

LAS CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS

Por

CARLOS BAS

Finaliza con la parte que hoy publicamos el resumen que traza el autor, de las investigaciones españolas recientes en los caladeros africanos. Ahora se trata de las campañas más recientes realizadas por España, con especial énfasis en la localización de las zonas de afloramiento, donde la pesca es siempre más abundante.

1971: «SAHARA I»

La culminación de todos estos estudios se alcanza con la serie de campañas oceanográficas en aguas saharianas que se han iniciado en 1971 con la puesta a punto del B/O «Cornide de Saavedra». La primera campaña en aquellas aguas «Sahara I» tuvo, como objetivo primordial, el estudio en continuo de los parámetros físicos y químicos de aquellas aguas y conjuntamente los parámetros biológicos con especial énfasis en aquellos aspectos que pudieran tener consecuencias de cara a la pesca. Paralelamente a este objetivo el mejoramiento de la tecnología empleada en la prospección de la dinámica marina en su más completo aspecto constituye un segundo objetivo.

La campaña se inició al sur de la península de Jandía y se prolongó hasta el paralelo 17° N a la altura de Nouakchott.

Tal como estaba previsto en el programa de la Campaña, durante el viaje de ida se realizaron todas las mediciones en continuo a dos niveles uno subsuperficial alrededor de los tres metros y otros aproximadamente a los 20 m., considerando esta profundidad como una zona de importancia en la producción primaria del mar y de gran actividad por lo que atañe a los fenómenos físicos, químicos y biológicos.

La metodología empleada en esta campaña se basa fundamentalmente en los procesos automáticos y continuos ya bastante trabajados en otras campañas y por otros investigadores, pero en la que sin embargo autores españoles especialmente en el ámbito de la química del mar han tenido especial importancia. Se utilizaron sensores especiales para la medición de la temperatura *in situ* y la salinidad (previamente la conductividad) así como autoanalizadores tipo Technicon para la medición de los parámetros químicos, nitratos a dos niveles y silicatos a nivel profundo. La clorofila y por tanto una adecuada información de la biomasa planctónica, se obtuvo de manera continua y automática mediante un fluorómetro Thurner, indicaciones que pueden ser cotejadas inmediatamente con los datos ambientales suministrados por los otros elementos de medición.

DETECCION POR ECOSONDADORES

Se conocen ya varios procedimientos para la detección más o menos exacta de la biomasa a nivel superior, peces, crustáceos, etc., mediante ecosondadores adecuados; la aportación de nuestra campaña ayuda al examen de estas medidas de manera cuantitativa y a dos niveles, uno comprendiendo la parte más superficial, los primeros 50 m. en la mayoría de los casos y otra que constantemente interesa la zona más cerca del fondo para poder tener una idea lo más exacta posible de la existencia de biomasa tanto a nivel superficial pelágica como cerca de fondo, bentónica. Lo más importante ha sido poder aunar en una misma situación la prospección ambiental con la bio-

masa planctónica y la prospección de la restante biomasa marina pudiendo, en consecuencia, estudiar *in situ* las variaciones y las intercorrelaciones existentes entre los diversos factores que tienen lugar en el mar y que en conjunto determinan la dinámica marina.

Los datos suministrados por los elementos sensibles en el plano biológico fueron un sistema de ecosondadores compuesto por cinco elementos de los cuales ha adquirido especial importancia el Sondador Simrad EK 38 conectado a un integrador de ecos capaz de suministrar información cuantificada. El conjunto de los datos pasa a un sistema de adquisición de datos Datta-logger donde minuto a minuto, según la frecuencia de recogida de información, son perforados, según un código especial, en cinta perforada de papel, de allí pasados a la computadora instalada en el mismo barco modelo IBM 1100 provista de varias unidades accesorias entre las que destaca una capaz de graficar la información recibida.

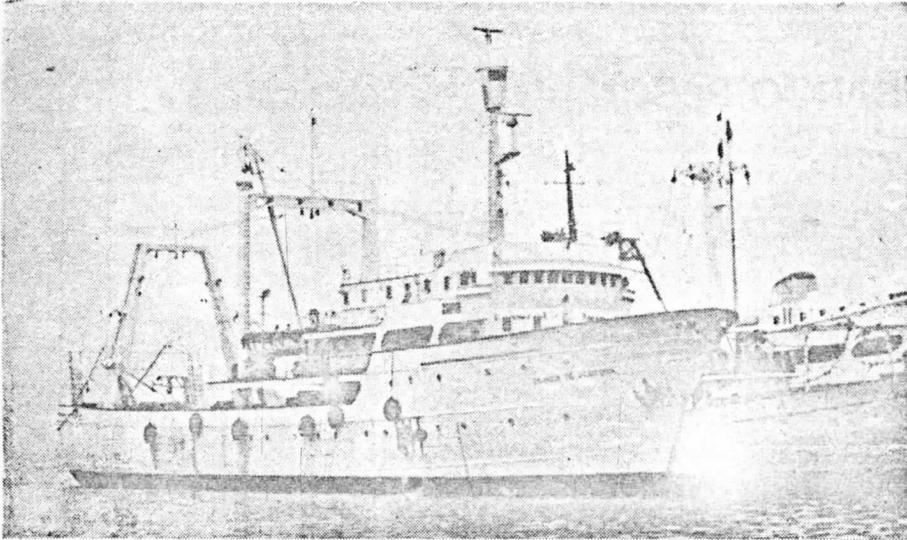
El recorrido en zig-zag comprende la totalidad de la plataforma continental y en la mayoría de las ocasiones buena parte del talud. En el viaje de regreso se dió especial importancia a los perfiles verticales de los que se realizaron 19 a las cercanías de Cabo Blanco por su importancia excepcional en la productividad de esta zona y arrastres de pesca de los que se analizaron 11, 5 en las cercanías de Cabo Blanco y 6 al norte de Villa Cisneros.

Estos arrastres sirvieron para tener una idea de los valores y aspectos cualitativos de la población existente y al mismo tiempo tener información de lo que realmente expresan los datos globales de biomasa señalados por el ecosondador y el integrador de ecos. En esta parte del recorrido el análisis en continuo, para mayor facilidad de las operaciones discontinuas se hizo en superficie. Ciertos parámetros como el oxígeno, en algunos tramos la salinidad el pH y la productividad primaria fueron efectuados con frecuencia de tiempo variable y siempre de forma discontinua.

RESULTADOS PROVISIONALES

Los resultados a que se ha llegado de manera provisional en esta campaña permiten entrever ya la existencia de un gran núcleo de enriquecimiento marino al sur de Cabo Juby, muy cerca de la costa, y otro muy importante en las cercanías de Cabo Blanco. En la zona situada al sur del paralelo 23° N la producción no parece ser demasiado importante al menos comparada con las dos zonas anteriormente señaladas.

La enorme importancia del centro situado a la altura de Cabo Blanco aconsejó efectuar un pequeño radial para aumentar los conocimientos sobre la amplitud del mismo. A unas 80 millas al W de Cabo Blanco sobre casi 2.000 m. de profundidad la información obtenida obliqua a pensar en la existencia de un potente afloramiento: sin embargo más hacia el sur, va perdiendo interés, en lo que atañe a la plataforma continental, la



El navío de investigación "Cornide de Saavedra"

importancia de este afloramiento como zona de enriquecimiento de las aguas marinas.

PUNTOS DE MAXIMO AFLORAMIENTO

Parece que los puntos de máximo afloramiento forman núcleos alrededor de los cuales se disponen las zonas de máxima concentración de plancton y quizás todavía más alejada el resto de la producción biológica, peces, etc. Es posible que en este sentido juegue un papel importante la existencia de la potente corriente de las Canarias que evoluciona en dirección sur.

Es también interesante señalar que la zona donde la productividad es más importante no se sitúa solamente cerca de la costa sino también a distancia de la misma y sobre profundidades considerables como la citada de 1.700 m., a la altura de Cabo Blanco. En esta zona se observa la existencia de un máximo cerca de la costa y otro en zonas más alejadas y profundas. Esta circunstancia se aprecia claramente en la distribución de los nitratos a nivel de los 200 m. de profundidad.

También la fluorescencia, como indicadora de la clorofila y por tanto de la biomasa planctónica, se muestra muy importante a la altura de Cabo Bojador y en Cabo Blanco. En relación con estos máximos de biomasa hay que citar en esta zona la extraordinaria potencia de la riqueza pesquera, especialmente al sur de Peña Grande y en la zona de Cabo Blanco donde se destaca la enorme abundancia de alacha y más hacia el sur gran cantidad de jurel y especies afines así como de peces de fondo.

En lo que respecta al fondo esta riqueza se observa especialmente en la zona comprendida entre los paralelos 23° y 25° N donde la abundancia de cefalópodos es extraordinaria. Los arrastres experimentales han puesto de manifiesto la existencia de una masa de espáridos de gran importancia en la zona conocida por la riqueza en cefalópodos, aunque de tamaño sumamente reducido, seguramente a causa del enorme esfuerzo pesquero a

que fueron sometidos en tiempos pasados y que continua en la actualidad.

Hay que citar en segundo lugar la existencia, aunque en cantidades pequeñas, de pulpos de gran talla y espáridos así mismo de gran tamaño, en las zonas más profundas de la plataforma continental. Las variaciones en la distribución del macroplancton, perfectamente representadas en los ecogramas, se observa que concuerdan perfectamente con las variaciones de algunos parámetros físicos y químicos, especialmente con la temperatura, en el nivel inferior de la toma de datos, a 25 m. Es posible que la existencia de ecos bien delimitados en zonas profundas de la plataforma y principio del talud expliquen la presencia repentina de los crustáceos más profundos de importancia capital en estas pesquerías.

CAMPAÑA «SAHARA II»

A continuación de la campaña «Sahara I» el Instituto de Investigaciones Pesqueras llevó a cabo la «Sahara II» (Anónimo, 1972, Margalef, 1971, 1972), que efectuó un recorrido parecido, aunque más extendido hacia el sur hasta Dakar y con áreas de investigación situadas en alta mar, especialmente al sur del archipiélago canario, en donde se efectuaron numerosas estaciones.

En conjunto, aun con objetivos un tanto parecidos, en especial en lo que atañe al estudio y delimitación de áreas de enriquecimiento o afloramientos marinos, la campaña «Sahara I» se distinguió por una metodología fundamentalmente en continuo y automático, examinando tan solo los niveles superficiales y subsuperficiales, mientras que la segunda de dichas campañas se hizo eco especialmente de la metodología más clásica en discontinuo a través de estaciones fijas, con especial atención a todo el espesor de la masa marina que abarcó en ocasiones hasta los 4.000 m. de profundidad. Ciertos tramos fueron también analizados en continuo, aunque tales análisis ocuparon siempre un puesto secundario en los propósitos de la expedición.

La campaña se desarrolló en los meses de agosto y septiembre. En la zona principal de las operaciones se observó que la producción a nivel de algas planctónicas fue muy rica, solamente a la altura del Cabo Blanco, (hay que tener presente que en la campaña «Sahara II» la zona superior cercana a Cabo Juby no fue objeto de examen). El agua más fría, ascendente, se encontró algo más al Norte, derivando luego hacia el SW, siguiendo la costa y mostrando poblaciones progresivamente crecientes.

Indudablemente este afloramiento es producido por el viento que aparta el agua de la costa sahariana de forma que el agua superficial es substituida por otra que procede de estratos más profundos y con mayor contenido en elementos nutritivos. Es como si la reja de un gigantesco arado volteara el agua según viene del norte siguiendo la costa del continente africano.

Se considera que el agua aflorada en Cabo Blanco no viene de muy abajo, sino tan sólo de unos 200 m. de profundidad. Es indudable la presencia de una cúpula oculta de aguas ascendentes del sur, de un verdadero criptoafloramiento lo que aconseja el estudio más amplio de la zona, no restringiéndolo a áreas muy concretas. La mejor estima de la fertilidad se consigue midiendo la capacidad de fijación de carbono que tiene una muestra de agua con su plancton natural para cuyo fin se suele emplear como trazador el carbono radiactivo.

El método no es absolutamente comparable en sus diversas experiencias porque varían las circunstancias; su mayor inconveniente es que no se dispone de medidas de la producción repetidas durante diferentes meses por lo que la producción anual se ha de estimar de manera aproximada. En las aguas atlánticas, a parte de la costa, la producción es muy baja, pudiéndose estimar en 50 gr. de carbono por metro cuadrado.

Más cerca de la costa se obtuvieron valores entre 100 y 200 gr., pero en las regiones donde el afloramiento de aguas profundas es intenso se alcanzan valores de hasta 1.000 gr. comparable a la producción de los lagos más fértiles. En cuanto a los elementos responsables de la producción es de notar que los pequeños flagelados contribuyen quizás más que las diatomeas a la elevada producción de la zona de Cabo Blanco, aunque, a profundidades moderadas pueden aparecer grandes cantidades de diatomeas circulares.

FACTORES DE FERTILIDAD

Es posible que la exigua cantidad de silicio de estas aguas en superficie sitúe en posición ventajosa a los primeros organismos citados sobre las diatomeas. El autor no se inclina a considerar al silicio como factor limitante de las diatomeas, aunque es posible que su escasez pueda favorecer a otros organismos.

Al hablar de los factores de la fertilidad del agua se piensa siempre en el fósforo y en el nitrógeno; las aguas de afloramiento son fértiles precisamente por que contienen gran cantidad de estos

elementos que arrastran de las capas profundas conduciéndolos a las superficiales. De ello se deduce la importancia de calcular la cantidad de estos elementos que se ponen en circulación en una zona de afloramiento, resultado de multiplicar su concentración en la profundidad de origen por la velocidad de ascensión de las aguas.

El nitrógeno orgánico presente en las aguas profundas ha sido también estudiado; dichas experiencias realizadas por Fraga tenían por fin dilucidar si el nitrógeno orgánico acumulado en estas aguas está o no en forma de compuestos estables. Respecto a la concentración de nutrientes se han encontrado notables diferencias en las distintas masas de agua al norte y al sur de la zona de afloramiento; las del norte son ricas en fósforo, mientras que las del sur con frecuencia son pobres en plancton a pesar de contener cantidades apreciables de nitrógeno.

La experiencia acumulada permite suponer que la fertilidad de la región viene simplemente condicionada por la cantidad de los nutrientes principales; fósforo y nitrógeno.

Llama la atención que aguas pobres en plancton, pero en las que el nitrógeno no es apreciable, a lo largo del paralelo 19° N., contienen abundancia de *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) un alga del grupo de las cianofíceas a la que se la supone fijadora de nitrógeno atmosférico o que lo aprovecha a través de las bacterias con las que está comunmente asociada. Sin embargo en esta región se encuentra esta alga en aguas en las que las existencias de nitrógeno no justificarían que tenga que recurrir al nitrógeno atmosférico.

La importancia de los nitritos es también grande; los resultados de esta campaña han venido a confirmar las conclusiones de trabajos anteriores añadiendo algunas precisiones de forma que reviste la capa de agua rica en nitritos y las condiciones de la producción. Donde hay mucho plancton la capa es más superficial y de mayor concentración; si hay menos plancton se sitúa a mayor profundidad alcanzando concentraciones menores.

A través de estaciones repetidas durante 24 horas se procuró ver si existían variaciones rítmicas diarias en la situación del nivel de nitritos. No se encontraron tales variaciones; las existentes se atribuyeron a la existencia de ondas internas que se mueven a nivel de la capa de discontinuidades térmicas, que elevan o dispersan la capa de mayor concentración de nitritos de modo que éstos al difundirse son consumidos por las algas en los niveles iluminados. Dicha capa es discontinua y ello está estrechamente relacionado con las poblaciones planctónicas.

La termoclina se encuentra siempre bastante bien formada y sólo desaparece completamente cerca de la costa y a nivel del paralelo 23°, es decir, en la zona del afloramiento costero inducido por el viento. Al norte del frente la termoclina aparece más profunda y el gradiente vertical más fuerte que en el sur lo que

es perfectamente reconocible en los batitermogramas.

OTROS VALORES

Además de la recogida directa de muestras de plancton para identificación de las poblaciones se ha estudiado la cantidad de clorofila basándose en diversos métodos. El estudio de los pigmentos confirma y amplía algunas relaciones interesantes. Parece posible caracterizar el fitoplancton por un índice expresivo de la relación de la absorción de sus extractos en las longitudes de onda de 430 y 665 nanómetros algo que puede describirse aproximadamente como la relación entre pigmentos amarillos y verdes.

Este cociente no siempre muestra la regularidad esperada existen complicaciones que sólo se conocen en parte. A pesar de ello los resultados son muy coherentes en el sentido de que los valores bajos de dicho índice a 20 m. de profundidad (valores inferiores a 3) delimitan perfectamente la zona de alta fertilidad.

En su distribución vertical el valor mínimo de dicho índice coincide con los niveles más productivos. Es también indudable que las capas profundas (alrededor de los 50 m. o más) a lo largo del paralelo 19° N reciben elementos nutritivos difundidos a partir de la cúpula del criptoafloresamiento de Timiris lo cual aumenta su fertilidad potencial. En resumen las zonas más ricas a veces despilfarran, no produciendo en la medida que parece sería posible; mientras que en las zonas más pobres se encuentran toda suerte de adaptaciones para sacar el mayor provecho de los recursos. De esta forma, en términos de producción, se nivela un tanto el contraste entre zonas marinas que reciben cantidades diferentes de elementos nutritivos.

Aunque la ictiología no constituyó un objetivo fundamental en la estrategia de esta campaña, se hicieron buenas recolecciones de huevos y larvas de peces y se obtuvieron registros con las sondas eco de las concentraciones de peces pelágicos al objeto de relacionarlas a las características hidrográficas y del plancton. Frecuentemente aparecen concentraciones donde la estratificación térmica está perturbada, por ejemplo sobre los límites del talud. Las pescas de arrastre suministraron ideas sobre las diferencias substanciales en la composición de las poblaciones de fondo: se halló abundante merluza hacia el norte, en la latitud del Cabo Blanco, aunque es seguro que esta y otras especies robustas y móviles se extienden más al sur en otros momentos. En las fechas de la campaña, las aguas de Cabo Timiris, más pobres en oxígeno, contienen grandes poblaciones de *Chlorophthalmus* y crustáceos del género *Munida*. La presencia de estos crustáceos en gran cantidad es de interés, porque recuerda las poblaciones muy densas de otros galateidos que forman una parte importante de la biomasa de aguas profundas y pobres en oxígeno, asociadas a sistemas de afloramiento en aguas de las costas americanas del Pacífico.

Durante el año 1972 se han realizado dos nuevas campañas que si bien no han tenido como único objetivo la plataforma costera africana si han contribuido al mejor conocimiento de algunas zonas de este litoral. Durante el mes de junio la campaña Maroc-Iberia ha estudiado detenidamente las condiciones hidrológicas especialmente relacionadas con la posible freza de los atunes (*Thunnus thynnus*) así como la puesta de la anchoa (*Engraulis encrasicolus*), esta última especie de excepcional interés en las costas atlánticas de Marruecos. Desde el punto de vista biológico la campaña contribuirá, sin duda, a esclarecer la importancia de las zonas de puesta de la anchoa, así como la posible existencia de zonas de puesta de atún. En cuanto a la hidrografía, los datos obtenidos han de facilitar la mejor comprensión del intercambio entre el océano Atlántico y el Mar Mediterráneo.

La segunda de las campañas realizadas, Norcanarias, contribuirá con sus experiencias al mejor conocimiento de la zona sur de Marruecos especialmente del brazo de mar comprendido entre la costa africana y las islas de Lanzarote y Fuerteventura.

INDUSTRIAS PESQUERAS

prepara la edición de un número extraordinario para el mes de abril. La tradición creada por nuestras ediciones especiales, nos releva de exaltar la importancia de la que preparamos. Este año realizada por la celebración en Vigo de la Exposición Mundial de la Pesca. El número anticipará a todos los expositores, especialmente a los de otros países una visión de la importancia pesquera del elegido como escenario del Certamen. De nuestros colaboradores, anunciantes y amigos, esperamos la mejor cooperación al mayor éxito de un empeño que se propone honrar al país y al sector industrial que tiene sus raíces en la fecundidad de la mar.