

INFORME SOBRE LA SEGUNDA REUNION DEL GRUPO DE TRABAJO 36 (WK 36) DE SCOR

(SCIENTIFIC COMMITTEE ON OCEANIC RESEARCH, de International Council of Scientific Unions), SOBRE PROCESOS COSTEROS DE AFLORAMIENTO.-

El grupo se reunió los días 24 a 28 de junio, 1974, en el Institut für Meereskunde, de Kiel, en el nuevo edificio que había sido inaugurado en 1972. Los siguientes miembros del grupo de trabajo estuvieron presentes: K.N. Fedorov (URSS), R.C. Dugdale (E.U.), K. Yoshida (Japón), D.H. Cushing (Reino Unido), G. Hempel (Alemania W), R. Margalef (España), H.-J. Minas (Francia), E. Mittelstaedt (Alemania W), D. Nehring (Alemania E), B. Saint-Guily (Francia), R. L. Smith (E.U.). No pudo asistir el Dr. Y.I. Sorokin (URSS). Participaron además, como observadores, R.T. Barber (E.U.), R. Boje (Alemania W), J.J. O'Brien (E.U.), K.-H. Szekiela (E.U.) y M. Tomczak (Alemania W). El grupo celebró sesiones, mañana y tarde, los días 24, 25, 27 y 28. El día 26 se presentaron una serie de comunicaciones más formales ante una audiencia más amplia, en un aula del mismo Instituto (Apendice A); el mismo día, en la segunda mitad de la tarde, a bordo del "Alkor", buque de investigación del Instituto (muy interesante para nosotros por tener aproximadamente el mismo tamaño del proyectado "García del Cid", y haber resuelto muy bien algunos problemas técnicos), se visitó una estación de observaciones fijas que el instituto tiene instalada en la Bahía de Kiel. Por radio envía una serie de datos obtenidos por varios sensores (temperatura, salinidad, pH, etc.); la cantidad de información acumulada es enorme y apenas saben que hacer con ella (Véase los "Jahresberichte" del "Institut für Meereskunde an der Universität Kiel", que recibimos).

Como resultado de las sesiones de trabajo se prepara un informe, resumen de los progresos realizados en el último año y señalando algunos problemas particularmente interesantes. Este informe quedó preparado para su redacción y distribución; tan pronto como se reciba el texto se puede copiar y circular a los interesados. Por esta razón, en el presente informe solo se destacan aquellos aspectos particularmente interesantes que aparecieron en el curso de las conversaciones, interpretados a través de un filtro personal. Estas líneas, pues, junto con el informe oficial que se distribuirá y el resumen de las sesiones del día 26 (Apendice A), proporcionan una visión completa de lo tratado en esta reunión, que resultó considerablemente interesante.

Lo más interesante a destacar es la gran aproximación que se observa entre físicos y biólogos. Ambos hablan ya de fenómenos conmensurados y de escalas parecidas. Simultáneamente se manifiesta cierta tendencia a abandonar los modelos demasiado generales, que corresponden a conceptos obvios y que resultan de escasa utilidad, pasando al estudio físico de fenómenos a escala algo menor. Los modelos bidimensionales (x, z) son muy imperfectos y los biólogos especialmente insisten en la necesidad de modelos según tres dimensiones (x, y, z), que los físicos también reconocen, si bien con distinto énfasis según las características de las respectivas costas. En general, la anchura de la faja afectada por el afloramiento (unos 15 km en Perú, 40 en Baja California, 100 en África), y la profundidad de que remonta el agua (40-60 metros, pudiendo ser más si el afloramiento es más intenso), son menores de lo que se suele aceptar en los libros; pero hay conceptos relativamente antiguos que son perfectamente válidos, como, por ejemplo, las dos células o celdas de afloramiento descritas ya por Sverdrup en California. Este ha sido uno de los aspectos más debatidos. El modelo clásico de una célula sencilla raramente se realiza. En parte depende de la anchura de la plataforma. Si la plataforma es ancha hay dificultad de transporte, de manera que si el afloramiento se intensifica, se divide en dos células, ascendiendo agua directamente del borde de la plataforma. Al caer el

viento, decae la célula externa y aumenta la concentración relativa de nutrientes en la misma costa. Este modelo de dos células fué aceptado generalmente por los presentes y corresponde aproximadamente al propuesto por E. Hagen (1974. Beiträge zur Meereskunde, 33:115-125), es susceptible de modificaciones locales y se puede modelar. Una forma algo intermedia entre una y dos células se representa en una figura de Thompson presentada por O'Brien, en que aparece una sinuosidad en el flujo de agua inferior dirigido hacia la costa. Es fácil imaginar otras formas intermedias con un rodillo de agua de eje paralelo a la costa, girando justamente sobre el borde de la plataforma continental. Un modelo de este tipo resulta sumamente atractivo para los biólogos, pues ofrece marco apropiado a numerosas observaciones: grandes acumulaciones de clorofila y detritos en esta celda profunda de giro, gran frecuencia de ecos producidos por peces y zooplancton (eufausias) en las mismas regiones. Un cilindro girando en el sentido de las agujas del reloj (mirando del Ecuador al Polo), ha de conducir agua en dirección polar a lo largo de su eje, y ha de perturbar en algún modo la superficie del mar encima del cilindro. Puesto que probablemente existen todas las situaciones intermedias en el espacio (a lo largo de una plataforma, según sus características morfológicas) y en el tiempo (según la intensidad de afloramiento en relación con la anchura de la plataforma), la situación puede ser variable, pero se puede asimilar fácilmente esta estructura con parte de la corriente polar debajo de las regiones de afloramiento, y asociarla con eventuales convergencias, o frentes poco acusados, en la superficie, paralelas y a cierta distancia de la costa. Por otra parte, las irregularidades del borde de la plataforma (cañones, etc.) y la circulación de ondas a lo largo de la plataforma (muy largas) pueden introducir modificaciones. Pero parece que la situación es modelable.

Desde el punto de vista biológico, la fragmentación en distintas celdillas de circulación, como en las figuras siguientes, o en otras parecidas, tiene



gran interés en explicar la segregación y aun la persistencia de distintas comunidades. Si hay dos células superficiales, entre la interna y la externa hay un mecanismo de contracorriente, que transfiere producción, y puede segregar poblaciones, por ejemplo, copépodos pequeños de vida breve en la celdilla interior muy agitada, y explotación de la celdilla externa por animales mayores que migran verticalmente. Se dedicó bastante tiempo a tratar de calcular el tiempo de retorno de organismos a unos mismos niveles; la cuestión fué en parte sugerida por las observaciones de Barber, en Joint I (campanas en NW de Africa, esta última primavera), según el cual, muestras de fitoplancton profundo (muy abundante en el borde de la plataforma, hasta 5 mg clorofila por m³) no muestran efecto de adaptación a luz tenue, lo cual indica que hace poco han abandonado la superficie; quizá se encuentran en continua circulación. Sin embargo, esto no está de acuerdo con observaciones propias, según las cuales este fitoplancton profundo tiene una relación clorofila/células muy elevada, sugiriendo una gran cantidad de clorofila detrítica. En lo que se refiere a los animales, la existencia de celdillas con flujos superpuestos en direcciones opuestas, permite fácil-

mente imaginar un mecanismo de migración que les permite conservar la localización geográfica (eufausias). Este sistema permite también fácilmente la resiembra de fitoplancton aguas arriba. En efecto, parece que la hipótesis de agua vacía no se ha demostrado (nuestros propios datos con el contador de partículas testifican en contra) y, por otra parte, según Dugdale un rasgo sorprendente del fitoplancton del NW de Africa es su tiempo de duplicación relativamente largo, todo lo cual está de acuerdo con un sistema de recirculación, el cual facilita también la explicación del ciclo de nutrientes y la aparición de lentejones con disminución de la concentración de oxígeno. En resumen, la aceptación de celdillas pequeñas de circulación simplifica muchos problemas de adaptación a luz y condicionamiento de agua, pero plantea otros problemas. Hay que ir a formular relaciones entre el tamaño y las probabilidades por los organismos de abandonar cierto volumen de agua, todo en relación con las tasas de mezcla y con el hecho de que el movimiento vertical de los nutrientes es mayor en partículas (organismos) que en disolución. Se dedicó un esfuerzo considerable a evaluar tiempos. Como velocidades aproximadas, en centímetros por segundo, se pueden aceptar

	$v(y)$	$w(z)$	$u(x)$
Oregón	10 - 15	2-4.10 ⁻²	1-2
NW Africa	25	6-12.10 ⁻²	4-8

De manera que el tiempo de ciclo de un paquete de agua con organismos, a lo largo de una helicoidal (una vuelta completa) es del orden de unos 10 a 15 días y durante este tiempo han podido recorrer 50 a 100 km, pero esto depende del nivel con el que fluyen, pues pueden ir en parte de su trayecto hacia el polo, y en otra parte hacia el Ecuador. Ciertos animales pueden tener una duración de vida conmesurada con este periodo, otros no; lo interesante es que de esta forma se pueden imaginar motivos de distribución tales que permiten un desarrollo inicial del fitoplancton, antes de que quede expuesto a la acción intensa de animales filtradores. Es indudable la relación de estas estructuras con la existencia de manchas, pero aquí solamente la de escala mayor o intermedia. Aun hay otros problemas asociados, todos muy interesantes, por ejemplo la diferencia entre los efectos fisiológicos de aumentar o disminuir la luz, según la fase de la circulación, o la explicación de rápida expansión de plancton a nivel de termoclinas, o pycnoclinas, que drenan celdillas y pueden dispersar rápidamente producción sobre áreas más extensas.

La variación en el tiempo es importante, no solo la de corto periodo: ondas internas, frentes más o menos marcados, sino también de unos años a otros. A este respecto hay diferencias entre unos y otros sistemas de afloramiento. En Perú puede decirse que la mayoría de los años son "buenos" y los "malos" son excepcionales. En Africa parece que alternan con una densidad más igual. El año 1974 en Africa fué de afloramiento muy intenso, llegando agua de mayor profundidad que en años precedentes. Estas fluctuaciones, en relación con las celdillas de circulación, pueden influir en la organización y el capacidad de amortiguación de las cadenas tróficas. Es posible que las sardinas estén más adaptadas a un afloramiento a manchas e irregular, mientras que las anchoas dependan de un afloramiento más constante o repetible. A ello se añaden posibles diferencias de alimentación; la sardina, por ejemplo, en las primeras fases puede ser menos adaptable que la anchoa, y esta comer más fitoplancton o mas zooplancton, según las células en que se encuentre.

En general se considera al afloramiento como un fenómeno a escala planetaria, y sus manifestaciones costeras, como muy influidas por irregularidades locales y vientos locales. Ya no es herético suponer que ciertos vientos costeros pueden estar determinados por el afloramiento y no viceversa. El límite entre la circulación a gran escala (la corriente de Canarias, por ejemplo) y los fenómenos locales, puede constituir un "frente", que puede ser de gran fluidez. Pero el

frente entre la región Norte y la región Sur, en el NW de Africa ha sido mucho menos estudiado de lo que merece. En particular, a mi entender, porque representa un fenómeno de una clase más amplia, en la que se incluiría también "El Niño", es decir, un límite muy discontinuo entre sistemas esencialmente dinámicos, con tales propiedades que ligeras variaciones en las tasas de algunos de los procesos que intervienen, puede hacer variar mucho la estructura del fenómeno en el espacio. Hay que intensificar la relación con el bentos, pero parece seguro que la existencia de celdillas de circulación y de convergencias sobre el fondo encauza el aporte de alimento hacia regiones preferidas (una de ellas el borde de la plataforma).

Por lo que se refiere a los problemas de manchas o estructuras pequeñas, los procedimientos de estudio son posiblemente incompletos. Un argumento a favor de considerar tres dimensiones en los modelos, consiste en que esto es necesario para representar manchas superficiales cuando las fases son distintas (manchas redondeadas en un retículo en forma de panal). En relación con velocidades y difusiones según los ejes x,y, parece raro que las manchas sean equivalentes en las dos dimensiones, y, si no lo son, y son, por ejemplo, alargadas, es de suponer que se consumen preferentemente según una dimensión, y se acortan o restablecen relativamente más en la dimensión perpendicular a la primera.

El problema de mejorar las técnicas de investigación y coordinación de actividades es importante. En el estudio de una zona bastante amplia con 3 barcos, dos se pueden destinar a estudiar regiones adyacentes a escala media, y el tercero a un análisis mucho más minucioso de una región selecta a caballo de las dos anteriores. Con dos barcos se puede explorar un área pequeña, dando vueltas en sentidos opuestos. La investigación desde el aire es importante, dejando caer flotadores o colorantes. En JOINT I se ha utilizado un avión, colando a unos 100 m de altura, con sistema de inercia, para medir los vientos, de una a tres veces por semana. Los correntímetros constituyen una parte esencial del equipo. Conviene disponer de muchos. Disposiciones poligonales pueden ser muy eficaces para estudiar correlaciones y detalles verticales en la estructura de la circulación. Los correntímetros son caros y nunca son suficientes. Quizá se podría organizar algún "pool" internacional, que facilitara el desarrollo de proyectos verdaderamente razonables en la medida de la circulación. Entre datos que pueden interesarnos están los resultados de los estudios del barco polaco de investigación acústica (que fué pagado prácticamente por organismos internacionales).

Conviene programas con una anticipación considerable. Para el año próximo no se prevé un esfuerzo muy intenso y el año 1976 se dedicará mucho esfuerzo al sistema de afloramiento del Perú. Actualmente, algunos proyectos de los distintos países son:

- Francia.- Primavera de 1975, una campaña breve, especialmente para el estudio del plancton del NW de Africa. 1976, en primavera, estudios biológicos en Africa, en primavera también, estudios de física y biología en Perú.
- Alemania (W).- 1975. De enero a abril, un estudio físico, de plancton y bentos en el NW de Africa, con el "Meteor", en colaboración con el buque inglés "Discovery" y un avión.
- Alemania (E).- 1976. Estudios físicos y biológicos en el NW y/o SW de Africa.
- Japón.- 1976, posiblemente estudios en el Perú.
- España.- 1975, verano-otoño?, oceanografía y pesca en el NW de Africa.
- Estados Unidos - 1975/76, estudio de corrientes en costas de Oregón. 1976, febrero a junio, física y biología del sistema de afloramiento peruano.

Las reuniones previstas, que continúan a la presente, o que tienen interés en el estudio de los sistemas de afloramiento, son las siguientes:

Reunión de trabajo de IDOE (International Decade of Ocean Exploration), del 4 al 12 de diciembre, en Guayaquil, 1974, a la que probablemente asistiré.

Tercera conferencia sobre "Análisis de sistemas de afloramiento", después de las de Barcelona y Marsella. Kiel, del 25 al 29 de agosto de 1975. La siguiente se

prevé en Seattle, en 1977.

Simposio sobre generación de afloramiento y movimiento vertical en el mar, de IAPSO/IAMAP, en Grenoble, el 5 de septiembre de 1975. "Convenor" es R.L. Smith, la conferencia es pública y se piensa en un número corto (12) de comunicaciones solicitadas.

Tercera reunión de este grupo de trabajo de SCOR (WG 36), continuación de la presente, prevista en alguna localidad del sur de Francia, del 8 al 12 de septiembre de 1975. Tal vez en Banyuls. Hay que prever posibles visitas a Barcelona.

Simposio sobre afloramiento de JAO, en Edinburgh, el 20 de septiembre de 1976, relacionado también con un simposio sobre los resultados de CINECA. Hay que decidir organización y coordinación; se prevé la duración de un día, principalmente o exclusivamente con oradores invitados.

APENDICE A. Comunicaciones presentadas en la sesión pública del 26 de junio 1974.

R.L. Smith (Corvallis, Oregon). Datos previos sobre los resultados obtenidos con correntímetros, en NW de Africa, durante la expedición JOINT I. Estudio comparado, con las trayectorias del viento, del 24 febrero al 17 marzo 1974, a 21° 40'N. La circulación es más sencilla que en Oregon, afloramiento costero y cuando el viento es mas fuerte hay otro flujo vertical en el borde de la plataforma, pero en Africa no se ha encontrado prueba de hundimiento entre las dos células de circulación que en este caso se forman, tal como existe en Oregon; en Africa este eventual "frente" es mucho más fluido. En Africa el viento fue bastante constante, por lo menos en este periodo de observación. Contracorriente hacia el norte muy marcada, fuera de la plataforma, hacia unos 300 m de profundidad.

R.T. Barber (Duke Univ. Beaufort). Presentó datos sobre química y biología de la operación JOINT I. Las mayores concentraciones de nitrato y clorofila (hasta 5 mg/m³) se encuentran sobre la plataforma, hacia el borde externo de la misma. La respuesta a luces de intensidades distintas del plancton de profundidad no muestra retardo, de manera que supone que el plancton ha circulado recientemente, o, mejor, que se mueve continuamente en las celdillas de circulación, de modo que a profundidad se halla plancton que ha abandonado la superficie hace menos de 72 horas. En una estación a 21°5'N, 17°33'W se analizaron las características durante 24 horas, hay oscilaciones (ondas) muy marcadas que sugiere considerable desplazamientos (verticales, posiblemente también horizontales) del agua. Es notable la variación del cociente carbono fijado/clorofila, por hora, que es de 2 y menos por la noche y alcanza sus valores máximos, que rebasan 4, en las horas de la mañana, antes del mediodía: se sugiere un ritmo interno de productividad. Todo esto igual entre 0 y 50 metros de profundidad, lo cual puede indicar que el fitoplancton está realmente muy mezclado. Es notable el periodo relativamente largo de duplicación del plancton (unos 2 días). Hay un especial interés en la biología de Thalassiosira. Los procedimientos de interpolación usados para preparar mapas no los encuentra muy recomendables y lamenta también que los mapas desde el aire y satélites raramente coincidieran con las mediciones a bordo, dando a veces gradientes inversos (de clorofila).

J.J. O'Brien (Florida State Univ. Tallahassee). Presentó varios modelos desarrollados por algunos de sus estudiantes, en especial sobre la respuesta de flujo a cañones o perfiles de costa idealizados. Uno que corresponde a un ángulo similar al cabo Blanco predice primero un afloramiento intenso en el ángulo interno; pero este modelo no corresponde a la realidad, porque en Africa en dicha

posición está el banco de Arguin, muy somero. Pero es interesante que predice que cuando calma el viento se produce una especie de onda de Kelvin, atrapada en el ángulo, donde aparece flujo vertical. El estudio de las temperaturas en la región de Oregon, con barcos y aviones, ha permitido trazar mapas de detalle y, sobre estos, ha hecho análisis espectral de la distribución de las temperaturas, según dos dimensiones de un rectángulo (x, y). Hay una componente isotrópica y otra anisotrópica (depende de la dimensión, x o y). Encuentra una máxima variancia en distancias de 20-40 km, lo cual recuerda a lo encontrado por Kelley. En un afloramiento se puede aplicar la forma de representación que pone el % acumulado del total de transporte, en función del % acumulado del total de tiempo, después de ordenar los datos. En Oregon, hacia el Norte de la zona, la mitad del transporte ocurre en el 20 % del tiempo, pero hacia el sur de la misma zona, el 50 % del transporte requiere hasta el 48 % del tiempo. Es una buena medida de la regularidad o constancia del fenómeno, aplicable, mutatis mutandi, al estudio de embalses, etc.

H.-J. Minas (Marseille). Informó sobre las expediciones del "Capricorne" y del "Charcot" en Africa, en 1974, detallando el programa muy extenso de las investigaciones realizadas, incluyendo; bacteriología, sistemas enzimáticos, producción secundaria y fotometría. Encontraron concentraciones de clorofila hasta 20 mg por m³ y, cerca de la costa, concentraciones notables de amonio. Señala también la importancia de Thalassiosira y diversos problemas en relación bacterias, etc. Thalassiosira contribuye a la mayor producción de las áreas en que se encuentra; los otros organismos asociados, según Smayda, no representan más que el 8% de la producción total.

R. Margalef (Barcelona). Presentó un avance de la distribución del fitoplancton por fuera de la plataforma, en 1973. Las especies del fitoplancton son buenos indicadores de los movimientos del agua, en particular especies muy resistentes, como Actinocyclus, abundante en 1971 pero rara en 1973. La relación entre diatomeas y dinoflageladas es un buen indicador de las circunstancias de nutrientes y turbulencia. Oscillatoria y Amphora, quizá también Brachydinium, son propias de las masas de agua del sur. Las secciones meridianas, cortando el frente entre el N y el S, son muy instructivas, porque muestran la distinta participación del agua meridional en las zonas de afloramiento, según la estación, y diferencias sensibles en la composición del plancton que pueden estar en relación con las propiedades de aquellas masas de agua. Los índices clorofila/nº de células, e índices de pigmentos D430/D665, parecen indicar las localizaciones de plancton "viejo" (con clorofila detrítica), que vienen a rodear las zonas de mayor afloramiento, especialmente hacia el sur, y contradicen un tanto la creencia en células de circulación muy rápida, aunque es posible que representen mas bien el límite inferior de dichas células (entre 50 y 100 m), donde ya hay una dispersión de los materiales hacia fuera, por las piconclinas. El uso generalizado del Contador Coulter y de fluorometría permite iniciar un estudio de la correspondencia entre redes de mediciones, y redes de conceptos biológicos. Cuando se desciende al estudio de distribuciones a pequeña escala, los problemas aumentan; pero es satisfactorio constatar que los modelos físicos cada vez se aproximan mas al orden de dimensiones sobre las que se pueden exponer las observaciones biológicas.

D. Nehring (Rostock-Warnemunde, Alemania E.). Presentó abundante información de los resultados de las campañas del "Alexander von Humboldt", que, en parte ya se han publicado (Comunicaciones del "Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik bei der Akademie der Wissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik"). Era especialmente interesante un gráfico de la posición del frente entre N y S, según las distintas fechas, y en base a distintos indicios. La posición más meridional, cerca de 18°N, se tiene en febrero; la posición más septentrional, cerca de 20°N, en agosto. El mayor rendimiento pesquero siempre está al norte del frente y algunas especies (Scomber colias) solo se encuentran al norte del frente. Calcula la producción útil de la región, en relación de los valres de producción primaria encontrados, y la duración de los periodos de afloramiento en cada sector. En el

sector de Nouakchott considera que el afloramiento se da entre octubre y abril; en la región de Cabo Blanco, siempre es manifiesto. Calcula que el crecimiento anual de peces en toda la zona es de 10 millones de toneladas, pudiendo proporcionar una pesca de 2 millones de Tm por lo menos. Presentarán más información sobre la producción pesquera de la región de afloramiento de NW Africa en la próxima reunión de Coponhague (ICES ?).

E. Mittelstaedt (Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg). Se refiere a la circulación en la región del NW de Africa, basados en la medición directa de la corriente. En mayo de 1968 la corriente superficial hacia fuera era de 5 a 25 cm por segundo, y a 30-40 metros de profundidad se invertía el sentido. Había dos células superpuestas, con divergencia allí donde la corriente dirigida hacia la costa cortaba la plataforma; según Smith, la mayor intensidad de corriente observada en JOINT I es causa de que este nivel quede más abajo, es decir, la célula inferior se retrasa por fuera de la plataforma. La instalación de correntímetros en dos filas en 1972 proporciona datos que refuerzan los argumentos a favor de considerar modelos con tres dimensiones. La corriente hacia el S era de unos 15 cm segundo y mas, y la corriente profunda hacia el norte media 5 cm segundo a unos 600 metros de profundidad.

M. Tomczak (Institut für Meereskunde, Kiel). Se refiere principalmente al estudio de las temperaturas superficiales. La medición de las temperaturas desde un avión, en una serie de trayectos paralelos, de unas 40-60 millas de longitud y separados por unas 10 millas plantea una serie de problemas de análisis. Las "plotting routines" son criticables, especialmente para paquetes de varias isotermas próximas o mas o menos separadas que cortan oblicuamente las trayectorias. A veces prefiere hacerlo a mano. En los espectros según dos dimensiones se encuentran picos a unos 20 km, pero no cree que tengan gran valor y quizá es mas correcto hacer los análisis espectrales ~~xxxxxxxxxxxx~~ según la simple trayectoria, sin buscar la conexión con trayectorias paralelas, por los problemas introducidos por la consideración del tiempo. Se han repetido trayectos con 2 o mas horas de diferencia, con 4 horas pueden haber diferencias considerables. Mapas detallados muestran grupos de manchas, de unos 10 km, hacia el W, SW de Cabo Blanco, un poco por donde la corriente de Canarias deja la costa hacia el SW y donde es de esperar alguna circulación ciclónica. Entre el régimen oceánico y el afloramiento costero, el gradiente térmico en superficie puede exceder 1,3°C por km, aunque normalmente es mucho más bajo y quizá lo más típico es una caída de 2,5°C en 15 km. Los alemanes están muy preocupados por el sistema del Banco de Arguin, que funciona como un estuario negativo, emitiendo agua por los cañones del fondo, y donde esta corriente debe compensarse de alguna manera poco precisada.

G. Shaffer (Kiel; actualmente Oceanografiska Institutionen, Göteborgs Univ.). Comentó su tesis "On the North West African Coastal Upwelling System, Univ. Kiel, 1974), basada en datos del "Planet" y del "Meteor" de 1972 y que estudia principalmente la circulación a la salida del banco de Arguin y más al sur, en especial, la influencia que los cañones pueden tener sobre el afloramiento, fraccionándolo en remolinos o plumas persistentes y separados, arraigados hacia el margen Sur del cada cañón. Parece que cualquier sistema de circulación oceánica marginal, ha de generar remolinos en relación con las irregularidades de la plataforma. Según K. Yoshida es posible que este modelo tenga que modificarse algo, para tener en cuenta que la anchura real de los cañones es mucho menor que la que resulta cómodo aceptar en el tratamiento matemático.

R. Boje (Institut für Meereskunde, Kiel). Presentó datos sobre fitoplancton, casi exclusivamente sobre diatomeas, de Richert y propios. Han identificado unas 90 especies en la región del NW de Africa, algunas nuevas. Han hecho un análisis factorial, un tanto difícil de entender, que da 7 grupos que abarcan un 97 % de la variación; estos grupos los utilizan, al estilo de Curtis y otros botánicos americanos, para una ordenación de las comunidades siguiendo un meridiano, de la altura de Dakar hasta la parte de Cabo Barbas. Identifican varias Thalassiosira (parthenea, mendiolae, etc.). Actinocyclus subtilis fué común en 1972, pero no en 1973 (confirmado por G. Hasle). Rhizosolenia setigera es común junto con R. hebetata. Amphora se encuentra en cantidad, en el

agua cálida del sur.

K.N. Fedorov (Instituto Okeanology, Moscow). Informó sobre la reciente expedición soviética al Pacífico ecuatorial y a Perú. Estudiaron intensamente cuatro polígonos a lo largo del Ecuador y algunas estaciones intermedias. Utilizaron un equipo y métodos que tienden a ser semejantes a los de los otros países (E.U., Alemania, Francia), incluyendo análisis de ATP, enzimas, bacterias, etc., y uso muy generalizado de STD y de botellas de gran capacidad (150 litros). En 1974 el afloramiento tropical se encontró moderado y biológicamente pobre, a pesar de los nutrientes no escasos; la menor temperatura, unos 21°C, un poco al W de las Islas de los Galápagos. El modelo matemático de la corriente de Cromwell es muy sensible a los coeficientes de mezcla (modelo abierto), y la escasa residencia del agua en la corriente (5 a 50 días ?) puede explicar la relativa pobreza de zooplancton. Esperan publicar el conjunto de los resultados en 1975. El afloramiento peruano se encontró en buenas condiciones, después de "El Niño" de 1972, que fué de los "Niños grandes". Este afloramiento 1973/74 es quizá el tercero en importancia dentro de los 40 últimos años. Solo pudieron permanecer pocos días en las costas del Perú, y presentaron varios perfiles de distribuciones. Quizá con la intensidad de afloramiento se relaciona la presencia de SH_2 junto a la costa, que ha sido observado también en otros años; Por debajo de la termoclina, hasta el 50 % del nitrógeno estaba en forma de amonio. Fuera de la costa no se encontró SH_2 y sí bastante zooplancton, aunque las cifras presentadas parecen exageradas (27 g/m³, zooplancton de red a 30-50 millas de la costa).

K.-H. Szekiela (University of Delaware, Newark). Informó sobre los satélites NOAA-2, con radiómetro infrarrojo (11,5 milimicras) y ERST-1, con cuatro canales de 500-600 nanómetros, 600-700 nm, 700-800 nm, y 800-1100 nanómetros. El "scanner" (MSS) integraba por segmentos de 100 nanómetros del espectro y cuadrados de 100 metros de lado. Ha habido dificultades en separar clorofila y sedimento en suspensión, que se trataron de resolver con un análisis discriminante basado en observaciones hechas en el estuario del St. John's River. Las diferencias o relaciones entre los canales de 600-700 y 700-800 permiten separar clorofila, pero ¿cómo pueden ser igualmente significativas estas relaciones para distintas transparencias del agua?. En sus líneas generales los mapas de distribución de clorofila de la región del NW de Africa, parecen correctos, destacando las grandes regiones de afloramiento. Las observaciones de fluorometría a bordo del "Cornide" en 1972 concuerdan pasablemente con las indicaciones del satélite. Las técnicas de digitalización y tratamiento por computadora de los resultados, hasta su presentación en bellos mapas en color, están muy perfeccionadas. Se trata de un análisis discriminante basado en las indicaciones de 4 canales, que dan valores promediados para tesales o facetas ("pixels") de 100 metros de lado. Este análisis puede ser flexible y puede ser mejorado. Según la campaña del JOINT I, estas determinaciones de clorofila raramente coincidían con la realidad y no infrecuentemente los gradientes eran inversos en puntos definidos.

Barcelona, 3 de julio de 1974

Ramón Margalef