las aguas que se dirigen alrededor de las islas, á la parte de sotavento. Además, los cáncamos de mar dobles no resultan más que de la confluencia de las dos series de éstos después de pasar á largo de costa de la citada isla por la derecha y por la izquierda.

1 O. FEISTMANTEL en *Paleontologia Indica*. Ser. XII, Part. I, pág. 10-11, tab. II-VI, a. 1879.

2 *Calema*. s. f. Reventazón más lejana de la costa que ocurre con frecuencia en la occidental de Africa, y sobre todo en la del Congo cuando hay mar de fondo (palabra portuguesa).