

Trabajos españoles de Oceanografía

CAMPAÑA DEL «HERNÁN CORTÉS» EL VERANO DE 1916

Buque, material e instalaciones.—Operaciones realizadas; consecuencias generales.—La coloración roja del agua en las rías.—Datos acerca de las sardinas de verano.—Régimen de temperatura estival en el agua de las rías bajas: temperaturas de superficie dentro de las rías y en mar libre; variación diurna; temperatura a 100, a 50, a 20 y a 10 metros.—Salinidad del agua y cantidad de oxígeno respirable.—Fondos podridos peligrosos y esterilizantes.

UNA doble finalidad tenía este año la campaña científica realizada por el Instituto español de Oceanografía con el decisivo concurso del Ministerio de Marina: iniciar las observaciones metódicas de las aguas del mar en las rías gallegas y resolver el pleito entre los interesados en la pesca, respecto al procedimiento denominado de la *Ardora*.

Dispuso el Sr. Miranda que realizase la campaña el cañonero *Hernán Cortés*, al mando del capitán de corbeta D. Adolfo Suances, llevando de segundo comandante al teniente de navío D. José Morgado, y que se agregaran el teniente de navío D. Luis Verdugo, de la Comisión Hidrográfica del Ucrania, y como práctico el contraamaestre de puerto D. Benigno Rodríguez.

El buque es un viejo cañonero de 300 toneladas que, merced a cuidados extraordinarios, se mantiene aún boyante, y gracias a su poco calado (unos dos metros) puede entrar por todas partes; se hacen difíciles con él largas operaciones a buque parado con aparatos de fondo, por su poca estabilidad, y no pueden intentarse pescas con grandes redes que exigen popa saliente que defienda la hélice de posibles contin-

gencias y cubierta despejada. Ha sido, en cambio, muy fácil el hacer observaciones oceanográficas, y nos ha prestado buenos servicios la canoa automóvil del barco, con la que se han hecho no pocas capturas de fondo y de agua y se han tomado interesantes datos termométricos.

Complemento indispensable de las instalaciones a bordo, era el Laboratorio de Química que forzosamente había de instalarse en tierra. El director y profesores de la Escuela de Industrias de Vigo nos ofrecieron cordial hospitalidad, permitiéndonos usar el bien surtido Laboratorio de aquel Centro. En él ha realizado el Dr. Ipiens algunos centenares de análisis de agua del mar de diversas profundidades, dosificando el cloro, el oxígeno y a veces el sulfídrico que contenían. Nos ha sido también precioso el concurso del director de la Escuela de Náutica, D. Rafael López Soler, y de los profesores de aquel Centro hemos recibido singulares atenciones.

Disponíamos a bordo del instrumental siguiente, adaptado a los convenios internacionales:

Torno de Sonda Lucas, de freno automático, instalado en pequeña plataforma, a babor, con hilo de piano de unos 8.000 metros de longitud.

Sonda Buchanan, construida en Mónaco, para obtener de grandes fondos cilindros de fango.

Tubo-sonda de Baleares, construida por nosotros para extraer de pequeños fondos cilindros de fango.

Sonda Leger, para capturar fondos de arena y cascajo.

Botella Richard, para obtener agua de las profundidades que se desee. Se invierte por medio de mensajero Riva.

Cable de 2,4 milímetros para largar botellas, sondas, pesadas redes de plankton, etc.

Caja Richard para bacterias de fondo, con tubos hecho el vacío.

Termómetros inversibles, de fondo, de Negretti-Zambra, Chabaud y Richter.

Termómetros de máxima y mínima Miller Cassella, de fondo.

Manga Richard, de seda finísima, para recoger plankton de superficie marchando el buque, con estabilizador Riva.

Red Nansen, también de finísima seda, para capturar plankton a diferentes profundidades.

Grandes redes Richard y Bouree que, a barco parado la primera y a

poca marcha la segunda, permiten obtener los seres que viven desde grandes profundidades hasta la superficie.

Dragas, corallera y redes ordinarias.

Un carretel con unos 5.000 metros de cable de acero de 8 milímetros con 72 hilos y alma de cáñamo; pluma con dinamómetro y polea cuentametros; mesa de trabajo con suspensión a la Cardan, facilitaban las operaciones.

El material de investigación era bastante completo, no faltándonos microscopio Zeiss binocular con todas las combinaciones, un buen Leitz de petrografía para el estudio de los fondos, vidrería, reactivos, etc., etc.

Este año hemos dispuesto de una instalación meteorológica enviada por el Observatorio de San Fernando, con pequeña caseta que se instaló ante el puente y los aparatos indispensables, entre ellos un hermoso psicrómetro Assmann de aspiración, construido por la casa Fuess, de Berlín. El servicio meteorológico ha estado a cargo de D. Luis Verdugo.

En el Laboratorio de Química se han hecho titulaciones del Cl. siguiendo el método Kundsén y con los aparatos de este autor, usando el agua normal del Laboratorio de Kristiania. En la dosificación del oxígeno se ha seguido el procedimiento Winkler.

Debe tenerse en cuenta que en las operaciones de química oceanográfica no se persigue el propósito de una exactitud llevada al mayor extremo; se usan métodos que, no teniendo errores graves, sean rápidos y comparables, porque interesa, aun más que la plena exactitud, la ley de variaciones de los diversos elementos que son esenciales a la vida de los animales marinos.



La campaña oceanográfica ha durado dos meses (Julio y Agosto); los trabajos más intensos se han realizado en la ría de Vigo, y por fuera de ésta, la de Marín y la de Arosa.

El número de operaciones en total es de 378; pocas han resultado fallidas, y se ha perdido escaso material.

Sumando las de campañas anteriores, llegan al número de 844 operaciones. No es mucho, pero téngase en cuenta que no había hace tres años más datos españoles que los proporcionados respecto a Balears y a la costa andaluza del Mediterráneo por los Laboratorios de

Palma de Mallorca y de Málaga. Estos datos, que suman muchos cientos de observaciones, no están comprendidos en la lista de las campañas del *Vasco Núñez de Balboa* y del *Hernán Cortés*, y abarcan cinco o seis años de trabajo.

El número de operaciones de este verano se descompone como sigue:

Tomas de fondos	113
Tomas de agua para titulación del cloro	193
Tomas de agua para dosificar el oxígeno	86
Temperaturas superficiales	90
Temperaturas a diferentes profundidades	123
Capturas de plankton	46
Pescas	10

Debe hacerse constar que en algunas operaciones se anotan varios datos a la vez.

Todas las operaciones seriadas que se toman en el mismo punto, constituyen una *Estación*. Se han fijado por coordenadas todos los puntos de observación y con especial cuidado aquellos en que se hicieron tomas de fondo cuyo detenido análisis servirá para trazar el mapa litológico submarino de aquella zona.

Terminada la campaña hace pocos días, aun no ha podido hacerse el cuadro detallado de las observaciones físicas y químicas; me ocuparé de ellas en otro artículo próximo.

Algunas ideas generales puedo adelantar: parecen dibujarse en las rías gallegas dos zonas de distinto régimen oceánico; desde Finisterre al Miño la influencia meridional es bien manifiesta; desde Finisterre al N., el régimen predominante es septentrional. Quizá el límite a que alcanzan las aguas del Mediterráneo (cuya mayor salazón les denuncia) esté por cerca del cabo Finisterre. Un estudio en diversas épocas del año podrá decidir esta interesante cuestión.

El verano ha sido caliente y seco; las aguas del mar tenían temperatura superior a la ordinaria en esta época. Apenas ha llovido en los dos meses de nuestra campaña y en la primera quincena de Septiembre. Buen año para los peces emigrantes que necesitan agua templada; por eso abundó la sardina y no escaseaba el jurel; mal año para los que desean agua fresca; el bocarte (anchoa o boquerón) era escaso, lo mismo que el espadín (*sprattus*).

En lo más interior de las rías bajas, pero principalmente en la de

Vigo, el fondo está formado por un fango podrido, mal oliente, abundante en sulfídrico, estéril, nada propicio para la vida de los peces y menos propicio para su reproducción.

Alguna medida convendría tomar que evitase el influjo insalubre de este fondo. Es probable que se vaya extendiendo la zona podrida cada vez más y amenace la vida de los peces, crustáceos y moluscos sedentarios.



Durante este verano hemos tenido ocasión de estudiar la masa rojiza que, en días determinados, invade las rías bajas, coloreando de ocre el agua en grandes extensiones y acumulándose en la zona interior donde en parte se pudre y en parte se deposita. El fenómeno es interesantísimo, llama hace años la atención, y tiene una intensidad no sospechada por quienes no lo vean.

El agua rojiza aparece como llena de un polvillo tenue; como si tuviera en suspensión mineral pulverizado. En los días de mayor calor, ese sedimento es mal oliente. Tan densa es en el puerto la coloración, que los buzos no pueden trabajar, no ven.

Los pescadores dicen que el *mar purga* y relacionan esa masa coloreada con las emigraciones y aun con la procreación de la sardina.

De primera intención se podía creer que se trataba de una alga microscópica semejante a la que colorea las aguas del Mar Rojo o a la que ha sido observada en otras zonas del Atlántico; el microscopio ha revelado que el autor de ese color ocraceo es un protorganismo del grupo de los radiolarios, diminutos animales de mares templados que están cubiertos de una cascara silíceo.

En días cálidos su producción es enorme en mar libre, y las mareas y las corrientes los llevan a las rías, penetran en densos enjambres formando grandes fajas y se van acumulando en la parte interior, donde mueren; se pudre su materia orgánica y comunica la putrefacción a gran número de otros seres del plankton, que van mezclados con los radiolarios. La masa rojiza, densa, no suele tener viva, más de 20 centímetros de espesor; ya muerta, se difunde y la hemos hallado hasta la profundidad de 3 metros. Tan intensas masas de radiolarios no han sido, hasta ahora, denunciadas en los mares de Europa. Sólo recuerdo haber observado intensa producción de estos interesantes animales en las Salinas de Mallorca, al llegar en verano, estando las aguas a cierto

grado de concentración. Me propongo dedicar un artículo extenso a los protorganismos que, acumulados en masas enormes, colorean las aguas del mar.



El estudio particular de la pesca a la ardora que nos confió el señor ministro de Marina, entretuvo muchos días a la Comisión respectiva en informaciones detalladas. Además, durante el verano, se han tomado datos numerosos y hecho detenidas observaciones acerca de la edad, tamaño, peso, madurez sexual, etc., de la sardina. Todos estos datos constituirán la base de una publicación especial.

Las sardinas capturadas este verano en gran parte eran jóvenes y sin haber llegado a la madurez sexual. Las había, en menor número, que tenían dos, tres y aun cuatro años.

Ni un solo ejemplar de los examinados tenía los órganos reproductores en sazón. Las numerosas capturas de plankton superficial y a diferentes profundidades no han proporcionado ni un huevo de sardina. No ha sido posible tampoco capturar estados larvarios de este pez.

Hacen falta muchas observaciones en diferentes épocas del año para resolver punto de tanta transcendencia económica como la evolución de la sardina. Estas observaciones sólo podrán realizarse estableciendo en Vigo un laboratorio con el material y el personal que sean necesarios.

La región atlántica de las rías gallegas está comprendida, en los mapas generales, entre los 13º y 14º de temperatura superficial de invierno y los 18º y 19º de temperatura estival.

Nuestras observaciones del verano último han proporcionado los datos termométricos siguientes, en el agua de superficie:

DENTRO DE LAS RÍAS

Mes de Julio.

Día 12, a las	12 ^h 15 ^m	17º 2
» » »	14 ^h 30 ^m	16º 8
» 14 »	8 ^h 15 ^m	17º 5
» » »	14 ^h 30 ^m	15º 8 (al abrigo de las islas Cies)
» » »	16 ^h 25 ^m	18º
» 17 »	8 ^h 25 ^m	15º 8
» » »	14 ^h 25 ^m	22º 5 (fondeados en Cangas)
» 19 »	8 ^h 10 ^m	16º 2

Día 19, a las	10 ^h	18 ^o 2
» » »	12 ^h	16 ^o 4
» » »	14 ^h	16 ^o 4
» 21 »	8 ^h 20 ^m	17 ^o
» » »	10 ^h	17 ^o 2
» » »	12 ^h	17 ^o 2
» » »	14 ^h	17
» 24 »	8 ^h 15 ^m	18 ^o 8
» » »	14 ^h 35 ^m	19 ^o 2
» 26 »	9 ^h 15 ^m	19 ^o 2
» » »	10 ^h 12 ^m	18 ^o 7
» » »	12 ^h	18 ^o 5
» » »	13 ^h 50 ^m	18 ^o 4
» 28 »	9 ^h 30 ^m	19 ^o 8

Mes de Agosto.

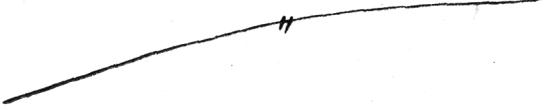
Día 2, a las	9 ^h 45 ^m	18 ^o 6	
» » »	10 ^h 20 ^m	21 ^o 7	
» » »	11 ^h 30 ^m	20 ^o 3	
» 3 »	10 ^h 10 ^m	20 ^o 5	
» » »	11 ^h	20 ^o 5	
» 4 »	9 ^h 25 ^m	18 ^o 7	
» » »	10 ^h 45 ^m	18 ^o	
» 5 »	8 ^h 30 ^m	19 ^o 8	
» » »	9 ^h 40 ^m	19 ^o 2	
» » »	10 ^h 45 ^m	20 ^o 6	
» » »	11 ^h 30 ^m	20 ^o 8	
» 7 »	9 ^h 30 ^m	19 ^o 7	
» » »	15 ^h 50 ^m	19	
» 9 »	8 ^h 55 ^m	18 ^o 8	
» » »	9 ^h 32 ^m	21 ^o	
» » »	11 ^h 20 ^m	21 ^o 8	
» 10 »	8 ^h	20 ^o 4	
» » »	12 ^h 25 ^m	20 ^o 6	
» » »	16 ^h	18 ^o 8 (fondeadero de Mellide)	
» » »	18 ^h	17 ^o 2	—
» » »	20 ^h 10 ^m	16 ^o 2	—
» » »	22 ^h	17 ^o 8	—
» » »	24 ^h	18 ^o	—
» 11 »	2 ^h	19 ^o	—
» » »	4 ^h 10 ^m	19 ^o	—
» » »	6 ^h	18 ^o 7	—
» » »	8 ^h 10 ^m	19 ^o 5	—
» 14 »	8 ^h	20 ^o 4	

Día 14, a las 10 ^h	20° 5
» 16, » 8 ^h 30 ^m	17° 5 (Marín)
» 17, » 6 ^h	18° 2 (Villagarcía)
» » » 8 ^h	17° 7 (Puebla de Caramiñal)
» 18 » 10 ^h 15 ^m	19° 5 (Villagarcía)
» » » 16 ^h 45 ^m	18° 7 (Cerca de la costa)
» 21 » 8 ^h	18° 9
» 22 » 8 ^h 15 ^m	19° 1
» » » 10 ^h 25 ^m	19° 3
» 23 » 12 ^h	17° 1
» » » 15 ^h 45 ^m	19° 8
» 24 » 8 ^h 10 ^m	20°
» » » 10 ^h 35 ^m	20° 6
» 28 » 9 ^h 20 ^m	21°
» » » 12 ^h 30 ^m	20° 3
» » » 16 ^h	19° 8

Como se ve, las temperaturas superficiales en el interior de las rías bajas oscilan entre un máximo de 22°5 (17 de Julio, a las 14^h 25^m, frente a Cangas, en la ría de Vigo) y un mínimo de 15°8 (14 de Julio, a las 14^h 30^m al abrigo de las islas Cíes); realmente esta temperatura puede considerarse como de mar libre; las mínimas en el interior de la Ría de Vigo pasan de 16°. En las diferencias que los datos anotados señalan, debe tenerse en cuenta el estado atmosférico, que fué bastante variable; hubo en Agosto días de intensa niebla con temperaturas nocturnas muy elevadas (días 10 al 11 de Agosto en el fondeadero de Mellide) y días de vientos muy fuertes, frescos; noches tempestuosas y noches tranquilas; sólo al comienzo de Julio tuvimos lluvias de alguna importancia.

(Concluirá)

Adon de Nuen



Trabajos españoles de Oceanografía

(Conclusión)

FUERA DE LAS RÍAS: TEMPERATURA SUPERFICIAL

Mes de Julio.

Día 10, a las 9 ^h	45 ^m	17 ^o 8
» » »	11 ^h 15 ^m	16 ^o
» » »	15 ^h 40 ^m	18 ^o
» 12 »	8 ^h 35 ^m	17 ^o
» » »	10 ^h 40 ^m	15 ^o
» 14 »	10 ^h 25 ^m	15 ^o 8
» » »	12 ^h	16 ^o 5
» 17 »	10 ^h	15 ^o 7
» 24 »	10 ^h 5 ^m	18 ^o 2
» » »	12 ^h	18 ^o 7
» 28 »	11 ^h	18 ^o

Mes de Agosto.

Día 7, a las	11 ^h 55 ^m	19 ^o
» 10 »	10 ^h	15 ^o 8
» 16 »	10 ^h 25 ^m	14 ^o 8
» » »	14 ^h	15 ^o 8
» 17 »	10 ^h 40 ^m	16 ^o
» » »	15 ^h 40 ^m	16 ^o 8
» 21 »	11 ^h 55 ^m	16 ^o 8
» » »	16 ^h	18 ^o 6

Estos datos indican temperaturas de mar libre, en general bastante más bajas que las del interior de las rías y más bajas también que las señaladas para aquella región atlántica en los mapas generales de distribución térmica. La más elevada que anotamos (7 Agosto 11^h 55^m,

19^o) lo fué en un día de calma y la que le sigue (24 Julio, medio día, 18^o 7) correspondió también a día de calma con niebla densa. La más baja (14^o 8, el 16 de Agosto a las 10^h 25^m) fué obtenida cerca de la ría de Arosa.

Será muy interesante el estudio térmico de aquella zona de nuestros mares, que tan excepcionales caracteres ofrece, como dato de extraordinario interés para el régimen de la pesca.

Los datos recogidos a diferentes horas del día, con alguna serie completa, tomada de dos en dos horas, en el mismo lugar, permiten fijar la variación diurna. Es instructiva la serie obtenida en el fondeadero de Mellide, de aguas limpias y situación verdaderamente estratégica para todo estudio; marca la variación diurna siguiente:

12 ^h 25 ^m	20 ^o 6	24 ^h	18 ^o
16 ^h	18 ^o 8	2 ^h	19 ^o
18 ^h	17 ^o 2	4 ^h 10 ^m	19 ^o
20 ^h 10 ^m	16 ^o 2	6 ^h	18 ^o 7
22 ^h	17 ^o 8	8 ^h 10 ^m	19 ^o 5

La temperatura baja, de medio día a las ocho de la tarde; sube hasta las dos de la madrugada; se estaciona de dos a seis y a esta hora vuelve a subir. El día fué de calma con niebla densa muchas horas.

A 100 metros de profundidad, todas las temperaturas tomadas se aproximan a 12^o (11^o 7, 11^o 8).

A 50 metros oscilan de 11^o 8 a 12^o 45.

Entre 20 y 25 metros de profundidad se anotaron treinta datos de temperatura del agua; oscilan entre un mínimo de 12^o 4 y un máximo de 15^o 9; el mayor número se aproxima a 13^o

Y a 10 metros, con un total de 40 observaciones, la temperatura varía desde 13^o 7 a 16^o 6. Sólo hay un dato aberrante (17^o 53), pero corresponde al fondeadero de Vigo con aguas muy sucias.



La salinidad del agua fué determinada por el profesor Ipiens, quien ha obtenido los resultados que a continuación indico:

El agua de superficie tuvo una salinidad media, en los meses de Julio y Agosto, en las rías bajas, de 35,24 por 1.000. La salinidad fué aumentando desde el 10 de Julio al 31 de Agosto, subdividiéndose

este período en dos partes: la primera en que la cantidad de sales varía de 35 a 35,30 por 1.000 y la segunda de 35,30 a 35,60 por 1.000.

El valor medio de la salinidad, a 5 metros de profundidad, fué de 35,40 por 1.000, y la oscilación escasa: de 35,40 a 35,60 por 1.000.

A 10 metros el agua tenía una salinidad media de 35,47 por 1.000. Vuélvense en esta zona a notar valores crecientes en el transcurso de la campaña, si bien la progresión tiene escaso valor: de 35,25 a 35,65 por 1.000.

A 25 metros se obtuvieron los datos siguientes: salinidad media 35,53 por 1.000; valores límites 35,50 y 35,65 por 1.000.

A 50 metros el valor medio fué de 35,55 por 1.000.

En síntesis, la cantidad de sales crece con la profundidad desde la superficie a los 50 metros; siendo la diferencia tan sólo de 0,30 por 1.000 y alcanzando un pequeño máximo a los 20 metros. Como entre 90 y 100 se obtuvieron valores de 35,55 y 35,57 por 1.000, puede admitirse que la zona de salinidad constante empieza a los 20 metros y se mantiene por lo menos hasta los 100.

Será, en un trabajo definitivo, muy instructiva la comparación entre las gráficas de distribución de la temperatura y de la salinidad a diferentes profundidades.

En la distribución del oxígeno respirable, nótanse grandes diferencias a las mismas profundidades, causadas por las variaciones en la agitación de las aguas, promovidas principalmente por las mareas, los temporales, los vientos dominantes y también con la abundancia mayor o menor del fitoplankton en la zona analizada.

En el agua superficial se halló un valor medio de 6,28 por 1.000. Hubo un dato máximo de 8,99 por 1.000 en la ría de Vigo a 5 metros de profundidad y un valor mínimo de 2,32 por 1.000 a 25 metros. En general, la cantidad de oxígeno disminuye con la profundidad de un modo casi continuo; pero falta explorar, con este fin, zonas más profundas, pues la mayor parte de los datos se refieren a la capa de agua comprendida entre 0 y 25 metros.



En las capturas de fondo, que fueron numerosas, notamos desde el primer día que en algunas zonas, las más interiores de la ría de Vigo, el fango extraído tenía evidentes señales de putrefacción; olía fuerte-

mente a huevos podridos. El profesor Ipiens determinó el ácido sulfúrico de las aguas en contacto con esos fondos podridos y obtuvo cifras algún tanto alarmantes; hasta cerca de 1 por 1.000 en algún caso.

Es un fenómeno de excepcional importancia, que no debe desprejarse, la putrefacción de esos fondos, precisamente en algunas zonas del Puerto de Vigo y en derredor del Lazareto de San Simón. Este es un verdadero sanatorio, admirablemente situado, de pintorescos panoramas, pero rodeado de podredumbre.

Sin duda el agua no se renueva en aquella zona; los movimientos no son bastante intensos para limpiar los sedimentos fétidos. Proviene éstos de los arrastres de los ríos, de las deyecciones de una población numerosísima que llena los contornos; de lo que arrojan numerosos barcos de gran tonelaje con fuertes tripulaciones y pasajeros a millares; del depósito orgánico que ha de sumar anualmente muchos cientos de toneladas. Y en este depósito toman parte principal los enjambres de seres de plankton que entran en las rías, se aglomeran en las últimas ensenadas y allí se pudren. Esa coloración roja que durante el verano invade las rías, es una de las causas principales de la putrefacción de los fondos.

Y no basta para sanarlos ni la acción bacteriana, ni la de los animales invertebrados que en tales fondos viven. Y es seguro que la putrefacción irá avanzando, haciendo estériles las aguas para muchas especies que sólo visitan las zonas limpias, bien agitadas, con suficiente oxígeno, sin gases nocivos.

Esas rías gallegas caminan, en su proceso de esterilidad, hacia la triste situación en que se encuentra, por ejemplo, el Mar Negro. Es sabido que este Mar interior, a partir de 200 metros de profundidad, aproximadamente, tiene el agua tan cargada de ácido sulfhídrico que se hace la vida imposible; sólo las especies superficiales, emigrantes, que están libres de la acción de ese cuerpo mefítico, pueblan el Mar Negro.



No deben interrumpirse las investigaciones oceanográficas comenzadas; deben continuar en diferentes épocas del año. Pero conviene mejorar los medios; hace falta un laboratorio permanente en Vigo y un barco de mejores condiciones, sobre todo para las pescas críticas que en la costa gallega, con el concurso de los datos oceanográficos,

han de aclarar los problemas biológicos de gran importancia económica.

Las investigaciones exigen método riguroso, finalidad bien manifiesta, un plan adecuado y medios suficientes. No se olvide que sólo en la Ciencia puede hallarse la base de la solución de los problemas pesqueros. Y que la pesca, siendo una de las principales riquezas de España, es la más abandonada de todas.

Adán de Nuen

