

I. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

L'esplorazione dell'Atlantico compiuta dal Michael Sars.

Nota del socio, prof. DECIO VINCIGUERRA

Alla distanza di circa quarant'anni dalla comparsa dell'opera magistrale di Wyville Thomson, *The Depths of the Sea*, nella quale erano esposti i risultati delle esplorazioni del *Lightning* e del *Porcupine* che avevano posto fuor di dubbio l'esistenza della fauna abissale e portato un notevole contributo alla fisica dell'Atlantico settentrionale, un nuovo libro, dal titolo quasi identico (1), rende conto di una più recente ed estesa campagna scientifica nello stesso mare e riassume quanto oggi è noto sulle condizioni fisiche e biologiche delle profondità marine. È così reso possibile il constatare il cammino percorso in quasi mezzo secolo, durante il quale le conoscenze in proposito si sono grandemente aumentate, presentando continuamente alla nostra indagine nuovi problemi, che in buona parte aspettano ancora la loro soluzione.

Era già da parecchio tempo stato riconosciuto che lo studio del Mare del Nord e della porzione adiacente dell'Atlantico settentrionale — studio che, come è noto, forma da oltre un decennio oggetto dei lavori del Consiglio permanente per l'esplorazione del mare che ha sede in Copenhagen — non poteva ritenersi completo quando non fosse congiunto a quello di tutto l'Atlantico: e a questo scopo fu già ini-

(1) Sir JOHN MURRAY and Dr. JOHAN HJORT. *The depths of the Ocean*. A general account of the modern science of oceanography based largely on the scientific researches of the Norwegian steamer *Michael Sars* in the North Atlantic. London, MacMillan and Co., 1912. In-8°, pag. XX-821, con 2 ritratti, 4 carte, 9 tavole e 575 incisioni.

ziata la organizzazione di un'altra Commissione internazionale che dovrebbe promuovere tale esplorazione che si vorrebbe fosse cominciata dalle navi da guerra che si recheranno all'inaugurazione del canale di Panama. Il grande interesse col quale Sir J. Murray seguiva i lavori di quel Consiglio e la convinzione che egli aveva dell'importanza delle esplorazioni proposte lo indussero nel 1909 a domandare al Governo norvegese di porre a sua disposizione il *Michael Sars*, piroscalo espressamente costruito per le ricerche oceanografiche, con l'intero suo stato maggiore scientifico già specializzato in tali ricerche, per compiere una campagna di esplorazione dell'Atlantico, offrendosi egli a sopportarne tutte le spese. La proposta fu accolta con entusiasmo ed ebbe esecuzione nell'estate del 1910. Alla campagna partecipò il dott. J. Hjort, direttore del servizio della pesca in Norvegia e capo delle spedizioni già compiute dal *Michael Sars*, e i suoi collaboratori, prof. Gran, dott. Helland Hansen, Koefoed e il capitano Iversen.

Il materiale raccolto, tanto di dati quanto di collezioni, fu grandissimo e certamente passeranno alcuni anni prima che esso sia del tutto elaborato e studiato, ma si ritenne frattanto necessario pubblicare al più presto un resoconto preliminare dei risultati ottenuti. Ebbe così origine il presente volume, alla cui preparazione presiedettero Sir J. Murray e il dott. Hjort, che ne scrissero alcuni capitoli, mentre altri sono dovuti ai loro collaboratori. Il volume venne in luce poco più di un anno dopo la fine della crociera e, come si vedrà dal sunto che segue, è riuscito del più alto interesse, specialmente dal punto di vista biologico. È da notare come, data la ristrettezza del tempo, esso abbia potuto riescire tanto importante e completo anche nella parte illustrativa, e non è da stupire se, in seguito alla rapidità della pubblicazione, qualche inesattezza sia sfuggita agli autori, come ad esempio la mancanza del barbiglio nelle figure dello *Stomias boa* (fig. 453).

Il primo capitolo, scritto da Sir John Murray, contiene un riassunto delle investigazioni oceanografiche sinora compiute in varie regioni e ad esso fanno seguito altri due, dovuti al Dott. Hjort nei quali sono riassunte le campagne già eseguite dal *M. Sars* ed è narrata più estesamente l'attuale. Sono anzitutto descritti i mezzi d'indagine adoperati in tali investigazioni, mettendo in rilievo come, date le condizioni in cui queste si svolgono, il loro successo dipende dal perfezionamento dei sussidii meccanici di cui è possibile valersi, e che è andato

sempre crescendo dall'epoca della spedizione del *Challenger* (1872-76) in poi. Ciò risulta in modo evidente dal confronto fra questa nave ed il *M. Sars*. Il maggiore vantaggio si è avuto dalla sostituzione, dovuta all'iniziativa di Sir W. Thomson (ora Lord Kelvin), del filo e del cavo d'acciaio ai grossi ed ingombranti cavi di canape impiegati dal *Challenger* per scandagliare a grande profondità e per trascinare il gangano (1) e la draga, ottenendo così un grande risparmio di spazio, di tempo e di peso. Ciò permise allo stesso Thomson di sostituire agli antichi apparati da scandagliare la macchina che porta il suo nome alla quale furono introdotti sempre progressivi miglioramenti, fra cui non dovrebbe esser dimenticato quello ideato dal nostro Magnaghi.

Gli arnesi destinati alla raccolta di animali viventi sul fondo del mare hanno subito poche varianti, tranne la sostituzione al gangano a trave (*beam-trawl*) di quello a tavola (*otter-trawl*) di assai più grande apertura, che, mercè il perfezionamento dei mezzi di trazione, si salpa in un terzo del tempo che si impiegava prima; invece gli apparati per cattura di organismi pelagici sono stati grandemente modificati. Alla piccola rete pelagica di mussolina, sempre aperta anche se usata a grandi profondità, furono sostituite quelle di grandi dimensioni, specialmente destinate alla pesca verticale, e quelle a chiusura adoperate nelle profondità. Queste furono per la prima volta adoperate dal Chierchia su modello del Palumbo, comandante del *Vettor Pisani*; attualmente il modello preferito è quello proposto da Nansen, che sul *M. Sars* fu adottato anche per rete lunga 9 metri con 3 metri di diametro. Riesci anche molto utile la rete per pesci giovani del Petersen. Il *M. Sars*, specialmente destinato a ricerche applicate alla pesca, aveva anche una notevole provvista di lenze e di reti verticali; gli apparati usati erano disposti in modo da poter compiere simultaneamente un gran numero di operazioni idrografiche e biologiche a diverse profondità calandone simultaneamente diversi assicurati ad una sola corda, e ciò malgrado la sua piccola portata.

Sul *M. Sars* era anche impiantata una centrifuga a vapore per le ricerche sul fitoplancton.

Si è oramai riconosciuto che per le ricerche talassografiche sono più adatti i piroscafi relativamente piccoli, costruiti sul tipo di quelli de-

(1) Come in altri miei scritti, traduco, a somiglianza di quanto faceva il compianto prof. Giglioli, la parola *trawl* in gangano, perchè questo è fra i nostri arnesi da pesca quello che più si assomiglia a quello.

stinati alla pesca, che non le ordinarie navi da guerra, anche se in queste si introducano modificazioni speciali. Il *M. Sars*, costruito nel 1900, stazza solo 226 tonnellate ed è lungo 125 piedi, mentre il *Challenger* era di 2306 tonnellate ed aveva 226 piedi di lunghezza. Il *Poseidon*, tedesco, è attualmente il maggior piroscafo espressamente costruito per ricerche oceanografiche ed è lungo solo 135 piedi circa, con 482 tonnellate di stazza.

Il *M. Sars* partì da Bergen il 1° aprile 1910, toccò Plymouth donde proseguì per Gibilterra ove ancoravasi il 25 aprile, per ripartirne il 4 maggio. Questa fermata era però utilizzata per compiere alcune osservazioni sulle correnti dello stretto, ancorandovisi in 400 metri di fondo. Da Gibilterra il *M. Sars* seguì la costa d'Africa esplorando i banchi da qualche tempo visitati dai piroscafi da pesca e poi fece rotta per le Canarie nelle cui acque restò dal 14 al 24 maggio, spingendosi sino ai pressi di Capo Bojador. Il 27 maggio si rimise in viaggio per le Azorre, attraversando il mar dei Sargassi e giungendo a Fayal il 13 giugno. Dal 17 giugno al 2 luglio fu attraversato l'Atlantico, avendo così occasione d'indagare le condizioni fisiche e biologiche della Corrente del Golfo, rimontando poi sino a S. Giovanni di Terranova, che si raggiunse il 3 luglio per ripartire l'8 e far rotta su Glasgow ove arrivò il 27: il 4 agosto ripartiva da Glasgow per esplorare il mare intorno alle Faerøer, constatando ancora una volta la grande diversità di condizioni idrografiche e faunistiche che si nota nelle acque separate dalla cresta che prende il nome di Wyville Thomson, e il 14 ancorava a Bergen, chiudendo così questa importante crociera, durante la quale furono fatte non meno di 116 stazioni. La massima profondità fu raggiunta nella stazione 47, intermedia fra le Canarie e le Azorre, dove si dragò in fondo di 5160 metri, raccogliendo però un solo pennatulide (*Umbellula*).

Le pesche verticali, eseguite di preferenza dal *M. Sars*, non sono ancora sufficienti a dare un'idea completa della distribuzione batimetrica della fauna, ma bastano a dimostrare che la intensità della vita non trovasi negli strati inferiori, ma in quelli intermedi.

Le acque dell'Atlantico sono, nel corso del lavoro, distinte in quattro gruppi: 1° le acque oceaniche propriamente dette, date dalla Corrente del Golfo; 2° l'acqua mediterranea; 3° l'acqua polare artica; 4° l'acqua di fondo. Le più singolari condizioni idrografiche si riscontrarono nel mare presso Terranova, dove al disotto di uno strato superficiale dello spessore di circa 40 metri, in cui la temperatura era di

6° C., se ne trovò un altro dove questa era inferiore a 2° e scendeva persino a - 1°5.

Sir John Murray ha scritto il quarto capitolo che tratta delle profondità e dei depositi dell'Oceano, illustrandolo con una carta batimetrica generale ed una speciale dell'Atlantico settentrionale, secondo le nostre conoscenze a tutto il 1911. È assai interessante il confronto di questa con la riproduzione della carta del Murray del 1864, nella quale erano indicate, benchè dubbiosamente, profondità che superavano le 5000 braccia e raggiungevano persino, verso il centro del bacino, le 6600, mentre la profondità massima che vi fu poi constatata è quella di 4662 braccia poco a Nord delle Indie occidentali. Vi è anche una carta dimostrativa dei depositi dell'Atlantico settentrionale.

Il capitolo, premesse alcune notizie astronomiche sulla terra, riassume la storia degli scandagli eseguiti sinora, da cui risulta che la maggior profondità conosciuta è quella di 5269 braccia (m. 9636) nel Pacifico settentrionale presso l'isola di Guam.

Nel fondo dell'Oceano Murray distingue poi una piattaforma continentale che va fino alle 100 braccia di fondo dove comincia il pendio continentale, che fino alle 500 braccia è assai dolce per diventare poi più ripido dalle 500 alle 1000; dalle 1000 alle 2000 braccia si ha una zona abissale intermedia, mentre quella propriamente detta comincia a 2000 braccia e non va generalmente oltre le 3000, perchè solo in poche località indicate col nome di fosse (*deeps*) è superata questa profondità. Di tali fosse se ne conoscono sinora 57, delle quali 32 sono nell'Oceano Pacifico, 5 nell'Indiano, 19 nell'Atlantico ed 1 tra l'Atlantico e l'Indiano. In via generale si può ritenere che il fondo del mare è per quattro quinti coperto da acqua che ha più di 1000 braccia di profondità e che per due terzi supera le 2000, ma solo per un quindicesimo le 3000.

Nello stesso capitolo Murray tratta poi dei depositi che si trovano sul fondo del mare, al di là della piattaforma continentale. Questi si dividono in organici ed inorganici. I primi sono costituiti da avanzi di organismi decomposti per l'azione dissolvante dell'acqua marina; in questi son più rari i vegetali, ad eccezione delle alghe calcaree, quali le coccosfere e le rabdosfere, e delle diatomee silicee che vengono talora a costituire il fango a diatomee (*diatom ooze*). Più abbondanti sono gli avanzi animali, sia silicei come i radiolarii (*radiolarian ooze*) o calcarei come i foraminiferi (*globigerian ooze*), i coralli, i molluschi, (*pteropod ooze*) e i pesci; nè vi mancano le materie albuminoidi.

I depositi inorganici si possono, quanto alle loro origini, dividere

in terrestri, extra-terrestri e secondarii o chimici. I terrestri sono originati da prodotti di vulcani, siano questi aerei o sottomarini (e di essi i più caratteristici sono le pomici) o sono costituiti da materiale di origine continentale trasportato dalle acque. Scarsissimi sono i depositi extra-terrestri consistenti in sferule di origine cosmica con nucleo di ferro nativo o magnetico.

I depositi secondari sono *a*) le argille, tra cui l'argilla rossa (*red clay*, caratteristica della profondità superiore a 2700 br.); *b*) i noduli di manganese, dovuti come le argille a decomposizioni di materiali vulcanici, che hanno generalmente per centro avanzi organici; *c*) i noduli di bario e solfato di bario; *d*) la glauconite depositata nell'interno dei gusci di foraminiferi; *e*) le concrezioni fosfatiche prodotte da decomposizioni di organismi; *f*) le zeoliti. Mentre la glauconite si ritiene prodotta da decomposizioni di rocce silicee continentali e si trova nei depositi più vicini a terra, la zeolite abbonda in quelli pelagici e si suppone originata da materiali vulcanici. I depositi di origine marina furono trovati più ricchi di sostanze radioattive che quelli di origine terrestre.

Quanto a distribuzione orizzontale i depositi terrigeni si trovano in vicinanza di terra, il fango a pteropodi predomina nelle regioni tropicali, quello a globigerine ha distribuzione assai vasta ma è costituito da specie diverse nelle varie zone e meno variate man mano che si allontana dall'equatore, quello a diatomee prevale nelle zone extra-tropicali, quello a radiolari pare manchi nell'Atlantico e sia caratteristico del Pacifico e dell'Oceano Indiano; l'argilla rossa è più uniformemente diffusa, ma pare che prevalga nel Pacifico.

Quanto alla distribuzione verticale i depositi terrigeni sono limitati alle zone comprese nei limiti fra l'alta e la bassa marea e fra questa e le roo braccia di fondo; al di là sparisce poco a poco il carbonato di calce e non restano che i depositi a base di silicati. Sono poi indicate le variazioni chimiche che possono avvenire nei mari profondi con speciale riferimento all'Atlantico settentrionale in base ai lavori di *M. Sars*.

Il capitolo seguente, dedicato all'oceanografica fisica, è scritto dal ben noto cultore di questa scienza B. Helland Hansen e comincia con la descrizione degli apparati usati nelle ricerche che ad essa si riferiscono. Queste hanno anzitutto per scopo la determinazione della temperatura che negli strati profondi si ottiene a mezzo dei termometri a rovesciamento. Fra questi è preferibile il Richter, e il funzionamento dell'apparato che lo fa capovolgere risulta meglio assi-

curato dalla discesa di un « messaggero » piuttosto che dal movimento di un'elice. L'autore fa notare come esista sempre una leggiera differenza fra la temperatura reale che si ha sul fondo, quale è data dal termometro Richter, e quella potenziale, vale a dire quella che l'acqua del fondo raggiungerebbe, per effetto delle diminuzioni della pressione, se portata alla superficie, e che sarebbe alquanto minore. La temperatura va decrescendo dalla superficie al fondo ma non uniformemente perchè gli strati di salto si riscontrano a profondità diverse; in quelle profondità più considerevoli, però la temperatura presso il fondo è alquanto più elevata che negli strati immediatamente superiori. Di questo fatto non può darsi spiegazione esatta, ma potrebbe dipendere dall'aumento di pressione e non esservi estraneo il calore terrestre. Le osservazioni del *M. Sars* dimostrano come la cresta Wyville Thomson separa l'Atlantico in due parti, delle quali la meridionale ha una temperatura negli strati profondi (800-900 metri) più elevata di 7° a 8° di quella della settentrionale che costituisce il mare di Norvegia propriamente detto; fatto che, come si vedrà, ha una grande influenza sulla natura della fauna. La distribuzione orizzontale della temperatura dell'acqua superficiale nelle regioni polari è press'a poco simile a quella verticale nella regione tropicale dove a 800 metri di fondo si ha press'a poco la stessa temperatura che si riscontra alla superficie in latitudine di 60° N. Si spiega così la uniformità della fauna che è però limitata dalla diversità della pressione e della illuminazione.

Le osservazioni sulle proprietà fisiche dell'acqua sono fatte mediante saggi raccolti da apparati che possono rinchiudere l'acqua presa a determinate profondità, quali la bottiglia di Buchanan, usata dal *Challenger*, e quella di Pettersson, modificata successivamente da Nansen e da Eckman, alle quali tutte viene unito un termometro a rovesciamento. I saggi raccolti servono principalmente a determinare la salinità dell'acqua; ciò può farsi con metodi fisici, ossia con gli areometri e il picnometro, ma i primi richiedono la correzione di temperatura e l'altro non può usarsi facilmente a bordo. È quindi preferibile il metodo chimico con la titolazione del cloruro di sodio, poichè la proporzione fra i vari componenti salini dell'acqua di mare è costante e quindi da quello si può ricavare la salinità totale.

Il metodo consiste nell'aggiungere all'acqua poche gocce di cromato di potassio che fa precipitare il cloruro di sodio, che vien poi tinto in rosso dal nitrato d'argento.

Dalla quantità di reagenti usati si determina quella del cloruro

di sodio; le tabelle di Knudsen danno poi la salinità corrispondente a questa e ciò con l'approssimazione di $\frac{1}{100}$ per mille; conoscendo la salinità e la temperatura, si ottiene anche la densità. Questa può essere diversa in zone adiacenti poste alla stessa profondità, e ciò determina una differenza di pressione che dà origine a movimenti dell'acqua, ossia alle correnti. La pressione non ha grande influenza sui corpi solidi compatti, mentre ne ha su quelli che contengono aria.

Soggetto di particolar esame è la penetrazione della luce nel mare. È noto come i raggi dello spettro siano assorbiti in diversa misura; primi ad esserlo sono i rossi, ultimi gli azzurri e i violetti; i raggi oscuri calorifici non oltrepassano la superficie. Il perfezionarsi degli apparati ha fatto discendere sempre più in basso il limite della penetrabilità della luce; l'autore ha costruito un fotometro, col quale si può permettere l'accesso solo ad alcune specie di raggi; in esso le lastre pancromatiche, dopo una esposizione di 80 minuti a 1000 metri di fondo, restarono impressionate, mentre non lo furono affatto a 1700 m. di fondo, dopo due ore di esposizione, il che fa ritenere che il limite della impressionabilità si trovi al disopra di tale profondità. Usando invece un filtro azzurro a 500 m. di fondo e 40 minuti di esposizione non si aveva che una leggerissima impressione e con filtro verde nessuna.

Nella crociera del *M. Sars* non furono fatte osservazioni speciali sui tre gas contenuti nell'acqua di mare, ossigeno, azoto (con l'argon) e acido carbonico. Si fecero invece molte ricerche sulle correnti: quelle superficiali, riconoscibili per molti fatti, si determinano con il lancio di bottiglie, mentre quelle profonde si riconoscono indirettamente dalla distribuzione della salinità e della temperatura, direttamente con i correntometri; il *M. Sars* ha adoperato quello di Eckman. Le osservazioni fatte sulle correnti di marea hanno dimostrato come su queste vi sia ancora molto da studiare, perchè le fluttuazioni delle correnti oceaniche non sono influenzate dalla sola marea. Infatti il vento non solo determina correnti superficiali, ma può pure originare delle onde sottomarine; ed anche la rotazione della terra può avervi una influenza, data la diversa temperatura e densità degli strati acquei. Nel canale delle Faeröer, oltre alle oscillazioni verticali, furono constatati movimenti vorticosi. Importanti furono le osservazioni fatte nello stretto di Gibilterra unendo alle misure di corrente la determinazione della salinità e temperatura, estendendola anche a E. e a W. dello stretto, confermando il deflusso del Mediterraneo verso l'Atlan-

tico. Fu pure verificata la presenza di correnti alternate sui banchi di Terranova.

L'autore però conclude il suo lavoro col dichiarare che nel campo della oceanografia fisica vi sono ancora molti interessanti problemi da risolvere.

H. H. Gran ha dettato il sesto capitolo in cui si tratta della vita pelagica vegetale. Egli fa la storia dell'argomento, la cui importanza fu messa in rilievo specialmente da Murray e da Hensen e più recentemente da Lohmann, che, adottando per la raccolta dei piccoli organismi vegetali il metodo della filtrazione e della centrifugazione, realizzò grandi progressi nel loro studio.

Questi piccoli organismi che costituiscono il fitoplancton, o, come dicesi più propriamente, il nannoplancton, sono per solito formati da una sola cellula, assai meglio organizzata di quelle che costituiscono le piante superiori.

Essi sono più pesanti dell'acqua e si mantengono in sospensione pei loro movimenti o per le appendici che funzionano quasi come paracadute. Si distinguono in vari gruppi, i cui principali sono: le diatomee, i peridinei e i bruno-flagellati.

Le diatomee, alghe a guscio siliceo, presentano forme litorali, fisse e pelagiche: le prime sono fornite di organi di locomozione, le seconde ne mancano, mentre le ultime, pur essendone spesso prive, sono fornite di organi di sospensione consistenti in vescicole o in appendici costali, capillari o ramificate o in filamenti mucilaginosi da esse stesse secreti. La tendenza alla sommersione aumenta nelle diatomee con la temperatura e diminuisce con l'aumento della salinità e ciò non solo per la differenza di densità quanto per la viscosità, per cui a 25° l'acqua offre la metà della resistenza che a zero. Quindi è indirettamente la temperatura che influisce sullo sviluppo degli organi di sospensione e ciò spiega come nella stessa specie si possano avere forme estive e invernali molto diverse tra loro.

I peridinei sono alghe mobili fornite di due ciglia; alcune di esse sono fosforescenti, quali la *Pyrocistis noctiluca* abbondante nelle acque tropicali e subtropicali a salinità piuttosto elevata. Il genere principale è il *Ceratium* che presenta forme svariatissime con prolungamenti alle estremità, che possono allungarsi e accorciarsi secondo che si trovano in acque più calde o più fredde.

I bruno-flagellati comprendono specialmente i coccolitoforidi forniti di piccoli gusci calcarei che si trovarono in grande quantità nei

depositi oceanici prima ancora che si conoscessero le alghe da cui provengono: sono caratteristici degli oceani caldi.

Appartengono ancora alle alghe pelagiche alcune Cloroficee, Cianofocee, e i generi *Fucus*, *Cystosira*, *Ascophyllum* e *Sargassum*.

Lo studio della prima grande collezione di alghe pelagiche portate in Europa dal *Challenger*, aveva indotto Castracane a ritenere che non vi fossero differenze notevoli nella loro distribuzione geografica, ma un esame più minuto mostrò che vi sono aree dove esse possono svilupparsi più che in altre. Cleve ha poi dimostrato che vi sono forme caratteristiche di determinate zone e ciò per l'influenza delle correnti.

Alcune specie sono prettamente oceaniche, altre neritiche: queste hanno le spore fisse, mentre quelle le hanno libere; avviene però che alcune forme neritiche s'incontrino in pieno oceano. Quelle oceaniche sono più largamente diffuse che le neritiche e in esse si possono riconoscere tre gruppi: l'artico, l'atlantico-temperato e il tropicale, caratterizzati da speciali aggregati di specie; in autunno le specie meridionali si spingono più a N., mentre in primavera le settentrionali scendono a S. Non sono soltanto le correnti che determinano questo cambiamento, ma anche altre cause non ancora ben note; ad ogni modo questi spostamenti di specie costituiscono un buon indice idrografico. Alcune specie di diatomee planctoniche sono bipolari.

Il *M. Sars* che era fornito di tutti i più moderni mezzi di raccolta delle alghe planctoniche, compresa una grande centrifuga elettrica, recò un grande contributo alla loro conoscenza, in ispecie a quella dei coccolitoforidi.

Si dette speciale importanza alle ricerche quantitative che mostrano che la massima abbondanza della vita pelagica vegetale si riscontra a 50 m. di fondo, che essa è più intensa nei mari temperati che in quelli tropicali, e nelle acque costiere più che nel mare aperto dove però scende più in basso. Si constatò pure l'influenza delle correnti verticali sulla loro distribuzione.

Lo studio delle alghe pelagiche ha una grande importanza perchè la sostanza organica da esse fornita forma la base del nutrimento degli animali che vivono in alto mare, benchè non sembri che l'alimentazione di questi si compia in modo uniforme.

Il capitolo settimo, dovuto al dott. Hjort, tratta in modo speciale dei pesci viventi nelle grandi profondità, il cui numero è stato notevolmente accresciuto dalle recenti spedizioni e specialmente dal

M. Sars che ne raccolse in numero tale che il solo esame di essi portò un notevole contributo alla conoscenza della loro distribuzione geografica, poichè trattasi di ben 138 specie delle quali 106 appartenenti ai teleostei. Lo studio di queste dimostrò però come non sempre si possa essere certi che gli animali trovati nelle reti calate a grandi profondità sieno stati presi presso il fondo e non in profondità intermedie: soltanto 35 individui appartenenti a 21 specie di 15 generi e 6 famiglie diverse si possono ritenere raccolti dalle varie spedizioni precedenti sul piano abissale propriamente detto, ossia ad una profondità superiore a 2000 braccia. Molte forme abissali sono conosciute di una sola località e talora per un solo individuo; ciò non vuol dire però che esse siano limitate a quelle località, poichè per alcune si può essere certi della loro ampia distribuzione. Anche il *M. Sars* ha pescato nell'Atlantico settentrionale specie note dell'Oceano australe e del Pacifico, fra cui il *Macrurus armatus* che è la specie abissale che, a quanto si conosce sinora, ha la più ampia distribuzione orizzontale; essa però si trova anche sul pendio continentale, e quindi è anche largamente distribuita verticalmente. La povertà della fauna abissale propriamente detta è anche confermata dalle raccolte del *M. Sars*, benchè queste sieno un po' più ricche delle precedenti perchè fatte con mezzi migliori: nè le difficoltà tecniche valgono a spiegare questa scarsità perchè nella zona immediatamente superiore, posta tra 1500 e 2000 braccia, ove tali difficoltà sono press'a poco le stesse, tanto il *Challenger* quanto il *M. Sars* fecero raccolte assai più ricche tanto di specie che di individui. Nelle due stazioni fatte dal *M. Sars* a maggiori profondità (staz. 10 a 4700 m. e staz. 45 a più di 5000) non si raccolsero che pochissimi animali, misti ad una grandissima quantità di fango, mentre in quelle poste lungo il pendio continentale la raccolta fu abbondantissima. Una delle indagini fatte dal *M. Sars* consistè nel fare pesche sperimentali lungo tale pendio continentale a varie profondità, e queste dimostrarono che d'ordinario il numero degli individui raccolti diminuisce quanto più si scende in basso, ma che tale diminuzione non è uniforme perchè a 500 braccia di fondo con un sol colpo di gangano furone presi 300 individui, come sui banchi. Sinora la raccolta più abbondante di pesci in profondità considerevoli fu fatta dal *M. Sars* in 2865 m. donde raccolse 39 esemplari in una volta, oltre a molti altri animali di classi diverse.

Nei pesci del pendio continentale si possono riconoscere a diverse

profondità associazioni speciali costituite da forme caratteristiche, benchè non vi sieno due specie che abbiano la stessa distribuzione batimetrica, e alcune vivano anche sul piano abissale. La specie che ha la distribuzione batimetrica più ampia è il *Macrurus sclerorhynchus* (1) che fu preso tra 540 e 3655 m. di fondo, ma la maggioranza delle specie abitanti il pendio continentale non furono trovate sul piano abissale propriamente detto perchè limitate fra 800 e 2600 m.; esse appartengono pel 47 % ai Macruridi, 33 % ai Gadidi, 6 % agli Alepocefalidi, 4 % agli Squali e il 10 % ad altre famiglie diverse. Negli strati più alti, fra 700 e 900 m. si trovano forme che sono abbondanti in zone anche superiori, quali i *Sebastes* e gli *Hoplostethus*, mentre più presso alla superficie (550-650 m.) si hanno forme proprie dei banchi, talune delle quali, come i *Merlucius*, possono estendersi anche in acque più profonde.

È assai discussa l'ipotesi dell'origine della fauna del pendio continentale. Brauer, studiando specialmente la distribuzione dei *Macrurus* in base alle collezioni fatte dal *Valdivia*, ritenne che tale origine si debba cercare nella fauna costiera i cui membri sarebbero emigrati in maggiore profondità; ma le raccolte del *M. Sars* hanno modificato alquanto queste idee, tanto più che ora è noto con quale rapidità i pesci possano emigrare tanto nel senso orizzontale che in quello verticale. Hjort ricorda a questo proposito quanto ha scritto Murray sulla linea di fango, che troverebbesi al limite dell'azione delle onde, a circa 100 braccia di profondità e al di là della quale si avrebbe per varie centinaia di braccia una regione abbastanza popolata di animali che si nutrirebbero delle particelle organiche provenienti dai continenti e dalle acque basse, mentre man mano che si discende più in basso il cibo diminuirebbe, in ispecie sul fondo di argilla rossa. Petersen dà molta importanza allo strato di materia organica che si trova sul fondo, ritenendo che per il nutrimento degli animali bentonici abbia più importanza del plancton.

Generalmente la fauna sembra alimentata dai depositi terrigeni, ma le osservazioni del *M. Sars* dimostrano che essa è presente anche

(1) Di questa specie ho segnalato per primo, sino dal 1879, la presenza anche nel golfo di Genova; (*Ann. Meus. Civ. Genova*, vol. XIV); da quell'epoca in poi fu raccolta anche varie altre volte nello stesso golfo e in altre parti del Mediterraneo.

sul fango a globigerine e che le correnti del fondo devono avere molta influenza sulla sua distribuzione.

Un fattore notevole della distribuzione è la temperatura; il già ricordato *Macrurus armatus* che ha una estesa distribuzione orizzontale fu preso solo là dove la temperatura è compresa fra 1° e 3° C.: perciò le specie che vivono sul piano abissale, ove la temperatura è quasi uniforme, hanno un'area di distribuzione assai vasta, mentre presso le coste atlantiche sia dal lato orientale che dall'occidentale, dove la temperatura a egual profondità è diversa, esse sono pure diverse, tranne poche che sono più strettamente legate ai banchi costieri. Il *M. Sars* ha constatato questo fatto esplorando la fauna del pendio continentale dell'Atlantico orientale dove, dalle Faeröer al S. delle Canarie, la temperatura si mantiene costantemente fra 7° e 8° C., mentre dal lato occidentale, e ugual profondità, essa è solo di 4° C. Nel mare di Norvegia, separato dall'Atlantico dalla cresta Wyville Thomson, il piano abissale e il pendio continentale, ove la temperatura da 600 a 3000 e più metri di fondo è — 1°, non hanno una sola specie comune con l'Atlantico, nel quale a egual profondità la temperatura varia tra 6° e 8°; anche presso i banchi dell'Islanda, di Jan Mayen e dello Spitzberg la fauna ha carattere decisamente artico. Il cambiamento della fauna dallo strato superiore formato da acque provenienti dall'Atlantico, che ha una salinità superiore a 35 ‰ e giunge sino a 600 o 700 m. dalla superficie, è repentino come è quello dell'acqua.

Dal *M. Sars* è stata studiata la fauna dei banchi costieri dallo Spitzberg sino a S. delle Canarie, ossia per una estensione di più di 40 gradi, e si constatò che, mentre alcune specie sono distribuite sulla massima parte di quest'area, altre sono assai più circoscritte perchè non possono vivere che dove quasi tutte le condizioni sono uniformi. È anche importante il conoscere la quantità di individui con cui si presenta una specie; ciò, per i pesci d'importanza alimentare, si può desumere dalle statistiche (dove esistono) e queste dimostrano come alcune specie sono più abbondanti al N., dove però la pesca è più intensamente esercitata, ed altre più a S.; le prime si possono considerare come specie nordiche, quale il merluzzo; le altre come specie meridionali, come il nasello. Lo stesso fatto si verifica presso le coste americane, ma a latitudine diversa, e l'esame della temperatura a 100 m. di fondo serve a spiegare la differenza perchè il limite meridionale delle specie boreali è dato dalla isoterma di 10°

che presso la costa occidentale è assai più a S. che nella orientale. Il numero delle specie meridionali che si spingono verso il N. è maggiore di quello delle boreali che scendono a S., perchè nell'Atlantico l'acqua corre da S. a N. portando seco le forme giovanili.

Il prodotto della pesca varia nelle diverse zone perchè essa non si esercita d'ordinario oltre i banchi costieri; ma non è improbabile che col perfezionarsi della tecnica possa esercitarsi utilmente anche più in basso, come già si verifica presso le coste del Marocco.

Il limite di distribuzione a S. delle specie nordiche è segnato dalla isoterma di 10°, indipendentemente dalla profondità; non si deve però dimenticare che la distribuzione può essere influenzata anche da altri fattori, come la penetrazione della luce. Le specie costiere scendono in basso sino che trovano la temperatura di zero, alla quale sono sostituite dalle specie artiche. Lungo il pendio orientale e meridionale del mare di Norvegia la fauna è uniforme per una estensione di circa 1500 miglia perchè uniformi sono le condizioni fisiche.

Le specie nordiche presentano però dei massimi di abbondanza diversi a varie profondità che corrispondono a diverse zone ove la temperatura non è sempre la stessa; ciò è determinato dalla natura del fondo più o meno atta a determinate specie. Ciò ha importanza pratica perchè la pesca è tanto più remunerativa quanto più estesa è l'area sulla quale vive la specie che si vuol catturare.

Nel capitolo ottavo A. Appellöf illustra la fauna degli invertebrati del fondo dei mari norvegesi, distinguendo in questi una regione boreale ed una artica propriamente detta, collegate da una zona di transizione boreo-artica. Nella regione boreale egli distingue un'area costiera suddivisa in tre zone che hanno caratteri fisici, topografici e biologici diversi: una zona litorale, che va da m. 0 a 30 o 40, caratterizzata dall'abbondanza della vegetazione; una sublitorale che, scende a 150 m. priva di vegetazione e con depositi terrigeni diversi; ed una continentale, profonda da 150 a 1000 e più m., a condizioni più uniformi.

Queste aree sono esaminate in tre regioni distinte: quella delle isole costiere (*skjaergaard*), quella dei *fjord* e quella che comprende le zone rimanenti. Nella prima si ha una porzione esposta alle maree, ove la fauna è diversa secondo la natura del fondo che può essere roccioso, fucoide o di sabbia; nella zona non esposta alle maree il fondo è coperto di zoostere o di laminarie, e può essere duro o di sabbia. La fauna è specialmente abbondante nella zona soggetta alle

marée e sul fondo a laminarie. Nella regione dei *ffjord* la fauna è più scarsa perchè, in ispecie alla superficie, l'acqua è per gran parte dell'anno meno salata; di questa regione sono caratteristiche le *polle*, piccoli bacini comunicanti col mare per uno stretto canale, profondi circa 30 m., dove l'acqua alla superficie è dolce e fredda, mentre al disotto è salata e calda, con una temperatura che talora supera i 30° C. In queste *polle*, insieme a specie euritermiche ed eurialine, si trovano ostriche ed altre forme meridionali. Alcune specie viventi nelle zone litorali sono limitate alla linea di spiaggia, ma sono quelle più caratteristiche dell'area delle maree. Nella zona sublitorale, dove il fondo è di natura diversa e più consistente, penetrano forme della zona continentale profonda che nella parte più profonda dei *ffjord* può dirsi costante fra 400 e 800 m.; in essa la fauna è diversa secondo la natura del fondo: dove questo è molle le specie sono libere, dove è duro sono sessili. Le altre aree boreali che formano il terzo gruppo sono meno studiate, ma sembrano in condizioni analoghe alle altre, benchè la costa occidentale di Norvegia abbia, tranne che nella zona sublitorale, una fauna diversa da quella dello Skagerrack.

Viene poi esaminata dall'autore la fauna della piattaforma continentale della regione boreale, al disopra dei 100 m.

Ivi il fondo è coperto di materiali molli e solo qua e là si trovano pietre o rocce: vi abbondano gli echinodermi, abbondantissime le bivalvi vuote, più scarsi i crostacei, benchè in alcune parti siano frequenti le forme giovanili e piccole. Tra le forme sessili predominano i briozoi. Sul fondo si nota l'assenza dei foraminiferi tanto abbondanti nei *ffjord*. Non mancano forme meridionali, alcune delle quali si spingono abbastanza a N., ma restando sempre in acque basse e a temperatura più elevata. L'esame complessivo della fauna del Mare del Nord nella sua porzione più meridionale mostra che in profondità inferiore a 40 o 50 m., dove gli strati superiori hanno in estate una temperatura di 13° a 15° C., che in inverno scende a 4° o 5°, quella consiste in parte di elementi settentrionali adattabili ai cambiamenti di temperatura e in parte di elementi meridionali, provenienti dal Canale della Manica, che richiedono una temperatura abbastanza alta, almeno per una parte dell'anno. Queste specie sono generalmente limitate alle aree più meridionali, ma alcune si spingono pure a N. sino allo Skagerrack a oriente e alle coste del Northumberland a ponente, evitando però la parte centrale più profonda.

La porzione più settentrionale della piattaforma, dove la profon-

dità è superiore a 100 m. ma dove le acque sono più calde che nella parte centrale, è abitata da forme che si trovano anche in acque meridionali più profonde e in parte da forme largamente distribuite in tutti i mari settentrionali sia originarie che immigrate da S.

Nell'area della piattaforma continentale coperta da più di 100 m. d'acqua, il fondo è misto di rocce e pietre con sabbia, e perciò non è di facile esplorazione: dove è molle, la sua fauna rassomiglia a quella dei *fjord*, in ispecie nel canale di Norvegia che corre parallelo alla costa da Stat sino allo Skagerrack, nella cui porzione interna la profondità raggiunge 700 m. La fauna è generalmente identica a quella dell'Atlantico boreale e dei *fjord* occidentali, ma presenta alcune specie che mai, o solo per eccezione, entrano in quelli.

I caratteri della fauna sui margini di questa piattaforma sono assai uniformi; questi margini formano i limiti di distribuzione tra la fauna della piattaforma e quella dell'area profonda centrale del mare di Norvegia. In quest'area è notevole un banco posto a S. delle Faeroe, a 100-300 m. di fondo, per la quantità di conchiglie bivalvi da cui è coperto, delle quali solo pochissime sono vive. Esse sono bianchissime e gli animali che vivono sul banco hanno assunto lo stesso colore. Si ritiene che questo banco, nel periodo glaciale e interglaciale, siasi trovato a un livello più alto e poi siasi abbassato, cagionando la morte di quasi tutti gli animali viventi in acque basse, dei quali solo pochi hanno potuto sopravvivere. Il fatto si può anche spiegare con un mutamento avvenuto nelle condizioni fisiche dell'acqua del mare o con l'azione delle correnti che abbiano trasportato in quel punto materiali morti raccolti altrove. Questa fauna dell'area profonda centrale è assai diversa da quella vicina, e ciò può essere determinato dalla corrente circolare studiata da Helland Hansen, costituita da acqua dell'Atlantico che quasi rinchiude l'acqua più fredda quasi stagnante del Mare del Nord.

Nelle regioni artica e boreo-artica del mare di Norvegia alcune specie si presentano in quantità enorme di individui; generalmente trattasi di specie che non hanno forme larvali pelagiche e si sviluppano dove sono nate. Nella porzione boreale della piattaforma presso la costa di Norvegia dove la temperatura è di 6° o 7° C. la fauna è a carattere boreale con qualche elemento meridionale e le specie sono numerose di individui perchè le correnti sono portatrici di molto nutrimento; ma avvicinandosi agli orli del bacino profondo ove la temperatura è inferiore a zero gli elementi artici predominano.

L'area abissale al di sotto dei 2000 m., dove il fondo a globigerine non fornisce attacco a forme sessili, è meno favorevole allo sviluppo della vita animale e vi si trovano solo poche specie particolari di echinodermi, molluschi e spugne.

Le specie che compongono la fauna artica possono essere distinte in tre gruppi: quelle prettamente artiche che vivono in acque fredde tutto l'anno; quelle boreo-artiche che si trovano anche nella porzione boreale del Mare di Norvegia e consistono di forme che si adattano a vivere in condizioni molto diverse, ossia tanto nella zona litorale della regione boreale dove la temperatura è relativamente elevata, quanto nella artica dove questa è solo in pochi mesi superiore a zero. e di altre che nella regione boreale vivono solo a grande profondità, dove l'acqua ha una temperatura uniforme ma non inferiore a 6° o 7°, mentre nell'artica si trovano in acque basse. Il terzo gruppo comprende specie decisamente boreali che entrano nella regione artica seguendo i rami della corrente del golfo. Le aree intermedie boreo-artiche contengono anche specie artiche ma poco sensibili all'innalzamento della temperatura, e specie boreali a larga diffusione, che penetrano anche nel Mediterraneo.

La fauna profonda dell'Atlantico è mantenuta distinta da quella del Mare di Norvegia dalla cresta che congiunge l'Islanda, le Faerøer e le Shetland, e che, coperta da 500 a 600 metri d'acqua, impedisce all'acqua fredda di quello di mescolarsi con l'altra e viceversa; infatti nel canale delle Faerøer, a 1100 m. di fondo, la temperatura fu trovata di -0°.41, mentre a un grado più a S era di 8°.07.

La parte continentale di questa fauna è caratterizzata da molte forme di Echinodermi che mancano nel Mare di Norvegia, e il suo limite è tra 800-1000 e 2000 metri; al di là si trovano le forme abissali caratteristiche. Ma anche sul piano abissale, benchè le condizioni di temperatura e di salinità siano identiche, pure i caratteri faunistici sono nella porzione settentrionale alquanto diversi dalla meridionale e nell'orientale dalla occidentale, il che indica che vi contribuiscono altri fattori, quale la concorrenza fra le varie specie. Interi gruppi come i Macruridi, gli Elapodi, gli Echinoturidi e i Crinoidi, caratteristici della fauna abissale dell'Atlantico hanno specie diverse su i diversi fondi, e bisogna ammettere che se la fauna di fondo è costituita da forme morfologicamente diverse dalle costiere e distribuite su tratti assai estesi, i singoli costituenti di essa sono limitati ad aree circoscritte. Le differenze appaiono confrontando i pesci della parte

profonda dell'Atlantico con quelli del Mare di Norvegia; nel primo abbondano i *Macrurus*, che mancano in questo e sono sostituiti dai *Lycodes*. Anche le specie apparentemente identiche, sottoposte ad un esame accurato, si mostrano distinte; forse esse originariamente erano eguali, ma l'isolamento e la differenza di temperatura ha determinato le differenze.

È a ritenersi che durante il periodo glaciale tutte le specie viventi nel Mare di Norvegia fossero artiche e che le specie meridionali vi siano immigrate quando il clima divenne più mite. Attualmente la fauna di quel mare può distinguersi in due gruppi: le forme endemiche e quelle immigrate.

L'A. esamina la ipotesi di un clima post-glaciale più caldo, basata sui fossili che si trovano nelle regioni artiche e boreali, e ritiene che essa sia da ammettere, benchè qualche caso isolato, come quello del *Tapes decussatus* estinto in Danimarca e vivente in Norvegia, debba avere altra spiegazione, per esempio quella della temperatura locale, o di condizioni speciali di fondo e di salinità. La temperatura ha una grande influenza sullo sviluppo degli animali e costituisce un limite alla loro distribuzione: e solamente quelli che possono adattarsi a temperature diverse possono vivere in aree assai estese, benchè possa trattarsi di specie che se non sono diverse morfologicamente lo siano fisiologicamente.

Il nono capitolo scritto dal dott. Hjort riassume la nostra conoscenza intorno agli animali pelagici, e particolarmente di quelli viventi negli strati inferiori, detti batipelagici, la cui esistenza fu rivelata dalle pesche di profondità del *Challenger* e confermata con la rete a chiusura della *Vettor Pisani*, perfezionata poi da Chun e Petersen. Sono passati in rivista i vari gruppi di animali pelagici dai protozoi ai pesci, indicando la loro distribuzione geografica e dando la figura dei principali tra essi, ed è dato l'elenco dei cefalopodi raccolti dal *M. Sars*, tra i quali il Chun riconobbe il solo calamaro cieco sinora conosciuto, e quello dei pesci presi a settentrione del 26° lat. N, estremo limite della campagna.

Sono esaminate poi le comunità pelagiche esistenti nell'Atlantico, distinguendole da quelle del Mare di Norvegia. Nell'Atlantico si possono riconoscere in direzione ascendente tre zone: la prima dal fondo a 500 m., la seconda da 500 a 150 e la terza da 150 alla superficie. La prima di queste zone è caratterizzata dalla presenza del genere *Cyclothone* tra i pesci e degli Acantefridi fra i crostacei;

nella zona meno profonda — la seconda — si mostra il genere *Argyropelecus* e qualche altro pesce; nella terza abbondano i Sifonofori, i Pteropodi, le Salpe e gli Scopelidi. Sui banchi costieri la fauna è notevolmente diversa e le specie di pesci che la costituiscono formano per lo più oggetto della pesca industriale.

Nelle comunità pelagiche nordiche non si possono distinguere zone ben definite, essendovi numerose aree di transizione. Il confine di queste comunità può essere assegnato dalla isoterma di 10° a 100 m. di profondità, che costituisce il limite di distribuzione tra i pesci di fondo della regione nordica e quelli dell'Atlantico.

Anche nella fauna pelagica dei banchi costieri si possono riconoscere i tre elementi artico, boreale e atlantico temperato, che furono studiati specialmente nel Mare di Norvegia, dove i limiti del primo coincidono con quelli del ghiaccio.

Nella parte più settentrionale dell'Atlantico si trovano pure forme dei tre gruppi: atlantico, boreale e artico. Nella rotta del *M. Sars* verso l'Irlanda si trovarono alla superficie (da 0 a 200 m.) prevalentemente forme atlantiche; in acque più profonde le forme atlantiche di fondo erano mescolate con specie boreali, mentre là dove le acque fredde della corrente del Labrador comunicano direttamente con gli strati profondi le forme boreali si trovano ad ogni profondità, ma dove gli strati caldi hanno uno spessore maggiore queste forme boreali scendono più in basso, sicchè nel Mare dei Sargassi non si trovano che a 1000 m. di fondo.

Le forme prettamente artiche si trovano solo nelle acque la cui temperatura è inferiore a 5° o 6°, temperatura che sui banchi di Terranova si trova alla superficie mentre altrove non si incontra che a 1000 m. di profondità. Vi sono però anche qui le specie che si trovano tanto in acque calde superficiali quanto in quelle fredde profonde.

L'ultimo capitolo, dovuto esso pure allo Hjort, riassume il contributo portato dalle indagini del *M. Sars* ad alcune speciali questioni biologiche, quali quelle dell'adattamento degli animali alla vita pelagica ed abissale.

Il primo argomento studiato è quello della influenza della penetrazione della luce sul colorito degli animali marini. Le attuali osservazioni hanno dimostrato che il limite di penetrazione della luce, o meglio quello dell'assorbimento della maggior parte dei raggi luminosi, trovasi da 500 a 750 m. di fondo, secondo la latitudine, e

che i raggi rossi sono i primi ad essere assorbiti. Negli strati superiori si trovano pesci trasparenti come i Leptocefali, argentei come gli Scopeli o azzurri come i pesci volanti; a 300 m. predominano gli Sternoptichidi con lati argentei e dorso bruno, mentre da 500 a 750 m. i pesci sono prevalentemente neri ed i crostacei rossi; solo durante la notte alcuni pesci di colorito scuro risalgono presso la superficie. Frequentemente si incontrano in alto mare pesci sotto oggetti galleggianti, ed in tal caso il loro colorito rassomiglia a quello del loro riparo, come rassomigliano ai sargassi quelli che ne popolano le fronde. In vicinanza delle coste la trasparenza è assai minore e in tal caso nei pesci si riscontrano colori più intensi, quali il rosso, il giallo e l'azzurro, senza che se ne possa dare una spiegazione esatta, come non si può dare per la colorazione dei pesci di profondità. Secondo alcuni biologi il colorito dei pesci non avrebbe significato protettivo, ma la diversa pigmentazione (che aumenta con la profondità), sarebbe di origine fisiologica, essendo influenzata dalla luce e dalla temperatura.

Molti gruppi di animali e vegetali marini, compresi i batteri, posseggono la capacità di produrre luce; quanto più elevata è la struttura dell'essere luminoso, tanto più complicata è la struttura dell'organo che produce la luce. La fosforescenza non si verifica in animali d'acqua dolce: essa può risiedere nei tessuti più semplici o in organi glandolari ben definiti, quali si trovano in ispecie negli animali pelagici; in quelli dei banchi costieri la luminosità è eccessivamente rara, mentre le forme abissali sono spesso luminose ma in esse tale proprietà non esiste in organi speciali, tranne qualche rara eccezione come gli squali di fondo, ma solo negli epiteli.

Nelle acque boreali come mancano veri pesci pelagici, così non vi sono o sono scarsissimi i pesci luminosi, mentre abbondano nei primi 500 m. delle aree oceaniche più calde. Quelli che vivono in strati più profondi possono avere organi luminosi ma più piccoli, come ha dimostrato Brauer e hanno confermato le osservazioni del *M. Sars*. Anche nei cefalopodi esistono organi luminosi, brillantissimi nei calamai che vivono presso la superficie, nè mancano in quelli che vivono negli strati intermedi, mentre ne sono privi i polpi che vivono sul fondo.

Le funzioni precise di questi organi è incerta e forse non sempre la stessa.

Dagli abissi marini si sono ottenuti pesci con occhi enormi ed

altri con occhi piccolissimi od anche del tutto ciechi: ciò prova come sia impossibile porre la grandezza dell'occhio in rapporto con l'intensità della luce e fa ritenere che le condizioni in cui quegli animali vivono non siano poi così identiche come si poteva supporre. I pesci che vivono tra i 150 e 500 m. hanno occhi grandi; al disotto di questo limite gli occhi diminuiscono di grandezza; a profondità maggiori scompaiono, il che è in relazione col limite di diffusione della luce che, come si è visto, è posto fra 500 e 700 m. Anche i cefalopodi batipelagici hanno occhi rudimentali coperti dalla cute. Non vi sono che poche specie di pesci pelagici viventi a più di m. 1000 di fondo che abbiano occhi piuttosto grandi, ma sono quelli che compiono estese migrazioni verticali. Anche i crostacei decapodi che si trovano a 150 m. di fondo hanno occhi grandi, mentre più in basso li hanno piccoli. Si può quindi ritenere che la grandezza degli occhi diminuisce con la intensità della luce e che dipende solo dalle imperfezioni della nostra conoscenza sulla vita degli animali se non tutti i casi si possono spiegare. In alcune forme larvali si trovano occhi pedunculati ed occhi telescopici nei pesci viventi a meno di 500 m.; sembra che ciò verifichisi in specie che sono cattive nuotatrici e che la luce influenzi l'organo visivo meglio orizzontalmente che verticalmente. L'anatomia dell'occhio dimostra che in questi casi trattasi di animali notturni.

È probabile che esista un rapporto tra la grandezza degli occhi e la presenza di organi luminosi, benchè nei pesci abissali a occhi grandi, questi manchino e si possa supporre che essi utilizzino la luce che emana dagli invertebrati. Molte questioni però restano insolte quale ad esempio quella del come facciano a trovare il cibo i pesci batipelagici che sono quasi, o completamente, ciechi, tanto più che vivono in ambienti ove gli esseri viventi sono assai dispersi.

Interessante è l'esame delle condizioni che permettono il galleggiamento degli animali pelagici e batipelagici, secondo i recenti studi di Chun e Ostwald. Quando il peso specifico di un animale è uguale a quello dell'acqua, esso galleggia, mentre quando ne è maggiore va a fondo con velocità non sempre proporzionata alla gravità, perchè influenzata anche dalla viscosità o frizione interna della massa liquida, che è a sua volta influenzata dalla salinità, non dalla temperatura, mentre la gravità risente l'azione di entrambi questi fattori, perchè essi influiscono sulla facoltà di galleggiare cambiando la pressione osmotica e quindi il volume delle cellule. A viscosità uguale questa fa-

coltà può anche essere modificata dalla forma del corpo e dalla grandezza di proiezione, perciò gli organismi piccoli abbondano nelle acque meno dense e in essi si sviluppano facilmente espansioni che aumentano la superficie del corpo. Il galleggiamento è anche agevolato dalla secrezione nelle cellule di sostanze grasse, leggere, come avviene in molti animali, dai radiolari alle balene, dall'assorbimento di acqua o dalla presenza di serbatoi d'aria.

Lo studio delle acque oceaniche, dal Mare dei Sargassi alle Lofoten, dimostra che in esse, in relazione alla loro densità e viscosità minore e più elevata temperatura, gli animali hanno aumentata la loro facoltà di galleggiare, sia diminuendo il peso specifico con l'aiuto di sostanze leggere, come avviene nei sifonofori, nelle meduse, nei tunicati e nei pesci di maggior mole, sia aumentando la resistenza di superficie con la diminuzione della statura e lo sviluppo di organi speciali, come si vede nei copepodi, radiolari, foraminiferi ed anche nei pesci piccoli o giovani che vivono negli strati superiori sino a 1500 m. di fondo. Vi sono alcune eccezioni come nei *Trachypterus* e altri pesci buoni nuotatori, i quali però passano una parte della loro vita nelle acque costiere. Parecchi pesci che vivono nel Mar dei Sargassi a 300 m. dalla superficie si trovano presso questa nelle acque boreali, perchè in entrambi i casi la temperatura e la viscosità sono identiche. Nelle acque più settentrionali le specie sono più grandi e provviste di minori organi di galleggiamento, il che nelle regioni meridionali si verifica in maggiore vicinanza del fondo, e ciò non solamente nei pesci, ma anche nei crostacei e nei molluschi. Si potrebbe supporre che sui banchi vivessero forme identiche a quelle dell'oceano contiguo, ma non è così; dalle piante unicellulari agli animali più elevati, tutte le specie sono più grandi, forse a cagione della maggiore abbondanza di cibo o della minore salinità che permette di assorbire maggior quantità di acqua.

Gli organismi sono adattati alle condizioni prevalenti negli strati in cui vivono, ma queste condizioni possono spostarsi e con esse gli organismi stessi: ciò determina le migrazioni. Le più conosciute sono quelle verticali notturne, per cui di notte tanto i pesci quanto i più minuti animaletti salgono verso la superficie. Ciò non avviene in tutti e nella stessa maniera: per esempio i pesci e crostacei sforniti di organi luminosi restano negli strati inferiori, mentre risalgono quelli che li hanno sviluppati; questi spostamenti si sono voluti spiegare col cambiamento della viscosità dovuto alla temperatura

ma la spiegazione non sembra sufficiente. Le migrazioni passive sono determinate dalle correnti; dove le correnti calde e fredde s'incontrano si hanno generalmente effetti disastrosi per gli animali che vivono in esse e così si spiegano i casi di straordinaria mortalità di pesci. Le correnti subiscono cambiamenti annuali di velocità e ciò spiega la diversa distribuzione di varie specie in diverse stagioni. Si conoscono anche, in ispecie nei pesci e nei cetacei, migrazioni attive che hanno lo scopo di raggiungere i luoghi di frega o di procurarsi il cibo.

Petersson ha voluto recentemente spiegare le migrazioni dei pesci come effetto di onde sottomarine che sarebbero influenzate dalle fasi della luna.

Le sorgenti del nutrimento degli animali marini si possono riconoscere nei detriti organici di origine terrigena o costiera e nelle piante pelagiche, ed anche nelle sostanze organiche sciolte nell'acqua e provenienti o da detriti decomposti o da escrementi. È però assai ben diversa l'area su cui si stende il detrito e dipende dalle correnti; anche i sargassi producono i detriti e ciò serve a spiegare l'abbondanza di animali che vivono al disotto di essi. Gli animali più piccoli che vivono negli strati acquei superiori si nutrono di piante, le quali vanno rapidamente diminuendo dalla superficie in giù; a 100 m. sono ridotte a un decimo. Questi animalletti sono quelli che a lor volta forniscono il cibo ai più grandi; essi sono in maggior numero ove la gravità specifica e la viscosità sono maggiori, il che si verifica negli strati più freddi, e così si spiega che nel Mar dei Sargassi il massimo d'intensità della vita si abbia fra 500 e 1000 m., mentre nei banchi di Terranova è tra 200 e 500 m. e costituito specialmente da crostacei. Nelle acque della regione boreale si hanno col mutar delle stagioni grandi cambiamenti nelle quantità di piccoli crostacei, che non si verificano nelle acque tropicali.

In seguito alle classiche ricerche di G. O. Sars sullo sviluppo del merluzzo, che fecero conoscere la natura pelagica delle uova e delle larve di questo pesce, si moltiplicarono le ricerche sull'argomento e si riconobbe che le uova di molti pesci, malgrado la loro piccola mole si possono con facilità distinguere specificamente tra loro, il che fornisce il modo di determinare l'area dove una specie si riproduce, poichè specie molto affini hanno area e profondità di riproduzione diverse. Le correnti hanno una grande influenza sulle uova pelagiche per

cui le larve si incontrano a centinaia di miglia dal luogo dove furono prodotte. Non è, al presente, possibile riconoscere nell'Atlantico una stagione nella quale si verifichi prevalentemente la riproduzione dei pesci che, invece, nei mari boreali, avviene nei primi mesi dell'anno. In questi mari i pesci hanno uova in numero assai maggiore e di dimensioni quasi sempre assai più grandi che i pesci pelagici oceanici. I pesci giovani raccolti dal *M. Sars* furono 3604, la massima parte dei quali al disopra dei 150 m.; vi sono però alcune forme che sembra vivano esclusivamente in profondità maggiori: quanto al colorito e alla presenza di organi luminosi essi si comportano come gli adulti. Tra i fatti accertati vi fu quello che tutti i leptocefali dell'anguilla presi a S. delle Azorre erano più piccoli di quelli presi a N. (il minore era lungo 41 mm.): ciò fa supporre a Hjort che l'area di riproduzione di questa e di molte altre specie di pesci, si trovi a S. di 40° di lat. nord.

Vengono poi riassunte le indicazioni fatte per determinare l'età e l'accrescimento dei pesci, cominciando dagli studi di Petersen e di Heincke sino a quelli più recenti di Hoffbauer sulle zone di accrescimento delle squame e a quelli di Reibisch sugli otoliti, studi che dovrebbero, secondo alcuni, portare a riconoscere non solo l'età ma anche la provenienza degli individui. Nei pesci oceanici però, benchè anche in essi appariscano gli anelli di accrescimento, la questione si può dire appena sfiorata: assai importante sarebbe conoscere l'età dei pesci che si trovano nello stesso branco.

Per determinare il numero degli organismi che vivono nell'Oceano si sono fatti parecchi tentativi e fra gli altri quello di Hensen, che voleva stabilire la quantità di quelli che vi possono vivere dalla numerazione degli esseri microscopici che ne costituiscono il cibo fondamentale, ai quali egli dette per il primo complessivamente il nome di plancton. Il metodo però presenta varie inesattezze, perchè la piccola rete che raccoglie il plancton cattura una selezione di organismi puramente accidentale e momentanea e serve solo a dare un'idea approssimativa del numero di individui che in quel dato momento si trovano in una determinata colonna d'acqua che abbia per base la superficie della rete; benchè anche questa induzione possa essere errata, non sapendo noi se i movimenti di ricambio delle sostanze nutritive si facciano in senso verticale od obliquo, come invece farebbe supporre il fatto che le forme boreali nelle zone calde discendono più in basso.

In ogni caso però la investigazione quantitativa deve essere sempre preceduta dalla qualitativa. Per comprendere l'abbondanza della vita animale in varie parti e a varie profondità dell'Atlantico, è molto utile l'esame della distribuzione dei cetacei, che si possono dividere in tre gruppi: il primo di quelli che si nutrono di solo plancton, il secondo di quelli che mangiano anche pesci, e il terzo di quelli il cui cibo consiste principalmente di calamari. La loro dispersione corrisponde a quella degli animali pelagici, per cui le specie che vivono di organismi minuti sono più vicine ai poli, mentre nelle zone più calde dove le acque superficiali sono popolate meno intensamente da tali esseri abbondano le specie che si nutrono di animali più grandi.

Non mi è stato possibile riassumere più brevemente il contenuto di questo importantissimo volume: ritengo però di non avere fatto opera completamente inutile. Gli studi oceanografici hanno da qualche tempo ridestata l'attenzione degli studiosi e dei governi e tendono a diffondersi sempre più; sarei lietissimo se a tale diffusione potesse contribuire, benchè in minima parte, la conoscenza di un'opera la quale dimostra quanto essi sieno pieni di attrattive e quale importanza essi abbiano sia nel campo della scienza che in quello della pratica.
