

## LA FOSFORESCENZA DEL MARE

---

**Note pelagiche, ed osservazioni fatte durante un viaggio  
di Circumnavigazione 1865-1868**

DAL DOTTOR

**ENRICO GIGLIOLI**

MEMBRO DELLA SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA, DELLA ZOOLOGICA DI LONDRA,  
DELL' ENTOMOLOGICA DI FIRENZE ECC.

---

Uno dei più interessanti tra i molti fenomeni che variano la superficie mobile dell'oceano, e che destarono la meraviglia e l'ammirazione di marinai e di naviganti in tutte le epoche, è certamente quello conosciuto volgarmente col titolo che intesta questa memoria.

In quest'epoca di attività, direi quasi di febbre scientifica, pochissimi sono i problemi di fisica terrestre, e di biologia animale o vegetale, ai quali non sia connesso una sequela di soluzioni più o meno esatte; ed oramai tutti sanno come la fosforescenza del mare dipenda dalla presenza di una moltitudine di animali dotati del potere di emettere una luce che varia nel colore e nell'intensità; tutti però non sanno quali e quante sieno le specie che godono di questo privilegio illuminante, nè se il fenomeno di cui parliamo sia di occorrenza regolare e normale oppure dovuto a cause accidentali. Molti scrittori si sono occupati di un argomento così interessante, chi con più chi con meno conoscenza di causa, ma la materia non è per questo esaurita, e siccome pochi naturalisti ebbero occasione di fare le loro osservazioni in circostanze tanto favorevoli, quanto quelle in cui si trovava lo scrittore durante il viaggio di circumnavigazione della *Magenta*, durante il quale si percorsero i grandi oceani ed i mari principali

dei due emisferi, così egli osa sperare che queste sue annotazioni non saranno affatto prive d'interesse scientifico; almeno, se non altro, a cagione della loro originalità.

La *Magenta* percorse durante il suo lungo viaggio più di 55,000 miglia marine, in 489 giorni di navigazione, e dal mio giornale risulta che per *quasi metà* di quel tempo, il mare fu osservato in vario modo fosforescente; dunque questo fenomeno non può essere accidentale come molti autori hanno creduto; e se non costante, come io inclinerei a credere, almeno molto frequente, poichè, come risulterà dalle ricerche esposte in questa memoria, *quasi tutti* gli animali pelagici osservati, si trovarono più o meno fosforescenti, proprietà che sembra essere uno dei requisiti della vita oceanica.

Come osserva benissimo un viaggiatore recente, la parola *fosforescenza*, che induce facilmente in errore, è qui adorata in senso astratto e figurativo, il fosforo non entrando per niente nella produzione di questo fenomeno; infatti la luce prodotta dagli animali fosforescenti appare in alcuni punti soltanto, ovvero è diffusa omogeneamente su tutta la superficie del loro corpo, in tessuti che non differiscono notevolmente da quelli che non hanno una tale proprietà; è una *luce organica*, se tal termine mi è permesso, che si manifesta senza alcuna vera combustione nel senso più usato di questa parola; sviluppata presso a poco nel medesimo modo che l'elettricità lo è nelle torpedini, nei *Gymnotus* e nei *Malapterurus*. La convertibilità di un agente fisico nell'altro è ormai un fatto universalmente accettato; nei casi in ultimo citati la forza od agente, organico o biologico, si converte in elettricità; perchè non potrebbe pure manifestare come luce, quando sotto l'aspetto di calorico si palesa in tanti animali? Pare che l'umidità sia necessaria alla produzione della fosforescenza, come ho potuto varie volte constatare osservando la reticella di *tulle* adoperata da noi nelle minute pesche, la quale

spesso si seccava con qualcuno degli animalucci luminosi o parti di essi, attaccati alle sue pareti; la luce fosforica si manteneva finchè rimaneva il *tulle* umido, poi scompariva; ma anche uno o più giorni dopo, si ridestava bagnando la rete e confricando i punti ove la sostanza dell'animale fosforescente era rimasta attaccata.

Treviranus che fece ricerche interessantissime sugli insetti luminosi, i quali sono dotati di organi speciali a tale scopo, formati da un tessuto adiposo che non differisce sensibilmente da quello delle altre parti del corpo, opinava che in essi questo fenomeno derivasse da una sostanza contenente fosforo, generato o meglio liberato sotto l'influenza della luce, ma continuante anche dopo indipendentemente di essa (1). Altri opinarono che gli stessi insetti avessero il potere di assorbire una certa quantità di luce durante il giorno onde poi emetterla durante la notte come alcune sostanze organiche e altre minerali che non ho bisogno di citare; recentemente poi il Kölliker studiando l'apparato luminoso nella lucciola (*Lampyris*) non trovò alcuna traccia di fosforo e venne alla conclusione che il fenomeno in quistione era prodotto da un apparato nerveo, che sembra sottomesso alla volontà dell'animale; lo stesso avviene senza dubbio in alcuni degli abitanti fosforescenti dell'Oceano (*crostacei*). Ma nessuna di queste spiegazioni possono applicare alla grande massa degli esseri pelagici che sono luminosi, i quali in quasi tutti i casi rimangono durante il giorno ad una certa profondità, non venendo alla superficie che a notte fatta; tale almeno è stato il risultato delle mie osservazioni in tutti i mari ed in tutte le latitudini. Come dissi sopra, quasi tutti gli animali marini fosforescenti presentano questo fenomeno dopo morti quando vengono inumiditi; cagionato senza dubbio in questo caso da un resto di forza vitale (non essendovi ancora *vera*

(1) Vedi Treviranus, *Biologie*, V. 97.

decomposizione), mentre sappiamo benissimo che negli insetti e crostacei luminosi cessa questa proprietà poco dopo la morte dell'individuo; eppoi dobbiamo ancora trovare i nervi ed i gangli nei Protozoi ed in quasi tutti i Celen-terati. Anche la ipotesi di Ehrenberg, che la fosforescenza sia in relazione colle funzioni sessuali, in questi animali (molti dei quali sono ermafroditi) non regge. La mia opinione è che una tale proprietà sia assunta da questi organismi semplicemente come mezzo di difesa, nel conato ad esistere; come lo è, la loro trasparenza od i colori generalmente identici a quelli dell'ambiente circostante che nella pluralità dei casi rivestono i loro corpi; e forse nelle specie carnivore per attrarre la preda: la luce emanata essendo una manifestazione della forza vitale che permane per qualche tempo anche dopo la morte reale od organica negli esseri più semplici.

Da certe esperienze fatte sopra alcuni Molluschi fosforescenti del genere *Pholas*, risulta che questi animali posti sotto la campana di una macchina pneumatica cessano d'essere sorgenti di luce. Vi sono dunque tra gli animali luminosi due modi pei quali il fenomeno si palesa; nel primo, che succede per lo più tra organismi più perfetti, un organo speciale fornisce ad uno scopo definito (forse sessuale) questa luce, che cessa colla vita dell'individuo; mentre nel secondo la luminosità è generalmente sparsa per tutto il corpo, o sulla parte esterna di esso e persiste anche dopo la morte organica ma non definitiva dell'animale almeno per un tempo comparativamente esteso. Non bisogna però confondere la fosforescenza prodotta da sostanze organiche in decomposizione (sempre uguale, fissa e continua) con quella manifestata da organismi viventi, e talora da pezzi staccati di essi i quali ritengono ancora una particella di forza vitale; la quale si può puranche distinguere in luminosità *spontanea*, ed in quella provocata sia per *irritabilità*, dall'urto con qualche corpo estraneo,

sia per altre cause. La prima si diffonde gradatamente e diventa più o meno continua, la seconda è vivissima, istantanea a comparire come pure a spegnersi.

Meyen esimio viaggiatore e naturalista, distingue tre sorgenti di fosforescenza pelagica (1); — 1.<sup>a</sup> muco sciolto nell'acqua; — 2.<sup>a</sup> animali coperti da un muco luminoso; — 3.<sup>a</sup> animali dotati di organi speciali fosforescenti. Per quanto mi venne fatto di osservare la prima di queste tre cause manca affatto, almeno non può essere presa nel senso datole dal Meyen, e non può sussistere che come la conseguenza della presenza della seconda sorgente, cioè di animali intieramente luminosi oppure secernenti un muco fosforescente su tutta la superficie del loro corpo (?); ed il muco sciolto nel mare di Meyen, ed i frammenti di sostanze gelatinose, le quali al dire di Ehrenberg contribuiscono potentemente a produrre il fenomeno del quale trattiamo, non sono che frammenti di questi animali, staccati e rotti in vari modi ma più frequentemente nell'atto stesso di catturarli; poichè la rete trascinata in senso inverso al corso della nave, anche quando questa si muove con poca velocità, produce una resistenza che basta a frangere corpi così delicati e fragili (2).

(1) Vedi *Nov. Act. Nat. Cur. XVI. suppl.*

(2) Darwin tende a dar ragione ad Ehrenberg, opinando con quell'autore che la luminosità pelagica sia in gran parte cagionata da brani gelatinosi sparsi nell'acqua; egli cita il caso di un medusoide (*Dianœa*) tenuta in un vaso con acqua marina, il quale rendeva questa fosforescente dopo la sua morte e quando cominciò ad entrare in decomposizione (\*); questo fatto isolato non prova però l'asserzione di Ehrenberg; e, come dissi, è mia ferma convinzione che le particelle staccate di organismi decomposti non hanno parte importante (attiva) nel rendere fosforescente il mare. Darwin poi deduce dal fatto citato che nei casi più frequenti la fosforescenza del mare sia dovuta intieramente alla decomposizione di sostanze organiche poste a contatto coll'aria atmosferica; credo che in questo egli abbia torto generalizzando un fatto eccezionale, come risulterà dai fatti esposti in questo scritto.

(\*) Vedi Ch. Darwin, *A. Naturalist's, Voyage round the World*, pag. 163.

Se i venti non hanno alcuna influenza diretta sulla fosforescenza del mare, possono però renderla più o meno intensa concentrando in un punto, o disperdendo, gli animali che la cagionano: lo stesso può dirsi delle correnti marine e delle maree. La temperatura sembra agire pure indirettamente; poichè sebbene la fauna pelagica sia molto più ricca tra i tropici, non per questo è minore la fosforescenza nei mari nordici ed australi; ove alla povertà di specie sembra compensare una grande ricchezza d'individui. Fu però rimarcato che la fosforescenza del mare è più frequente nell'estate che nell'inverno nelle alte latitudini forse perchè il mare presenta allora calme più prolungate; e quando dominano queste è più facile agli organismi pelagici di avvicinarsi alla superficie.

Durante il viaggio della *Magenta*, l'interessante fenomeno della luminosità oceanica, fu oggetto speciale dei miei studi. Ogni sera annotavo le mie osservazioni, ed ogni notte quando il mare non era troppo agitato, od il cammino del bastimento troppo rapido, si pescavano i minuti organismi pelagici; studio prediletto del mio amatissimo capo il Professore De Filippi, il quale pur troppo non doveva ritornare per comunicare al mondo scientifico le sue interessantissime ricerche.

Come dissi più sopra, il mare fu veduto fosforescente *almeno* metà delle notti da noi passate in navigazione, ora più, ora meno vivamente; e se facciamo astrazione delle notti in cui il chiaror della luna eclissava quello del mare, il numero delle sere nelle quali si osservò il fenomeno in discorso sarebbe ancora maggiore. Non trovai grande diversità nella frequenza e nella intensità della luminosità pelagica nelle varie latitudini.

Ho potuto distinguere tre specie, dirò meglio tre modi di fosforescenza marina, ben distinti che poi presentano un numero grande di varietà; essi sono:

a) Luce diffusa, omogenea, lattiginosa.

- b) Punti luminosi, scintillanti, incostanti.
- c) Dischi luminosi, con luce generalmente fissa, non scintillante.

Nel primo caso il mare sembra acquistare una consistenza oleosa, emettendo una luce morbida omogenea di color latteo tinto di verdastro o di azzurrino; è forse tra tutti i modi di luminosità marina il meno frequente, e quello che colpisce più profondamente chi ne è testimone; si deve alla presenza di un numero incalcolabile di piccoli animalucci della grossezza della testa di uno spillo, appartenenti al sottoregno degli Infusori, e conosciuti sotto il nome generico di *Noctiluca*. Questi esseri non sono pelagici, ma litorali, incontrandosi, se non vicino, poco discosti da qualche terra, più specialmente quando il mare è calmo.

Durante il nostro viaggio fummo colpiti la prima volta da questo magnifico ed imponente spettacolo nel golfo di Napoli la notte memorabile della nostra partenza. Il mare sembrava di fuoco, e due delfini che nuotavano intorno alla fregata ci apparivano come rivestiti da un involucri di vivissima luce a tinte azzurre. La seconda volta fu sulla rada di Gibilterra (novembre 1863): eravamo in quarantena, e si cercava di passare utilmente le lunghe ore di reclusione studiando gli esseri marini che vollero cadere nella nostra piccola rete a mano, unico oggetto che la gelosa vigilanza della guardia sanitaria posto sul nostro bordo ci permetteva di porre in *libera pratica*. Era la notte del 18 novembre, a marea crescente; immergendo la rete in mare la ritirai brillante di vivissima luce: mezz'ora dopo tutta la baia era coperta sullo spessore di vari millimetri di una crema gelatinosa che al contatto di qualsiasi corpo estraneo e per l'effetto della brezza debolissima che spirava, tramandava una luce viva e morbida di color bianco con tinte azzurrine. Era uno spettacolo imponente, da rimanere per sempre impresso: le barche che attraversavano la rada sembravano vogare in un olio

fosforico, (il mare essendo perfettamente calmo), e lasciavano dietro a loro una lunga traccia luminosa; un vapore a ruote che traversò il porto, fu cagione di un spettacolo grandioso ed inaspettato: la chiglia sembrava avvolta in un fodero di luce, e gli spruzzi d'acqua sollevati dalle ruote cadevano come pioggia incandescente in un mare tutto acceso. Dal bordo gettammo alcuni cavi (funi) in mare: l'effetto prodotto era veramente magico, comparivano allargandosi dei cerchi concentrici di fuoco, e nel ritirare il cavo tutto luminoso cadevano in mare gocce di luce, le quali riscintillavano toccando l'acqua; qualunque oggetto tuffato in mare diventava una massa infuocata, e ritirato conservava la sua luminosità per circa mezz'ora. Nessuna illuminazione, o fuoco d'artificio poteva paragonarsi a quella luminara marina, che bisognerebbe aver veduto per comprenderne la bellezza e che appena si può descrivere imperfettissimamente. Esaminato al microscopio parte dello strato cremoso che cuopriva la superficie della rada fu trovato composto da miriadi di individui della *Noctiluca miliaris*, causa frequente di fosforescenza marina, anche nei mari del nord (1). Due notti dopo, lo stesso fenomeno si rinnovò, e la rada era coperta come da un lenzuolo di luce. Rivedemmo questa luminosità diffusa ed uniforme a tinte azzurrine nel magnifico golfo di Rio de Janeiro, e cercandone la causa trovammo in numero incalcolabile una *Noctiluca* che non si poteva distinguere da quella comune nell'Atlantico settentrionale.

Ai primi di maggio (1866) nello stretto di Banca osservammo larghe macchie di fosforescenza lattiginosa, e pescammo *Noctilucae* poco diverse dalle europee, rivedute poi abbondanti per alcune notti di seguito sulla rada di

(1) Rymer Jones (*Aquarian Naturalist*, p. 49) ha calcolato che vi sono non meno di 30,000 di questi animalucci in ogni piede cubico di mare fosforescente.

Singapore. La fosforescenza diffusa, da esse cagionata, aveva una tinta verdognola che contrastava con quella azzurrina che ci aveva tanto colpiti a Gibilterra e Rio de Janeiro; la notte del 3 giugno 1866, la *Magenta* essendo all'ancora nel golfo di Loc-an, a pochi chilometri dal Capo S. Giacomo (Cocincina) e delle numerose bocche che formano i due grandi delta del Mecon, il mare era coperto da uno strato uniforme delle medesime *Noctilucae* vivamente scintillanti con una morbida luce verdastra; l'istesso fenomeno fu osservato nel porto di Vittoria (Hong-Kong) alcune notti del gennaio 1867; ed ancora il 6 marzo del medesimo anno sulla rada di Batavia intorno all'isola di Onrust, ov'è l'arsenale da guerra olandese.

In quell'esteso ed incantevole golfo conosciuto sotto il nome di Port Jackson, che in bellezze naturali non la cede al decantato *Nicterothy* (Rio de Janeiro) e precisamente innanzi alla città di Sydney (Australia), per alcune notti nel giugno 1867 l'acqua luccicava con una fosforescenza uniforme e lattea, priva di tinte azzurrine o verdognole. Anche in questo caso trovai che il fenomeno dipendeva da uno strato uniformemente sparso e molto sottile di una specie di *Noctiluca*, che ritrovammo, produttore una luce perfettamente simile, al lato opposto del Pacifico, nel porto di Valparaiso (Chile) nelle notti del 1°, 2° e 3° ottobre dello stesso anno.

Dalle mie ricerche risulta dunque che la prima specie di fosforescenza è dovuta in tutti i mari alla presenza di *Noctilucae* (1); le quali possonsi caratterizzare come tre specie, distinte non solo per la varia tinta della fosforescenza che cagionano, ma bensì per la diversa loro struttura morfologica.

(1) Il Dott. G. Bennett in lat. 00° 30' S. long. 27° 5' Ov. Gr. vide una estesa area, fosforescente uniformemente colla più intensa luce a riflessi verdastri, cagionata da un banco immenso di *Pyrosome* (*Gatherings of a Naturalist in Australasia*, p. 61).

L'anatomia e lo sviluppo della prima specie è abbastanza noto, dai bellissimi lavori di Quatrefages, Busch, Gosse, Brightwell, e specialmente Huxley; questa *Noctiluca* è sferoidale o meglio reniforme, il suo diametro maggiore varia tra 0<sup>m</sup>. 001 e 0<sup>m</sup>. 0001; la sostanza del corpo si divide abbastanza chiaramente in due strati: uno corticale forato da una bocca e da un'apertura anale; ed una massa interna di consistenza semiliquida che contiene ramificazioni di protoplasma granuloso che si anastomizzano spesso insieme, come pure le sostanze ingoiate (generalmente diatomee); ogni bolo essendo circondato da una piccola quantità d'acqua introdotta con esso e formando così una falsa cellula. Nella sostanza corticale troviamo il *nucleo* ed il *nucleolo* che a quanto appare non sono che l'ovario ed il testicolo, ho potuto varie volte verificare il primo, e vedere delle uova perfettamente formate nel nucleo; ma non ho mai avuto la fortuna di vedere spermatozoidi formati nel nucleolo. La bocca posta in una depressione del corpo, si protende in due piccole labbra, e conduce in un corto esofago, munito di uno o due cigli vibranti, lunghi e sottilissimi, che si perde nella sostanza plasmica centrale; l'apertura anale non è facile a riconoscersi; la trovai però in tutte le specie, posta costantemente in fondo ad un punto depresso ed imbutiforme dietro alla bocca; al disopra di questa è un curioso tentacolo, segnato da numerose e distinte linee trasversali in modo che sembra minutamente articolato; questo organo che non manca in alcuna delle specie, ma che è variamente sviluppato, sembra dover compiere funzioni locomotive. — Le *Noctiluche* mancano affatto dei numerosi cigli vibranti, che cuoprono tutto il corpo e sono così caratteristici in tutti gli altri infusori. Il fenomeno della fosforescenza in questi animali non risiede nelle diramazioni protoplasmiche che, come vedremo, mancano talvolta; ma nella sostanza corticale. Esso non è uniforme, ma si ma-

nifesta come distinti e minutissimi punti luminosi che scintillano, scompaiono e si riaccendono a vicenda. — La specie dei mari del nord è stata nominata *Noctiluca miliaris*, ed appartengono ad essa le *Noctiluca* incontrate da noi a Gibilterra ed a Rio de Janeiro.

La specie trovata nei mari dell'arcipelago Malese e della Cina, da Batavia ad Hong-kong, oltre il produrre una luce verdognola, manca, per quanto ho potuto osservare, delle diramazioni protoplasmiche; ed ha il tentacolo proporzionatamente molto più corto, mentre nelle altre dimensioni non differisce dalla specie già citata. Siccome per quanto io sappia essa non è ancora stata specificamente distinta, proporrei il nome di NOCTILUCA OMOGENEA.

La terza specie osservata nel Pacifico sulle coste dell'Australia e dell'America meridionale, che ha una luminosità biancastra, possiede come la *N. miliaris* le diramazioni protoplasmiche; ma ne differisce per essere più grande, raggiungendo il diametro di 0<sup>m</sup>. 002, ha inoltre il tentacolo proporzionatamente più grosso e più lungo e privo delle divisioni trasversali che segnano quest'organo nelle due specie precedenti. Proporrei per questa terza forma che sin' ora sembra non descritta il nome di NOCTILUCA PACIFICA.

Il secondo modo di fosforescenza marina, e certamente il più frequente, succede lungo le coste come in alto mare, nella zona torrida come nelle regioni temperate, e dipende da moltissimi animali appartenenti a sottoregni, a classi, ad ordini, a generi ed a specie diverse; si manifesta in un'infinità di punti luminosi che variano in dimensioni secondo quella dell'essere che li produce; la luce emessa è variamente colorita, più o meno intensa, e scintillante intermittenemente sul nero dell'Oceano.

Citerò ora in ordine successivo i vari animali che furono da me osservati emettere questa specie di luminosità. Consideriamo in primo luogo i Protozoi: tra gli es-

seri più interessanti appartenenti a questo sottoregno, sono certamente i Talassicollidi (*Citofori* di Hæckel), masse gelatinose semplici od aggregate abundantissime in alcune regioni pelagiche; nella struttura morfologica di esse il compianto Professore De Filippi e lo scrittore ebbero occasione di fare molte interessanti ricerche, che spero un giorno di poter pubblicare; ma non è questo il momento. Dirò soltanto come questi animali sono stati divisi in vari generi; sono semplici quelli appartenenti al genere *Thalassicolla*, e composti od a colonie quelli che per la presenza o per l'assenza di spicole, e per altri caratteri, furono divisi nei generi *Collozoum*, *Sphærozoum*, *Collosphæra* ecc. Credo che sinora nessun autore abbia notato come questi animali contribuiscono anch'essi talvolta alla fosforescenza marina; osservai questo fatto interessante per la prima volta la notte del 19 settembre 1867 nel Pacifico australe (lat. 37° 09' sud, long. 79° 23' ovest Greenwich). Erano abundantissime le tre forme di Citofori più comuni, *Thalassicolla*, *Collozoum* e *Sphærozoum*, e tutte sflogoravano di una viva luce verdognola intermittente, che sembrava originata nella sostanza periferica che riveste il loro corpo, a lampi omogeneamente diffusi sopra tutta la superficie.

Osservai lo stesso fenomeno per la seconda volta nell'Atlantico il 13 ed il 14 gennaio 1868, la *Magenta* trovandosi in lat. 27° 25' sud, long. 35° 51' ovest Gr.; essendo comuni una forma di *Thalassicolla*, delle grosse colonie allungate di *Collozoum*, ed alcuni *Sphærozoum*. È rimarchevole come le molte forme di Citofori osservati nell'Oceano indiano e nel mare della Cina non erano fosforescenti.

Tra i Celenterati molte specie sono causa della luminosità di cui parliamo, e fra gl'Idrozoi citerò in modo particolare le *Calicoforidee* che a mio parere sono tutte più o meno fosforescenti; così due specie di *Abyla*, un

*Diphyes* ed una *Eudoxia* incontrate sulla rada di Gibilterra, e le *Vogtia*, *Praya*, *Abyla* ed *Eudoxia*, incontrate costantemente nell'Atlantico sino alla latitudine di Rio Janeiro, molto abbondanti la notte dell'11 gennaio 1866, la *Regina* trovandosi in lat.  $23^{\circ} 50'$  sud, long.  $43^{\circ} 33'$  ovest Parigi; quando i punti scintillanti in mare erano così vivamente marcati che sembravano voler fare concorrenza colle stelle che brillavano nel cielo sereno.

Nella lunga traversata da Montevideo a Batavia la medesima fosforescenza era molto frequente; vivissima poi nella notte del 19 marzo 1866 in lat.  $40^{\circ} 51'$  sud, long.  $51^{\circ} 06'$  e. Greenwich; le Calicoforidee più comuni che furono da noi pescate erano *Eudoxia*, *Abyla* ed alcuni generi affini forse nuovi. Nei mari della Cina osservammo lo stesso fatto; predominava una specie interessantissima di *Eudoxia* ed un *Aglasmoides*, e la notte del 3 luglio 1866, in lat.  $31^{\circ} 52'$  nord, long.  $133^{\circ} 14'$  est Gr., mentre incominciavamo a sentire la forte influenza del Kuro-siwo, la grande corrente oceanica del Giappone, il mare scintillava vivamente per la presenza di un gran numero di queste forme.

Nella traversata del Pacifico trovai comune alcune specie di *Diphyes*, i *gonofori* (zooidi) staccati dei quali erano altamente luminosi, varie *Eudoxie*, ed alcune *Abyla*; il mare era generalmente fosforescente, ma in grado minore che non nell'Atlantico e nell'Oceano indiano.

Nel ritorno da Montevideo a Gibilterra incontrammo numerose specie di *Diphyes*, e *Praya*, ed il 13 febbraio 1868 eravamo circondati da un numero incalcolabile di *Abyla*, forse l'*A. pentagona*, brillantemente luminose (lat.  $5^{\circ} 27'$  nord, long.  $24^{\circ} 29'$  ovest Gr.) È rimarchevole come nessun Idrozoide del gruppo delle Fisoforidee sia fosforescente, mentre quasi tutti i Medusoidi lo sono; in alcuni di essi la proprietà luminosa non è generalmente sparsa nelle pareti di tutto il corpo come nelle Calicoforidee,

ma risiede in punti determinati e specialmente nei bottoni marginali alla base dei tentacoli, come ho potuto osservare in una *Encope* comunissima nell'Atlantico australe, pescata nel febbraio 1866, ed in un'altra specie del medesimo genere trovata frequente nel golfo di Petceli (Cina settentrionale); quest'ultima di notte si palesava come un circolo di lucenti smeraldi; posta viva in una soluzione acqueea allungata di acido cromatico i punti marginali scomparvero spegnendosi lentamente; in una *Thaumanthias*, che si estende da Singapore all'altezza delle isole Pulo Condore, ed in una bellissima *Mesonema* comune nella baia di Bias, e nel porto di Vittoria (Hong-Kong), la quale, avendo molti corpi marginali, irritata produce un vago effetto, mostrando un circolo fitto di vivissimi e minutissimi punti luminosi; una *Geryonia* pure comune nel mare meridionale della China gode della medesima proprietà, come anche una curiosa *Lyriope* (?) pescata il 29 gennaio 1867 (lat. 14° 56 nord, long. 114° 30' est Gr.)

In altri Medusoidi a fosforescenza intermittente, questa è diffusa sulla superficie del disco; come nelle *Pelagia* che noi incontrammo di diverse specie lungo il viaggio, sempre però in banchi numerosi; citerò la *P. noctiluca* trovata in numero strabocchevole il 12 dicembre 1866, in latitudine 17° 24' nord, long. 28° 26 ovest Parigi; ed una specie assai affine se non identica, trovata comunissima nell'Oceano indiano tra il 13 ed il 16 febbraio 1867, (latitudine 12° 29' sud e lat. 15° 20' sud), sulla longitudine di Giava; in una *Pelagiadea* abbondantissima nel golfo di Yeddo, e più particolarmente innanzi la capitale del Taicun; in una *Medusa* jalina di genere indeterminato, trovato comune nell'Atlantico australe nel febbraio 1866, ed in un grosso *Medusoide* incontrato nel Pacifico (latitudine 37° 09' sud, long. 79° 23 ovest Gr.), nel quale anche i tentacoli erano luminosi in modo che faceva l'effetto di una cometa sul firmamento pelagico.

Devo ora parlare degli Attinozoi Ctenofori, che sono senza alcun dubbio gli animali più vivamente fosforescenti che si conoscono; tutti sanno le proprietà luminose della comune *Cydidippe pileus*, abbondante nel Mediterraneo come nei mari del nord dell'Europa, ritrovata da noi abbondante sulla rada di Gibilterra; in esso ed in tutti gli altri Ctenofori, la fosforescenza che si manifesta a lampi vivissimi che si succedono rapidamente, sembra risiedere particolarmente lungo le zone coperte dai cigli vibranti. Incontrammo una specie di *Cydidippe* assai frequente nell'Oceano indiano in febbraio 1867, tra i gradi 11 e 13 di lat. sud e 106 e 103 di long. est Greenwich; ed un'altra forma dello stesso genere sulla costa Chilena all'altezza di Valparaiso nel settembre seguente: sono però molto più sparse e numerose le diverse forme di Beroidee: un bellissimo *Eucharis* da noi rinvenuto abundantissimo nel gennaio 1866, a poca distanza della costa Brasilera, sfolgorava di una intensa luce azzurra; una *Beroë* (?) altamente fosforescente, con luce tranquilla verdognola, fu trovata numerosa nell'Atlantico australe poco lungi dalla foce del Plata la notte del 4 febbraio 1866, (lat. 35° 38 sud, long. 56° 42' ovest Greenwich); una forma affine venne pescata il 31 maggio dello stesso anno a poca distanza delle isole Pulo Condore nel golfo di Siam; un'altra specie dello stesso genere venne a cacciarsi in numero strabocchevole nelle nostre reti, sulla rada di Yeddo, la notte del 17 luglio 1866; ed un'altra *Beroë* trovai abundantissima il 23 ed il 24 settembre 1867 nel Pacifico a poche miglia da Valparaiso; di notte essa scintillava con striscie raggiate intermittenti di una viva luce azzurrina, fosforescenza che caratterizzava pure le forme ora citate. Le specie del bellissimo genere *Cestum* furono trovate assai scarse; sono sempre vivamente fosforescenti con luce giallo-rossa; dalle mie annotazioni rilevo che una specie fu pescata nell'Oceano indiano, il 12 febbraio 1867 in latitu-

dine  $8^{\circ} 54'$  sud, long.  $106^{\circ} 38'$  est Gr.; ed un'altra bellissima, nell'Atlantico australe, lat.  $29^{\circ} 15'$  sud, long.  $36^{\circ} 26'$  ovest Gr.

Passiamo ora in rivista gli altri animali dotati di fosforescenza intermittente, osservati nelle lunghe traversate oceaniche della *Magenta*.

Fra i Molluscoidi abbiamo in primo grado le numerose e svariate forme di *Salpa*, molte delle quali sono dotate di proprietà luminose, queste essendo però circoscritte generalmente a quella porzione dell'apparato digerente che forma il cosiddetto *nucleo*: come dissi questi Tunicati non sono sempre fosforescenti, e nel dicembre 1863 (lat.  $19^{\circ} 25'$  n., long.  $23^{\circ} 37'$  o. Parigi), attraversammo un banco di una bellissima specie di *Salpa* che non aveva meno di 15 miglia marine di estensione nella direzione percorsa dal bastimento; non erano punto fosforescenti, almeno quelle conservate vive in un grosso recipiente di vetro; mentre alcune belle specie incontrate nell'Oceano Indiano in aprile 1867, (lat.  $30^{\circ} 38'$  sud, long.  $98^{\circ} 40'$  e. Gr.) ed altre trovate nel mare cinese tra Pulo Condore e Formosa ed ancora nell'Atlantico australe, mostravano il nucleo acceso di una luce brillante di color rosso cupo. Nelle poche specie di *Doliolum* pescate nell'Atlantico settentrionale, nell'Oceano Indiano e nel Pacifico notai sempre una fosforescenza più o meno viva, di tinta verde, che sembrava sparsa in tutta la superficie del corpo. Fu però nelle curiose ed anomale *Appendicularia*, che osservai i fenomeni fosforici più interessanti. In questi piccoli Tunicati tali proprietà hanno sede nell'asse centrale dell'appendice caudale, ove la luce si manifesta a lampi vivi ed intensi, che variano in colore nello stesso individuo; fatto per quanto io sappia non ancora registrato, che notai per la prima volta in una bella specie pescata nell'Atlantico australe, il 22 dicembre 1863, in lat.  $1^{\circ} 14'$  s., long.  $29^{\circ} 38'$  ovest, Parigi; nella quale l'asse emetteva ad intervalli diversi

una luce chiara e viva prima di un color rosso cupo, poi azzurro ed in ultimo verde. Molte Appendicularie furono incontrate nella traversata da Montevideo a Batavia, ed in quasi tutte constatai questa fosforescenza tricolore; in una grossa specie incontrata nell'Oceano Indiano (lat.  $13^{\circ} 40'$  s., long.  $102^{\circ} 40'$  e. Gr.) i colori erano bianco, azzurro e verde.

È rimarchevole come non incontrammo in tutto il viaggio che una specie di *Pyrosoma*, pescata nel Pacifico in lat.  $28^{\circ} 34'$  s., long.  $88^{\circ} 10'$  ovest Greenwich, e questa non era fosforescente. Tra i Molluschi luminosi che contribuiscono alla fosforescenza marina trovai alcune specie di *Pteropodi*, una *Cleodora* pescata il 22 marzo 1866 in lat.  $38^{\circ} 53'$  s., long.  $54^{\circ} 00'$  e. Gr. sfolgorante di vivissima luce rossa; l'organo luminoso era collocato in questo caso alla sommità della conchiglia; ed una *Criseis* ed una *Hyalea* che contribuivano per una parte assai grande alla viva fosforescenza del mare osservata sulla rada di Anjer (Giava) la notte del 28 febbraio 1867: la luce era in esse limitata alla parte basale della conchiglia. Trovai pure alcuni *Eteropodi* dotati di proprietà fosforiche, e specialmente una grande specie nuda incontrata il 13 febbraio 1867, nell'Oceano Indiano (lat.  $12^{\circ} 29'$  s., long.  $106^{\circ} 9'$  e. Gr.) che sembra appartenere ad un genere non ancora descritto; in essa l'asse del corpo tramandava, allorquando si stuzzicava l'animale, una viva luce rossigna. Alcuni Cefalopodi pelagici sono altamente luminosi, e tra essi il *Loligo sagittatus*, oppure una specie affine che fornisce il cibo prelibato dei grossi uccelli pelagici, ed alcune piccole Octopodidee, pescate a più riprese nel Pacifico durante la traversata dal Callao (Perù) a Valparaiso, (forse l'*Octopus minimus* d'Orbigny); la superficie del loro corpo emetteva una pallida luce biancastra uniformemente distribuita, mancante però sulla superficie interna delle braccia ove sono gli acetaboli.

Tra i vermi inferiori alcune specie del genere anomalo *Sagitta*, furono da me trovate leggermente luminose; altre non presentavano questo fenomeno. Tra le prime citerò una specie trovata comune nella rada di Anjer (Giava) ed un'altra pescata il 13 febbraio 1868 nell'Atlantico (lat. 3° 27' n., long. 24° 39' ovest Gr.); la luce emanata era debole, più viva nella parte posteriore del corpo vicino alla coda. Tra le seconde più numerose, citerò una specie comune nel golfo di Petceli (Cina settentrionale) ed un'altra gigantesca, pescata nell'Atlantico australe (lat. 28° 06' s., long. 36° 01' ovest Gr.).

I Crostacei inferiori contribuiscono per una parte importante alla fosforescenza punteggiata e scintillante del mare; molte forme di *Entomostraci*, abbondanti nell'Oceano Indiano e nel mare della Cina, ed in modo particolare le varie forme di *Saffirina* che sembrano essere invero cosmopolite, e sempre abbondanti; in esse l'organo luminoso si trova nella parte anteriore del torace e tramanda una viva luce giallo-verde, a regolari intervalli; nè devo dimenticare quel bellissimo isopodo nuotante, iridescente dei più brillanti colori, dorati, azzurri e porporini, pescato a più riprese lungo il tragitto da Singapore a Saigon e vivamente fosforescente in tutta la superficie del corpo; e varie specie di *Leucifer*, molto simili se non identiche, trovate in primo luogo nell'Atlantico in dicembre 1865, (lat. 27° 35' nord, long. 19° 00' ovest, Parigi), poi nel mare di Giava, e nello stretto di Banca vicino a North island (Sumatra) ed ancora nell'Atlantico australe nell'ultima traversata da Montevideo a Gibilterra; l'organo luminoso occupa parte dell'addome emettendo una luce verdognola.

Alcune specie di un genere molto vicino ai *Mysis*, contribuivano pure alla fosforescenza marina, specialmente nel Pacifico e nell'Atlantico; trovo più particolarmente notata una specie pescata abbondantemente il 1° settembre 1867 (lat. 27° 14' sud, long. 89° 06' ovest, Gr.)

rimarchevole per una macchia toracica rossa, che scintillava all'oscurità di vivissima luce aranciata; la medesima specie fu da me ritrovata nell'Atlantico in febbraio 1868 (lat. 4° 34' nord, long. 23° 38' ovest Gr.). Devo pure menzionare un *Squillericthus* (?) preso nell'Atlantico in dicembre 1865 (lat. 14° 49' nord, long. 28° 41' ovest Parigi) ed una specie molto simile trovata frequente nel golfo di Petceli (Cina settentrionale), nei quali l'occhio brillava di una luce giallo-verde vivissima, *intermittente*.

Parlerò ora del terzo genere di fosforescenza marina, dei grandi dischi luminosi sempre da uno a due metri sottacqua, che si ponno paragonare ad una sequela di globi di lampade *modérateur* illuminanti una festa sub-marina; più vivi nella traccia o scia del bastimento, ma anche manifesti fuori dell'influenza dell'acqua spostata dalla chiglia; a luce talvolta intermittente, ma generalmente fissa. Molti viaggiatori hanno rimarcato questo interessante fenomeno, cercando di spiegarlo in vario modo.

Noi ne fummo testimoni la prima volta nel dicembre 1865, ed ogni sera per quasi un mese fu costantemente osservato, sopra un'area di non meno di 44 gradi di latitudine, (dal 24° lat. nord al 20° lat. sud); in quella occasione i dischi che sfolgoravano di una luce tranquilla e pallida, erano a circa 1 metro dalla superficie, e non riuscimmo a pescare alcun individuo dell'animale che ne era la causa, onde non ci fu possibile determinarne la specie; credemmo però potere attribuire tale fenomeno alla presenza di un numero incalcolabile di grossi Medusoidi, forse Pelagiadee, i quali si sprofondavano vieppiù nell'acqua durante il giorno, in modo da non essere più visibili.

Nell'aprile dell'anno medesimo, risalendo il fiume Tiliwoen che chiuso tra due lunghe dighe conduce a Batavia, trovai in grande abbondanza una bella specie di *Rhizostoma*, caratterizzata dall'aver l'ombrello coperto da

grosse granulazioni brune; una sera ritornando a bordo per quella via, trovai le acque (*dolci*) del canale illuminate da numerosi dischi fosforescenti di una pallida luce azzurrina e fissa che mi ricordò benissimo il fenomeno osservato pochi mesi prima nell'Atlantico; onde mi credetti autorizzato a supporre che anche in quel caso si trattava di un Medusoide affine alle Rhizostome.

Verso la fine di luglio 1867, mentre si navigava nel Pacifico australe a poche centinaia di miglia dalla costa peruviana, per varie sere di seguito nella *scia* del bastimento, come pure intorno ad esso, il mare era illuminato da dischi fosforescenti, aventi come quelli osservati nello Atlantico da 20 a 25 centimetri in diametro, che si mantenevano, a giudicare dall'immersione della *Magenta*, a circa 1 metro 50 sotto alla superficie; anche in questo caso la luce emanata era uniforme, pallida e bianchiccia, ma si mostrava intermittenemente a lampi più o meno vivi; di giorno nulla si scorgeva in mare che potesse essere cagione di un simile fenomeno.

Ebbi però il piacere di sciogliere l'enigma il 23 del settembre seguente, la *Magenta* essendo quasi in vista della costa Chilena all'altezza di Valparaíso; nel dopo pranzo nuotavano intorno al bastimento mantenendosi all'incirca 30 centimetri sotto alla superficie un grande numero di grossi Medusoidi del disco bianco opaco; ebbi occasione di assicurarmi che erano Rhizostome, e l'istessa notte e quella seguente, ricomparvero i dischi luminosi che ci avevano già tante volte tenuti perplessi; in questa occasione la luce emanata era fissa, ed aveva una tinta verdognola ben marcata.

Nell'ultima traversata oceanica (Montevideo a Gibilterra), dal 10 al 13 febbraio 1868 tra il 4° ed il 7° lat. nord, ricomparvero i grossi lampioni sub-acquei veduti due anni prima; i Medusoidi che ne erano cagione rimanevano anche questa volta invisibili durante il giorno.

Darwin (1) nel suo viaggio di circumnavigazione vide alla foce del Plata dischi luminosi che variavano in diametro dalle 2 alle 4 braccia (*yards*)! egli aggiunge che sembravano il riflesso della luna o di altro corpo luminoso a contorno circolare, e che il moto dell'acqua faceva apparire sinuosi e non definiti i loro contorni; il *Beagle* pescava 13 piedi (inglesi) e passava sopra questi corpi luminosi senza disturbarli.

Uno scrittore recente Cuthbert Collingwood (2), parlando di questi dischi da lui veduti nel mare cinese, opina che sieno prodotti da *Pyrosoma*, e che il loro aspetto circolare sia dovuto ad illusione ottica prodotta dalla diffusione dei raggi luminosi attraverso uno strato più o meno spesso d'acqua. Non posso in questo dargli ragione: i dischi luminosi sono senza dubbio sempre dovuti alla presenza di Medusoidi appartenenti al genere *Rhizostoma* od a una forma molto affine, e come abbiamo già notato la fosforescenza cagionata dai *Pyrosoma* è ben diversa.

Una fosforescenza affatto speciale e che non va classata in nessuna delle tre categorie delle quali ho parlato, è quella che si osserva nei polipi (*Attinozoi*) madreporici; la sera dell'8 febbraio 1867 ritornando da una gita sull'isolotto North, posto a breve distanza da Sumatra allo sbocco meridionale dello stretto di Banca, e circondato da estesi banchi madreporici, la chiglia della nostra lancia urtando questi produceva una vivissima fosforescenza a luce verdastria, che durava per qualche minuto; ed ancora mentre la *Magenta* riparava le avarie al timone nell'arsenale di Onrust, il quale come tutti gl'isolotti sulla rada di Batavia è formato quasi totalmente da madrepora, uno degli spettacoli più splendidi nelle notti oscure era il contem-

(1) Ch. Darwin, *Naturalist's Voyage round the World*. — London, 1868, p. 163-164.

(2) Collingwood, *Rambles of a Naturalist in the China Seas*. — London 1868, p. 401.

plare dalla spiaggia le onde frangersi sul banco che circondava l'isola a settentrione, rendendola fosforescente in modo che sembrava una linea curva di fuoco.

È un fatto ora generalmente ammesso che quella luminosità che si osserva nell'occhio di molti vertebrati, come in alcuni pesci (*Squali*) ed in molti mammiferi, sia cagionata da luce riflessa sopra un *tapetum* brillante mancante di pimento nero, epperiò più cospicuo negli albin. Prevost ha dimostrato che una tale proprietà non si palesa in un'oscurità perfetta, abbiamo però il caso di un vertebrato fosforescente (1) lo *Squalus* (*Scymnus*) *fulgens*, descritto per la prima volta dal signor F. D. Bennett (2), il quale lo pescò nel Pacifico, in lat. 35° sud, long. 110 ovest Gr., mentre suo fratello il dottor G. Bennett che ebbe la fortuna di conoscere a Sydney, ed il quale è ben noto al mondo scientifico, riprese questo pesce interessante in lat. 2° 15' sud, long. 163° ovest Gr. (3).

I signori Bennett descrivono la fosforescenza di questo Squalo, che non sembra oltrepassare in lunghezza i due piedi inglesi, come vivissima, e molto simile a quella emanata dalle *Pyrosoma*; sparsa quasi ugualmente su tutta la superficie della cute, meno una mezza collana che cinge la gola, la parte superiore delle pinne ventrali e pettorali, le due pinne dorsali con il lobo superiore di quella caudale, la sommità della testa ed il culmine del dorso; la luce emanata ha una tinta verdognola, ed è assai più viva sulle parti inferiori delle pinne pari, e sull'addome;

(1) È stato detto che gli strani pesci che costituiscono il genere *Orthroriscus* sono essi pure fosforescenti, ma ne dubito molto, ed il fatto ha bisogno di essere confermato; il naturalista danese Reinwardt descrive pure un pesce fosforescente l'*Hemiramphus lucens*, osservato da lui nel mare delle Molucche.

(2) Vedi *Proc. Zool. Soc.* — London 1837.

(3) *Gatherings, of a Naturalist in Australasia.* — London 1860, pagina 67, 68, 69.

cessa gradatamente dopo la morte dell'animale; la proprietà luminosa risiede nella cute, che in colore ed in consistenza non differisce sensibilmente da quella della generalità degli Squali. — Lo *Scymnus fulgens* dallo sviluppo poco pronunciato delle pinne non sembra capace di grande agilità, e forse dandogli proprietà fosforiche la natura ha voluto in certo modo compensare questo difetto molto dannoso in un essere che vive di preda; la luce emanata può servire ad attirare altri pesci che sono allora facilmente predati; tutti sanno come in molte pesche, i pescatori attraggono i pesci accendendo lumi e torcie. Io non ebbi la fortuna di catturare alcun individuo di questa specie, rarissima ancora nei musei; ma sono convinto che alcuni pesci *luminosi specialmente sulla parte inferiore* del loro corpo, che voltavano spesso in su (abitudine del resto comune in tutti gli Squali i quali avendo la bocca posta sulla parte inferiore della testa devono voltarsi per carpire la loro preda) e che avevano una lunghezza apparente di 30 centimetri, veduti nella scia della *Magenta* la notte del 9 luglio 1867 (lat. 38° 36' sud, long. 164° 46' ovest Gr.) appartenevano a questa specie curiosa; quella notte mancava quasi assolutamente la solita fosforescenza, e la luce verdastra emanata dal corpo di quei pesci era resa così molto distinta e cospicua.

In conclusione dirò come il primo modo di fosforescenza, quella cagionata dalle Noctiluche, sembra aver bisogno di un movente esterno, per quanto debole, onde manifestarsi; il secondo può essere spontaneo; il terzo modo sembra essere quasi sempre spontaneo e si manifesta benissimo senza il bisogno di influenze estranee; in tutte le specie di fosforescenza *vivente* questa però rende più intensa la luce emanata, cosa che non avviene mai colla luce delle sostanze putrescenti. Le varie fosforescenze e specialmente le due ultime si osservano contemporaneamente, la luce verde e quella a tinte azzurrine sembrano essere le più frequenti.

Il vasto campo della zoologia pelagica è ancora ben poco conosciuto, e coltivandolo verranno forse sciolti alcuni dei problemi più interessanti della fisica terrestre per non dire marina; intanto prima di poter dedurre leggi generali in proposito bisogna ancora accumulare e precisare molti fatti e molte osservazioni; ed oso sperare che queste mie annotazioni andranno a colmare una parte, sebbene minima, del vuoto delle nostre cognizioni intorno all'immensa e svariata fauna oceanica.

Firenze, 25 gennaio 1870.