

NATURALMENTE

Fatti e trame della Scienza

Giambattista Bello

Di totani, polpi e altre storie
di mare



NATURALMENTE

Raccolta di articoli di Giambattista Bello

Spedizione: Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, CB PISA

Iscrizione al ROC numero 16383

Direttore responsabile: Luciano Luciani

Segretario di redazione: Enrico Pappalettere
(e.pappalettere@alice.it) 3487934426

Redazione: Sandra Bocelli, Francesca Civile, Brunella Danesi, Fabio Fantini, Fabrizia Gianni, Vincenzo Terreni

Impaginazione: Vincenzo Terreni
(terreni@naturalmentescienza.it)

Edizione e stampa: ETS Piazza Carrara, 16-19 PISA - tel. 050 29544 - fax 050 20158

Indice

1. San Tommaso, i bimbi e il mare
4. Quisquilie e biodiversità
8. Dimorfismo sessuale ed evoluzione:
difformità e di-funzione
12. Il polpo a vela
15. Il polpo coi buchi
18. Il polpo pignatta
22. I maschi dei polpi olopelagici
25. Il mostro della laguna e il polpo
utensiliere
28. La deposizione delle uova nei cefalopodi e l'evoluzione a rovescio
32. Esattamenti e Cefalopodi

San Tommaso, i bimbi e il mare

GIAMBATTISTA BELLO

Fra i dodici Apostoli, Tommaso è quello caratterizzato nell'immaginario collettivo come il diffidente. Non gli erano sufficienti i sensi della vista e dell'udito per credere ad eventi straordinari: egli doveva toccare con mano.

I bimbi, al contrario del Santo, sono decisamente più disponibili a considerare vero ciò che vedono e sentono; tanto che le pratiche didattiche si rivolgono pressoché totalmente all'udito ed alla vista per penetrare nella mente dei giovani discenti. Sovrabbondano i mezzi audio-visivi, mentre non si sentono mai menzionare quelli *tatto-visivi* oppure *olfatto-auditivi*. Peraltro, la diffusa tendenza ad utilizzare il computer come strumento didattico accentua sempre più la funzione della vista come mediatrice per la conoscenza, relegando ad un ruolo minore, per non dire minimo, i sensi dell'olfatto, del gusto e del tatto.

Stabilire la gerarchia dei cinque sensi nell'apprendimento non è scopo di questo scritto. È ben noto che l'olfatto dell'Uomo è inferiore a quello di gran parte degli altri mammiferi; per sovrappiù, l'artificialità dell'ambiente umano, arricchitosi di puzze e profumi inesistenti in natura, ha portato alla banalizzazione del naso come strumento di interrelazione col mondo circostante. Qualcosa di simile è accaduto con la galassia dei recettori gustativi della bocca, anche se la sempre maggiore diffusione della pratica della degustazione tende a recuperarne la funzione.

La rivincita dell'Uomo su tanti altri mammiferi è rappresentata dal senso del tatto, che, supportato da

una mirabile costellazione di corpuscoli nervosi, ha trovato nella mano una collocazione privilegiata.

Ed allora, usiamo le mani, facciamo usare le mani a bimbi e fanciulli come vero strumento di apprendimento e non solo come appendici operative (funzione, quest'ultima, comunque nobile, in quanto mezzo di estrinsecazione della creatività individuale).

A supporto della validità del *chiroapprendimento*, riferisco di un'esperienza didattica che ha visto protagonisti gli alunni di alcune classi 3^e, 4^e e 5^e di scuola elementare e diversi organismi marini vivi.

Hanno costituito il *supporto tattile* di questa esperienza vegetali ed animali costieri raccolti nell'Adriatico sud-occidentale, per l'esattezza in quel di Mola di Bari. Si rammenta, per inciso, che gli organismi marini costieri sono in generale abbastanza resistenti agli sbalzi di temperatura, salinità, concentrazione di ossigeno disciolto, nonché all'esposizione all'aria per brevi periodi di tempo.

Gli organismi viventi, subito dopo il loro prelievo, furono sistemati in una serie di vaschette di plastica opaca, ciascuna contenente 5 litri d'acqua di mare, secondo il seguente ordine: un paio di specie di macroalghe, qualche pianta di posidonia completa di radici, rizomi e fronde, più specie di spugne, oloturie, diverse specie di molluschi bivalvi e gasteropodi, paguri, granchi, un gruppetto di ricci e, infine, un'anguilla (Tabella 1).

Questa disposizione seguiva due criteri differenti, ma pressoché coincidenti come risultato. Da una parte

	Nomi comuni	Gruppi sistematici	Nomi scientifici
1	Macroalghe verdi (lattuga di mare) e brune (coda di pavone, alga profumata, cistoseira)	Chlorophyta	<i>Ulva rigida</i>
		Pheophyta	<i>Padina pavonica</i> , <i>Dyctiopteris membranacea</i> , <i>Cystoseira sp.</i>
2	Posidonia	Phanerogama, Potamogetonaceae	<i>Posidonia oceanica</i>
3	Spugne	Porifera, Demospongia	<i>Petrosia ficiformis</i> , <i>Ircinia variabilis</i> , <i>Sarcotragus spinulosus</i>
4	Oloturie	Echinodermata, Holothuroidea	<i>Holothuria spp.</i>
5	Bivalvi (tartufo o noce bianca, cuore, lima)	Mollusca, Bivalvia	<i>Venus verrucosa</i> , <i>Acanthocardia tuberculata</i> , <i>Lima lima</i>
6	Gasteropodi (orecchia di mare, murice di roccia ed altre specie)	Mollusca, Gastropoda	<i>Haliotis tuberculata</i> , <i>Phyllonotus trunculus</i> , <i>Fasciolaria lignaria</i> , <i>Monodonta turbinata</i>
7	Paguri	Crustacea, Decapoda, Anomura	<i>Paguridae spp.</i>
8	Granchio di sabbia	Crustacea, Decapoda, Brachiura	<i>Liocarcinus vernalis</i>
9	Riccio edule	Echinodermata, Echinoidea	<i>Paracentrotus lividus</i>
10	Anguilla	Osteichthyes, Anguilliformes	<i>Anguilla anguilla</i>

Tabella 1 – Elenco degli organismi marini utilizzati nell'esperienza *chiro-tattile*. Le oloturie ed i paguri non sono stati identificati a livello specifico, al fine di evitare il loro sacrificio, necessario per l'identificazione.

veniva proposto l'ordine sistematico-evolutivo, partendo dalle alghe, per poi passare alle fanerogame e quindi agli animali, culminando nei vertebrati; dall'altra parte veniva seguita una progressione per così dire *d'approccio*, facente leva sulla graduale acquisizione di confidenza verso gli organismi viventi, che avrebbe consentito ai bimbi di avvicinarsi tattilmente prima ai vegetali, vivi ma inerti, quindi ad animali pressoché inerti e, infine, ad altri sempre più mobili e potenzialmente pericolosi, quali granchi e ricci (si tratta, ovviamente, di pericolosità alquanto relativa).

Gli scolari sono stati avvicinati a gruppetti di circa cinque elementi alle vaschette tattili, secondo la sequenza appena esposta, e sono stati seguiti lungo il percorso da biologi marini in qualità di guide. Questi hanno lasciato ampia libertà d'azione agli scolari. Evitando al massimo gli atteggiamenti coercitivi, hanno stimolato con dolcezza quei ragazzini meno coraggiosi, cercando di far loro comprendere con l'esempio concreto, l'assoluta mancanza di pericolosità del contatto con gli organismi viventi (eccezion fatta per i granchi ed i ricci; si veda più avanti). Naturalmente, non sono mancate per nessuno le spiegazioni di natura teorica sugli organismi oggetto dell'esperienza.

L'atteggiamento ed il comportamento degli scolari confrontati con le vasche tattili sono stati alquanto vari. Schematizzando, è possibile catalogare il comportamento degli scolari secondo due scale: interesse e *coraggio*, nel senso di confidenza nell'approccio tattile con gli organismi esposti. Come è facile immaginare, le due scale si sono rivelate in qualche misura interdipendenti.

Per quel che concerne l'interesse, a parte una frazione minima di alunni aprioristicamente disinteressati che sfilavano velocemente innanzi alle vaschette lanciando loro a malapena un'occhiata, tutti gli altri bimbi si sono mostrati attenti, incuriositi, persino compiaciuti e divertiti. Una più netta diversificazione comportamentale si è manifestata lungo la scala del *coraggio*. In pochissimi casi estremi, alcuni scolari hanno manifestato timore o senso di repulsione, che li rendevano incapaci di toccare il contenuto delle vaschette. La stragrande maggioranza degli scolari ha avuto contatti tattili con almeno alcuni degli ospiti delle vaschette. Una frazione di bimbi *coraggiosi*, quantizzabile nel complesso intorno al 15-20%, ha maneggiato la totalità degli organismi viventi.

Entrando nel dettaglio dell'esperienza tattile, se ne possono evidenziare alcuni aspetti. Innanzitutto va riscontrata l'imperfezione del gradiente di approccio secondo il quale erano state ordinate le vaschette tattili, almeno per quel che concerne la collocazione delle oloturie (in 4^a posizione, dopo alghe, posidonia e spugne, e prima dei molluschi), risultate inaspettatamente difficili da toccare. Numerosi bimbi, capaci di

maneggiare tutti gli organismi tranne le oloturie, hanno spiegato il loro rifiuto con un forte senso di repulsione, se non di disgusto; e questo, nonostante i teneri incoraggiamenti delle guide e l'osservazione dell'assenza di effetti negativi, sulle stesse guide e sugli amichetti, derivanti dalla manipolazione di questi animali. Il senso di repulsione era provocato dalla presunta viscidità delle oloturie.

Un effetto simile, ma decisamente più contenuto, è stato causato dall'anguilla, il più mobile degli animali immesso nelle vasche tattili. L'anguilla, peraltro, è in realtà viscida per via della pellicola di muco che ne ricopre la pelle. La difficoltà di avvicinarsi a questo pesce serpentiforme era stata prevista; di contro, però, non s'era previsto che diversi bimbi si sarebbero divertiti nei tentativi, in buona parte falliti, di afferrare la sgusciante anguilla.

Altre vaschette tattili meritevoli di qualche rigo di commento sono l'8^a (granchi) e la 9^a (ricci). Innanzi a ciascuna delle due vaschette era posto ben in evidenza il cartello di allerta: "Attenzione! Pericolo!"; in più, il cartello relativo ai ricci riportava il divieto: "Non toccare!". I ricci di mare, infatti, aderiscono tenacemente al substrato con le ventosette dei pedicelli ambulacrali, per la qual cosa è facile pungersi nel tentativo di scaltarli; cosa ancor più grave, le punture del riccio possono provocare reazioni allergiche ed anche infezioni nel caso in cui la punta delle spine si rompa e rimanga infissa nei tessuti delle mani. I granchi, invece, pur potendo produrre un lievissimo dolore col pizzico delle loro chele, non producono danni ulteriori. Gli scolari più coraggiosi hanno spontaneamente ignorato gli avvisi di pericolo e persino disobbedito al divieto di toccare i ricci. Nel complesso, la maggior parte degli scolari si è mostrata più attratta dagli animali mobili (gasteropodi, paguri, granchi ed anguilla), mentre hanno riscosso poco successo gli organismi privi di moto (vegetali e spugne) o poco mobili (oloturie e molluschi bivalvi). Fra questi ultimi animali, i ricci hanno rappresentato un'eccezione: la loro attrattiva è probabilmente dipesa dalla loro relativa pericolosità.

Una differenza molto netta è stata riscontrata fra gli scolari provenienti da cittadine litorali e scolari di comuni dell'entroterra. Nel loro insieme, i bimbi abitanti lungo la fascia costiera hanno rivelato una confidenza verso gli organismi marini molto più alta rispetto ai loro coetanei provenienti dall'interno. Qualche ragazzino costiero aveva persino assunto un'aria di sufficienza, evidenziando una totale dimestichezza con l'esercizio della manipolazione degli esseri viventi marini. La chiara differenza fra i due gruppi di scolari è di certo attribuibile ai maggiori contatti con gli organismi viventi nel mare da parte degli scolari delle cittadine marinare, derivante da una maggiore frequentazione dell'ambiente marino.

A corollario di quanto detto finora, va aggiunto che l'aspetto della progressione tassonomica della serie delle vaschette tattili è stato appena adombrato nel corso dell'esperienza guidata, anche perché non faceva parte dei suoi scopi preminenti.

Va sottolineato, infine, che, ad esperienza conclusa, gli organismi animali sono stati restituiti al mare. Dell'intento etico di quest'ultima azione sono stati resi partecipi i fruitori dell'esperienza tattile.

Tirando le fila dei risultati dell'esperienza sopra riferita, riporto alcune considerazioni a mo' di conclusione.

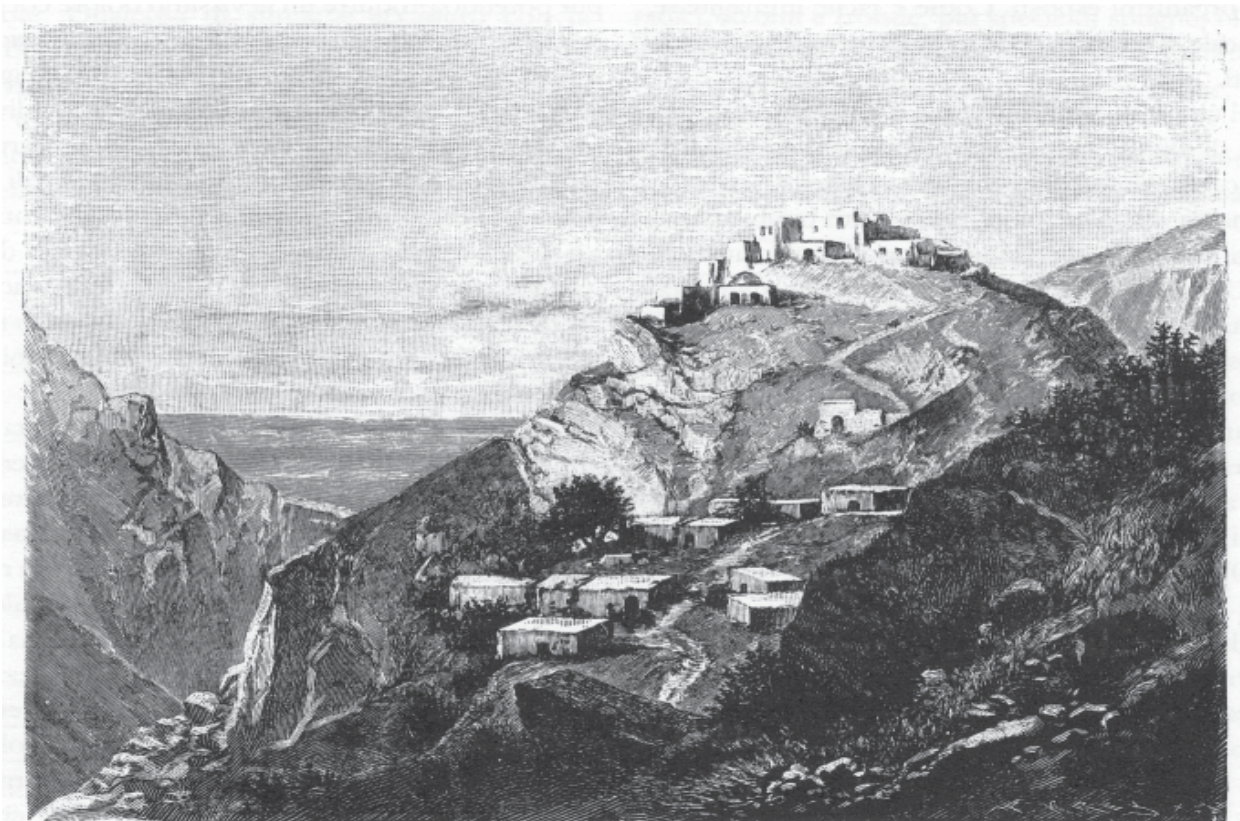
L'esperienza tattile si è rivelata di grande interesse ed altamente proficua, in quanto ha avvicinato i suoi fruitori al mondo del mare ed ai suoi abitanti. In moltissimi casi, i bimbi toccavano o manipolavano per la prima volta un organismo marino vivo. Le sollecitazioni delle guide a rispettare gli esseri viventi e a manipolarli senza maltrattarli (quasi a carezzarli), unitamente ad alcune nozioni di scienze naturali, hanno evidentemente stimolato i bimbi ad un atteggiamento di simpatia verso i vegetali e, soprattutto, gli animali. In altri termini, il granchio delle vaschette tattili è stato considerato con occhi ben diversi rispetto al granchio catturato d'estate al mare e lasciato a patire fino alla morte in un secchiello d'acqua sempre più calda, o portato a casa come trofeo per poi essere abbandonato, o, peggio ancora, mutilato delle zampe o delle chele in uno dei sadici giochi di bimbi.

Anche l'atmosfera ludica dell'esperienza, derivante da una sorta di gioiosa competizione e da un forte spirito di emulazione nel toccare gli organismi marini, ha contribuito alla sua riuscita.

Insomma, l'esperienza del contatto tattile con esseri viventi provenienti da un ambiente geograficamente vicinissimo, ma fisicamente tanto diverso dal nostro ambiente aereo, si è rivelata altamente funzionale ai fini dell'educazione ambientale degli scolari. E, potrei aggiungere, anche per l'educazione dei docenti di quei bimbi, per alcuni dei quali l'apprendimento *chiro-tattile* si è svelato come un percorso metodologico didattico pressoché inesplorato. Ho avuto l'impressione, infatti, che, mentre per molti degli scolari era cosa naturale maneggiare vegetali ed animali marini vivi, per alcuni docenti la potenzialità di apprendimento anche tramite il senso del tatto ha rappresentato una novità.

I giovanissimi uomini e donne, i bimbi cioè, sono ancora scevri dalla proverbiale diffidenza di San Tommaso. Per loro il toccare non rappresenta un "verificare con mano", ma più semplicemente un potente mezzo, insieme agli altri sensi, per apprezzare il mondo che ci circonda. Un mezzo che può e deve divenire essenziale, soprattutto per lo studio delle Scienze Naturali, tanto per la vera e propria acquisizione diretta di nuove conoscenze, quanto per l'aspetto ludico insito in esso che favorisce l'apprendimento.

Giambattista Bello



Rupi di salcomune e gesso della città di Amb nella Montagna di sale

Quisquillie e biodiversità

GIAMBATTISTA BELLO

Premessa

Tutto cominciò con una splendida conchigliuzza di colore verde smeraldo messami sotto il naso da uno scolaro, un bimetto di 8-9 anni, che perentoriamente mi chiedeva “Biologo, come si chiama questa?” Immagino che il repentino entusiasmo suscitato in me dalla vista di quel piccolo tesoro del mare trasparì nonostante la risposta tecnica: “Si chiama *Smaragdia viridis viridemaris*”, rivolta più a me stesso che all’interrogante, e si trasmise inconsapevolmente al bimbo. Infatti, prima ancora di rendermi conto dell’assurdità della mia risposta (era il primo nome scientifico da me pronunciato innanzi a quegli scolaretti), m’accorsi che la conchiglietta faceva il giro delle mani dei bimbi ed il suo nome, come un tam-tam, si trasmetteva di bocca in bocca a mo’ di scioglilingua. Eravamo in riva al mare per raccogliere sabbione conchigliifero per il nostro acquario, ma per la successiva mezz’ora si giocò coi nomi scientifici delle conchiglie. Per inciso, mi piace ricordare, di quella giornata, l’impressionante capacità degli scolaretti di ritenere a mente file di decine e decine di nomi latini. Da quel gioco scaturì l’idea di *misurare* uno spicchio di biodiversità marina, seppure con i limitati mezzi scolastici.

La biodiversità

Dalla Conferenza mondiale di Rio de Janeiro del 1992 scaturì una convenzione internazionale in cui la diversità biologica, o più semplicemente biodiversità, fu definita come la varietà degli organismi viventi di tutti gli ecosistemi ed i complessi ecologici di cui fanno parte; il concetto comprende la *diversità* nell’ambito della specie, fra la specie e gli ecosistemi. Molto è stato scritto, a proposito e a sproposito, sulla reale consi-

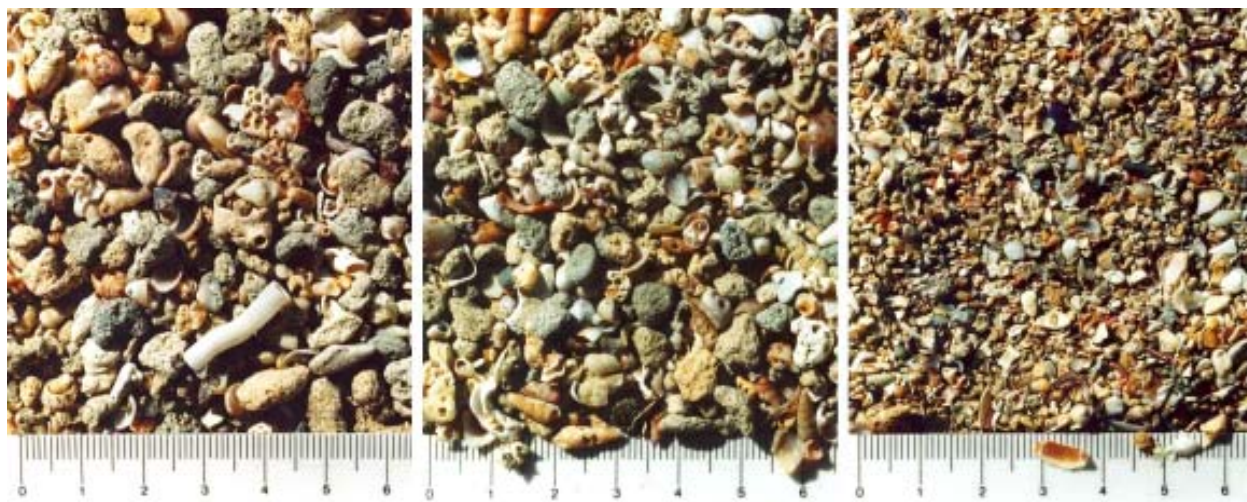
stenza della biodiversità, sia a livello globale che regionale; sull’impoverimento della biodiversità e sulle cause, prevalentemente attribuibili all’Uomo, che l’hanno determinato; sulle metodologie per valutare la biodiversità. In questo contesto, riferisco dell’efficacia di esperienze didattiche di primo approccio alla conoscenza critica della biodiversità marina, basate sull’osservazione di campioni di sabbione conchigliifero; questo sedimento contiene una gran copia di conchiglie di molluschi, prevalentemente di piccole dimensioni. Aggiungo subito che l’esperienza può essere modulata per i vari livelli scolastici e può essere condotta con diverso grado d’approfondimento, con costi irrisori e, soprattutto, nel rispetto di saldi criteri etico-animalisti. E’ opportuno sottolineare, a questo punto, la dimostrata corrispondenza (a meno di un qualche fattore, variabile per zona) fra la varietà delle conchiglie spiaggiate e la varietà dei molluschi viventi nelle biocenosi prospicienti il luogo di raccolta del sabbione conchigliifero (1). Da ciò consegue che l’esame del detrito conchigliifero corrisponde in effetti all’osservazione di una parte della biodiversità reale del mare della specifica zona geografica di provenienza dello stesso detrito (2).

Il metodo

L’impianto sperimentale è molto semplice e lo descrivo qui di seguito.

INDIVIDUAZIONE DEL SABBIONE CONCHIGLIFERO

Va, innanzi tutto, individuato un sabbione conchigliifero spiaggiaato, cioè un ammasso detritico costituito in buona parte da resti di conchiglie di molluschi. Questi



Spiaggia ricoperta da sabbione conchigliifero nell’Area Marina Protetta di Torre Guaceto (Adriatico meridionale, Puglia).

si trovano lungo le coste basse, sia sulle spiagge sabbiose che su quelle rocciose, nei punti in cui la forza del mare trasporta ed accumula i sedimenti più grossolani. È opportuno verificare, prima del prelievo, che il sabbione contenga una buona quantità di conchiglie più o meno integre.

RACCOLTA DEI CAMPIONI

Raccogliere un congruo campione di detrito, sia in relazione alla quantità di conchiglie in esso contenuta, sia in proporzione al numero di studenti che condurranno le osservazioni; si tenga presente che 100 cc di detrito molto ricco di resti di molluschi possono contenere fra 200 e 700 conchigliette (3). Per il campionamento si potrà utilizzare un contenitore a volume noto, quale un bicchiere o un barattolo, per raccogliere la quantità desiderata di detrito; a mio avviso, ogni gruppo di lavoro dovrebbe manipolare qualche centinaio di molluschi. Mediante un'ispezione preliminare, si faccia attenzione che il detrito da raccogliere non contenga oggetti pericolosi, quali frammenti di vetro, pezzi di metallo acuminati o taglienti e così via, che possano ferire le mani del raccoglitore. Per maggiore sicurezza si potranno usare guanti pesanti, come quelli da giardinaggio.

SMISTAMENTO

In classe o in laboratorio, distribuire i campioni di detrito in parti uguali (in peso o in volume) fra gli studenti, affinché lo smistino, cioè separino le conchiglie dal resto del detrito. Sarà opportuno stabilire delle norme procedurali, soprattutto in merito alla cernita delle conchiglie.

Il campione di detrito, ad esempio, potrà essere suddiviso nei seguenti gruppi: conchiglie pressoché integre, frammenti di conchiglie, altro materiale di provenienza organica (frammenti scheletrici di echinoidi e di briozoi, detriti vegetali, ecc.), detrito non identificabile. Naturalmente, la scelta più comoda, adottabile per gli scolari più giovani, è la selezione delle sole conchiglie integre. In questa fase, si potranno o meno approfondire alcuni aspetti, in relazione al livello degli studenti, come la proporzione in peso o in volume delle conchiglie rispetto all'intero campione di detrito, la granulometria del detrito rilevata mediante setacci di maglia diversa, e così via.

CLASSIFICAZIONE DELLE CONCHIGLIE

È questa la fase più difficile della sperimentazione, giacché l'identificazione fino al livello specifico delle conchiglie richiede molta esperienza e perizia. Si tenga presente, tuttavia, che lo scopo di questo lavoro non è l'identificazione delle conchiglie raccolte, bensì il rilievo della biodiversità. Nel nostro caso sarà sufficiente distinguere le diverse specie (o meglio, le presunte

diverse specie) di molluschi, al fine di osservare la grande varietà specifica rappresentata in un piccolo campione di sedimento.

Il primo passo consisterà nell'attribuzione di ogni conchiglia ad una delle classi di molluschi. Quelle di gran lunga più rappresentate sono i Gasteropodi ed i Bivalvi; potrà trovarsi qualche raro esemplare di Scafopodi o di piastra di Poliplacofori o di frammento di conchiglia di seppia. Le conchiglie, quindi, saranno attribuite a gruppi sistematici sempre più ristretti basandosi su determinate caratteristiche morfologiche; ad esempio presenza-assenza del canale sifonale nei gasteropodi, morfologia della cerniera nei bivalvi e così via. In ciò si potrà ricorrere ad uno dei tantissimi libri di malacologia mediterranea disponibili sul mercato. Si potrà inoltre ricercare l'aiuto di malacologi, amatoriali o professionisti, mettendosi anche in contatto con qualche forum di internet dedicato ai molluschi.

In generale, nei detriti conchigliiferi spiaggiati è rappresentata una gran quantità di specie diverse; alcune di esse (in genere 4 o 5) però sono molto frequenti e perlopiù piuttosto note e di facile identificabilità. Ripeto: per afferrare la biodiversità conchigliare del detrito non è indispensabile identificare le specie, in toto o in parte, bensì distinguere le diverse specie fra loro. Con gli scolari, peraltro, si potrebbe giocare a battezzare le diverse specie con nomi inventati da loro stessi, sulla base delle loro caratteristiche.

Uno strumento essenziale, in questo studio, per apprezzare le micro-ornamentazioni delle conchiglie, è lo stereomicroscopio (a basso ingrandimento), preferibilmente corredato di macchina fotografica; in alternativa dovranno utilizzarsi lenti di ingrandimento.

ULTERIORE STUDIO DELLE CONCHIGLIE

Di questa fase, complementare alle precedenti, potranno o meno svolgersi quegli aspetti più adeguati alle diverse realtà scolastiche, al tempo a disposizione, all'entusiasmo degli studenti ... e dei docenti.

a. Catalogo grafico delle diverse specie, realizzato con disegni o foto. Va rammentato che il disegnare gli organismi viventi o loro parti, come le conchiglie per l'appunto, è un ottimo metodo per carpirne le peculiarità morfologiche.

b. Misurazione delle conchiglie, mediante un calibro 'ad orologio' (consente di rilevare 0,1 mm). Come regola generale si misura l'altezza dei gasteropodi (distanza fra l'apice e la base) e la lunghezza dei bivalvi. In aggiunta potrà rilevarsi la misura della larghezza della spira più ampia nei gasteropodi e dell'altezza nei bivalvi.

c. Rilievo della variabilità delle conchiglie per forma e per colore nell'ambito di una singola specie. Ad esempio, nelle specie del genere *Tricolia* è virtualmente impossibile trovare due conchiglie con lo stesso disegno e distribuzione cromatica.

d. Rilievo di traumi subiti in vita dai molluschi e registrati nella conchiglia. Il più evidente è la presenza di un forellino circolare di circa 1 mm di diametro, soprattutto nelle conchiglie di bivalvi, causato dalla perforazione da parte di gasteropodi predatori. Altri segni sono rappresentati da cicatrici di vario tipo, cioè discontinuità pregresse rimarginate mediante l'apposizione di nuovo materiale conchigliare.

ELABORAZIONE DEI RISULTATI

Per questa fase, come per la precedente, ci sarà un ampio margine di operatività, in relazione al livello di approfondimento prefissato. E' comunque essenziale la redazione dell'elenco delle specie rinvenute con il numero di esemplari per ciascuna di esse; si potranno usare i nomi veri (cioè quelli scientifici ufficiali), quelli inventati dagli scolari o delle semplici sigle (ad esempio: Gasteropode specie A, Gasteropode specie B, ecc.). Questa lista di specie rappresenta proprio quello spicchio di biodiversità di cui si diceva nelle primissime righe di questo scritto. Un passo ulteriore consiste nel calcolo della composizione percentuale del campione di conchiglie.

Per le classi più avanti nell'istruzione, inoltre, si potrà calcolare la media delle dimensioni delle conchiglie delle specie più abbondanti, o anche di tutte; costruire grafici con la distribuzione di frequenza delle dimensioni; calcolare misure di dispersione dei valori dimensionali, quali la deviazione standard e la varianza. Un aspetto decisamente più avanzato è dato dallo studio delle correlazioni fra due dimensioni lineari delle conchiglie di una stessa specie (nei gasteropodi: altezza e larghezza massima delle spire; nei bivalvi: larghezza e altezza) e computo delle rette di regressione.

Si tenga presente, nel conteggio delle conchiglie, che il corpo dei bivalvi è racchiuso da due valve; tuttavia, per semplicità operativa sarà sufficiente considerare nel conteggio le singole valve, giacché è impossibile ricostituire le coppie di valve originarie.

Ampliando gli orizzonti ...

A corollario di questa proposta di ricerca, si affacciano numerose altre opportunità.

Innanzitutto, la creazione di una collezione scolastica di riferimento. Nella sua forma più semplice, le conchiglie potranno essere attaccate con collante trasparente (preferibilmente solubile in acqua, alcool o altro) a cartoncini robusti o a fogli di laminato plastico o di compensato. Si avrà cura di esporre due esemplari per specie, cosicché all'osservatore saranno rivolte le due facce della conchiglia: nei gasteropodi, il lato con lo stoma (l'apertura) e quello opposto; nei bivalvi, la superficie esterna (convessa) e quella interna (concava). Potranno anche allestirsi fogli dedicati ad una sola specie per mostrarne la variabilità conchigliare

o la varietà ontogenetica (esemplari di dimensioni diverse). Per gradi intermedi si potrà passare a soluzioni più elaborate e costose, quale l'esposizione in vetrinette di serie di scatolini contenenti i diversi esemplari di conchiglie o una loro selezione.

L'APPROFONDIMENTO DELLO STUDIO DELLA FAUNA MARINA
Ciò potrà conseguirsi mediante visite a mercati ittici e ad acquari marini e contribuirà ad ampliare gli orizzonti conoscitivi relativamente alla biodiversità. Molto istruttive sono anche le passeggiate lungo le spiagge dopo poderose mareggiate, per via della varietà di organismi vegetali ed animali spiaggiati, alcuni dei quali ancora in vita, nonché di oggetti costruiti dall'Uomo. Il confronto con altri mari o zone geografiche del nostro Paese, al fine di verificare differenze nella biodiversità malacologica. Ciò potrà essere fatto dalla stessa scolaresca mediante l'esame di sedimenti raccolti in altre zone oppure mediante l'organizzazione del lavoro fra scuole di regioni diverse.

LO STUDIO ETIMOLOGICO DEI NOMI SCIENTIFICI DEI MOLLUSCHI

In moltissimi casi, i molluschi sono stati battezzati dagli zoologi con nomi evocativi di peculiarità morfologiche; ci basti un esempio: *Venus verrucosa* (noce o tartufo), nome che ricorda la rugosità della conchiglia. In altri casi, i nomi scientifici indicano la località geografica della prima segnalazione scientifica; esempio: *Mytilus galloprovincialis* (la comune cozza nera o mitilo). Vi sono poi i nomi dedicati a personaggi importanti, ad amici, a congiunti; bellissima è la storia del nome del gasteropode *Natica josephina*, dove Giuseppina è la Bonaparte: non la racconto, in quanto ciascun lettore può immaginarla da sé (ora il nome generico del mollusco è stato cambiato, per motivi tassonomici, da *Natica* a *Neverita*, facendo venir meno la caustica salacità della storiella). A proposito, per fare esercizio, svelate il significato di *Smaragdia viridis viridemar*.

Giocando coi nomi, si potrà approfondire la nomenclatura popolare locale dei molluschi più cospicui (i micromolluschi non hanno nomi comuni). Dal lavoro in questione, infine, potrà scaturire tutta una serie di domande, che a loro volta potranno generare il desiderio di approfondimenti specifici. Ne do qualche cenno sintetico nella tabella.

Quanto detto finora costituisce un insieme di idee da considerarsi alla stregua di fonte di ispirazione per i docenti di scienze naturali, piuttosto che guida da seguire pedissequamente. Il lavoro con le conchiglie spiaggiate, peraltro, accrescerà il suo valore con la compartecipazione dei docenti delle più varie discipline: materie tecniche per foto, allestimento di cataloghi, di collezioni, uso del computer, ...; educazione artistica per la realizzazioni di disegni,

Domanda	Approfondimento possibile
Perché c'è tanta biodiversità?	Evoluzionismo
Perché le conchiglie spiaggiano?	I movimenti del mare
Dove vivono questi molluschi?	Ecologia marina, con riferimenti locali
Di che materiale sono fatte le conchiglie?	Meccanismi di apposizione del carbonato di calcio
Come viene costruita la conchiglia e come cresce?	Le funzioni del mantello nei molluschi / L'accrescimento scheletrico nei vertebrati
Che fine fanno le conchiglie dopo la morte del mollusco?	Geologia: I molluschi come costruttori delle rocce organogene / Paleontologia: I fossili
Perché molte conchiglie sono frammentate?	Meccanismi clastici
Chi perfora le conchiglie?	Predazione e reti alimentari
Perché i nomi scientifici sono in latino?	Universalità della nomenclatura scientifica
Perché i nomi scientifici delle specie sono doppi (binomi)?	Le regole della nomenclatura scientifica e la loro genesi

plastici, ...; materie letterarie per la ricerca nella letteratura di scritti dedicati a conchiglie e molluschi, etimologia, ...; lingue straniere per le letterature straniere, ausilio nell'esame di pagine web in inglese, ...; matematica per le elaborazioni statistiche.

Le positività

Al fine di rafforzare la proposta qui presentata, mi preme sottolineare alcuni aspetti positivi dello studio delle conchiglie nel detrito. Va soprattutto evidenziato che, per questo tipo di osservazioni, non viene ucciso alcun animale; fatto che gli conferisce un plus valore morale di rilievo (4). Al contempo, tuttavia, si realizza un approccio corretto all'analisi della biodiversità, conseguendo risultati misurabili e confrontabili.

Va pure posto in rilievo che la stragrande maggioranza degli animali presenti in Natura è di piccole dimensioni; questo fatto è sorprendente per scolari e studenti abituati a confrontarsi col mondo circostante, fauna compresa, con il metro delle scale dimensionali connaturate alla propria realtà corporea.

Per mezzo della classificazione delle conchiglie, lo scolaro sarà avvicinato concretamente alla sistematica, e potrà meglio comprendere gli schemi sistematici e gli *Alberi della Vita* nei testi e nel *web* (5). Gli studenti più grandi potranno anche confrontarsi con le problematiche nomenclaturali, fra cui, ad esempio, il rapporto fra creazione e imposizione di nomi da parte dell'Uomo; illuminante, a tal proposito, è *Le Vie dei Canti* di Bruce Chatwin (6).

Un ulteriore effetto collaterale positivo potrà essere la comprensione delle funzioni dei musei naturalistici.

Un aspetto niente affatto marginale e finora lasciato sottinteso è la facilità della raccolta del detrito organogeno conchigliifero, materiale biologico a tutti gli effetti anche se inerte; gradevole da maneggiare ed appagante il nostro senso estetico. È questo un materiale conservabile tal quale e trasportabile senza difficoltà, anche per posta, quindi ottenibile pure da parte di scuole lontane dal mare, tramite persone amiche che col mare hanno contatti.

Conclusione

Desidero concludere ricordando ai docenti un elemento essenziale, sopra adombrato, che essi avranno cura di trasmettere agli studenti: l'appartenenza delle conchiglie ad esseri viventi. Ognuna di esse è stata costruita da un mollusco dotato dell'afflato della vita; vita che ogni ragazzo deve imparare a rispettare, a prescindere dalle dimensioni dell'organismo vivente. A tal proposito mi torna alla mente il termine castigliano *quisquilla*, che per gli spagnoli ha il duplice significato di *inezia* (così come l'italiano *quisquilia*) e di *gamberetto*, come se certi minuti organismi marini avessero un valore insignificante, poco più della spazzatura (il latino *quisquiliae* sta per immondezza, spazzatura). Facciamo sì che non venga dimenticato il valore intrinseco degli organismi marini partecipi della biodiversità globale, sia che si tratti di gamberetti che di micromolluschi.

Giambattista Bello

Riferimenti bibliografici

- J. C. Garcia Gomez *Estudio comparado de la tanatocenosis y biocenosis malacológicas del estrecho de Gibraltar y áreas próximas* IBERUS 3: 75-90, 1983
- R. M. Warwick, J. Light *Death assemblages of molluscs on St Martin's Flats, Isles of Scilly: a surrogate for regional biodiversity?* BIODIVERSITY AND CONSERVATION, 11: 99-112, 2002
- G. Bello, A. Ciccolella, P. Paparella (in stampa) *Variabilità spaziale di una tanatomalacocenosi dell'Area Marina Protetta di Torre Guaceto (Adriatico sud-occidentale)*. THALASSIA SALENTINA
- A. Ciccolella, G. Bello, 2006 *Lo studio delle tanatomalacocenosi per la definizione della malacodiversità nelle Aree Marine Protette* BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA, 13(1), 2006
- L. Cozzi TOL - *L'Albero della Vita* NATURALMENTE, 18 (2): 26-30; 18(3): 9-17, 2005
- B. Chatwin *Le Vie dei Canti* (traduzione di S. Gariglio, 1988), Adelphi Edizioni, Milano

Dimorfismo sessuale ed evoluzione: difformità e di-funzione

GIAMBATTISTA BELLO

Premessa

La partecipazione al *Darwin Day 2006* di Bari (1) mi ha indotto a riflettere sulla problematica dell'insegnamento dell'evoluzionismo. E' paradossale che gli onesti insegnanti di Scienze biologiche e naturali debbano stare a difendere conoscenze oramai ben acquisite e, addirittura, passare a contrattaccare -il *Darwin Day* in Italia è nato anche per questo- chi, per compiaciuta ignoranza o biechi interessi, nega l'esistenza dell'evoluzione biologica. Dobbiamo ancora impiegare malamente il nostro tempo per difendere la sfericità della Terra o l'eliocentrismo, piuttosto che insegnare il nuovo agli allievi?

Per quel che mi riguarda, la considerazione che "in biologia nulla ha significato se non alla luce dell'evoluzione" (Theodor Dobshansky) è implicita a qualunque osservazione o ricerca biologica si faccia.

Forma e funzione

L'area concettuale di *forma e funzione* può costituire una delle modalità per avvicinarsi all'insegnamento dell'evoluzionismo nelle scuole (2). Osserviamo forme ed ipotizziamo funzioni: le gambe servono per camminare, le ali per volare... Questo metodo, peraltro, può dirci di più se utilizzato in maniera comparativa. Ad esempio, la scienza medica, soprattutto nel passato, si è avvalsa dell'osservazione del disfunzionamento di un dato organo in condizioni patologiche per giungere alla comprensione delle sue funzioni normali. A mio avviso, comparazioni molto feconde possono essere condotte fra gli organismi dei due sessi di una stessa specie. In pratica, si tratta di rispondere alla domanda: "Perché quest'organo è fatto così nelle femmine e così nei maschi?" La validità della risposta (= ipotesi) è a volte immediatamente palese, a volte può essere verificata tramite sperimentazione, altre volte può restare ipotetica in quanto di difficile verifica. Comunque sia, noi oggi sappiamo che la presenza e la morfologia degli organi dimorfici sono scaturite da eventi evolutivi, passando attraverso il vaglio della selezione naturale. Possiamo sostenere, in linea generale, che se una certa struttura si è evoluta diversamente nei due sessi, essa svolge funzioni differenziate; come dire, parafrasando la locuzione *forma e funzione: difformità e di-funzione*.

Nelle specie sessuate, i membri dei due sessi presentano corredi cromosomici in piccola parte differenti, il che spiega come certi organi e funzioni, che di quei

corredi sono la manifestazione fenotipica, siano in qualche misura differenti. Prendiamo ad esempio la specie da noi meglio conosciuta: la nostra, *Homo sapiens*. Tutte le persone dotate di un minimo di cultura biologica sanno delle differenze cromosomiche fra i due sessi, evidenti nei cromosomi sessuali o eterocromosomi X e Y; tutti, compresi i più ignoranti in biologia, sanno delle sostanziali differenze morfologiche fra uomo e donna, come pure delle principali differenze relative alla fisiologia della riproduzione. In questo contesto, formuliamo qualcuna di quelle domande di cui si diceva sopra: "Perché le donne hanno il bacino di proporzioni più ampie degli uomini?" o più correttamente "Perché nella femmina della specie umana si è evoluto un bacino proporzionalmente più ampio di quello del maschio?". La risposta, nota a noi tutti, ha a che vedere con la riproduzione vivipara placentale della specie. Altro esempio di domanda, che presuppone una risposta più ipotetica: "Perché la femmina ha evoluto una pilosità corporea meno densa di quella maschile?"

Il *giochino* di evidenziare i vari elementi del dimorfismo sessuale ed ipotizzare i motivi della loro evoluzione può essere condotto su qualunque entità specifica animale e può contribuire a far comprendere vari aspetti della biologia della specie osservata. Soprattutto, questo *giochino* ha come ovvio ed inequivocabile substrato il pensiero dell'evoluzione biologica e accingersi a giocarlo significa aderire automaticamente ad esso.

Le clave delle seppie

Come esempio più fine del *giochino*, riporto alcune osservazioni condotte su alcuni molluschi cefalopodi decabrachi, seppie e sepiolidi, dotati di dieci braccia: otto corte e due lunghe, *tentacoli* o braccia tentacolari. Queste due braccia più lunghe, estensibili e retraibili, sono munite di ventose solo all'estremità a formare la *clava* o *mazzza tentacolare* (Fig. 1), la cui funzione precipua è di catturare, tramite rapidissima estroflessione, le prede. Le clave, pertanto, rappresentano l'organo di presa del cibo, come le chele dei crostacei, le mani delle scimmie e così via.

Le specie oggetto di osservazione sono le due seppie mediterranee minori, *Sepia elegans* e *Sepia orbignyana*, ed il sepiolide *Rossia macrosoma* (Fig. 2). Diciamo subito che poco si sa della biologia e, soprattutto, dell'etologia di queste specie, i cui habitat preferenziali si estendono

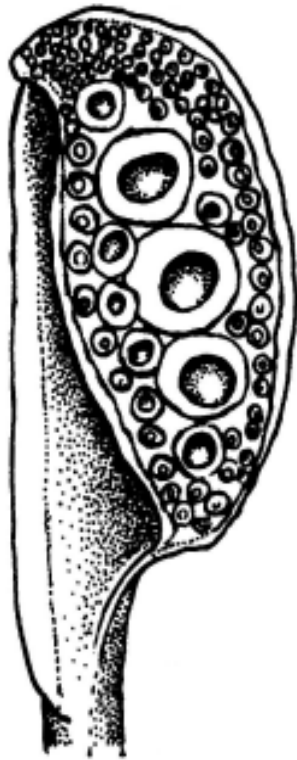


Fig. 1. Clava tentacolare di *Sepia orbignyana* (da Mangold e Boletzky, 1987).

In proposito, è opportuno sottolineare che i rapporti fra le diverse misure corporee nei cefalopodi osservati (come pure negli altri organismi animali) sono di tipo allometrico, variano cioè durante la crescita corporea (Fig. 3). Tali rapporti, pertanto, sono adeguatamente descritti da equazioni allometriche del tipo $y = ax^b$ (4).

al di sotto del limite inferiore dell'infralitorale (-50 m) (3), cefalopodi di difficile mantenimento in acquario, al contrario di altri cefalopodi, come la seppia comune, *Sepia officinalis*, che rappresenta un vero animale da sperimentazione. Anticipiamo che, di conseguenza, la verifica sperimentale delle ipotesi avanzate più innanzi rimane di difficile realizzazione.

Qui di seguito vengono esposti in maniera piuttosto concisa i risultati di osservazioni sperimentali descritte in dettaglio negli articoli citati in bibliografia, realizzati col supporto della statistica biometrica.

1^a OSSERVAZIONE

Maschi e femmine di questi cefalopodi hanno proporzioni corporee diverse: a parità di lunghezza, le femmine sono più larghe e più pesanti (5).

Ipotesi

La maggiore larghezza delle femmine si è evoluta per contenere un numero più alto di uova, che in queste specie sono relativamente grandi (diversi mm), e, quindi, conseguire una maggiore fecondità.

Commento

Questo tipo di dimorfismo sessuale, con le femmine più larghe dei maschi, è ben noto in una gran varietà di organismi marini anche filogeneticamente distanti, come tantissimi cefalopodi, crostacei, pesci ossei e cartilaginei, e così via. L'ipotesi sopra avanzata è, pertanto, comunemente accettata senza necessità di ulteriore verifica.

2^a OSSERVAZIONE

Le femmine crescono più velocemente dei maschi e raggiungono dimensioni maggiori in una stessa lunghezza di tempo (6).

Ipotesi

Il raggiungimento di maggiori dimensioni corporee nelle femmine si è evoluto per contenere un numero più alto di uova e conseguire una maggiore fecondità.

Commento

Anche questo aspetto del dimorfismo sessuale è ben noto in una gran varietà di organismi marini e, anche in questo caso, l'ipotesi sopra avanzata è comunemente accettata.

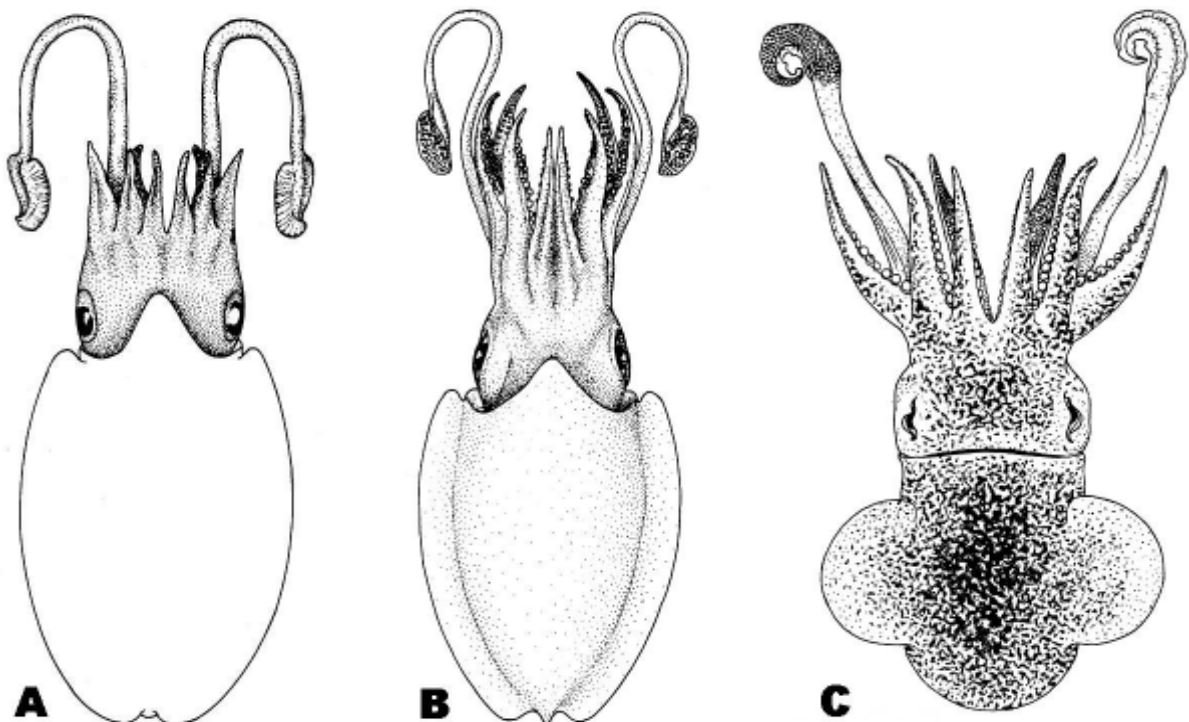


Fig. 2. *Sepia elegans* (A), *Sepia orbignyana* (B) e *Rossia macrosoma* (C) (da Mangold e Boletzky, 1987).

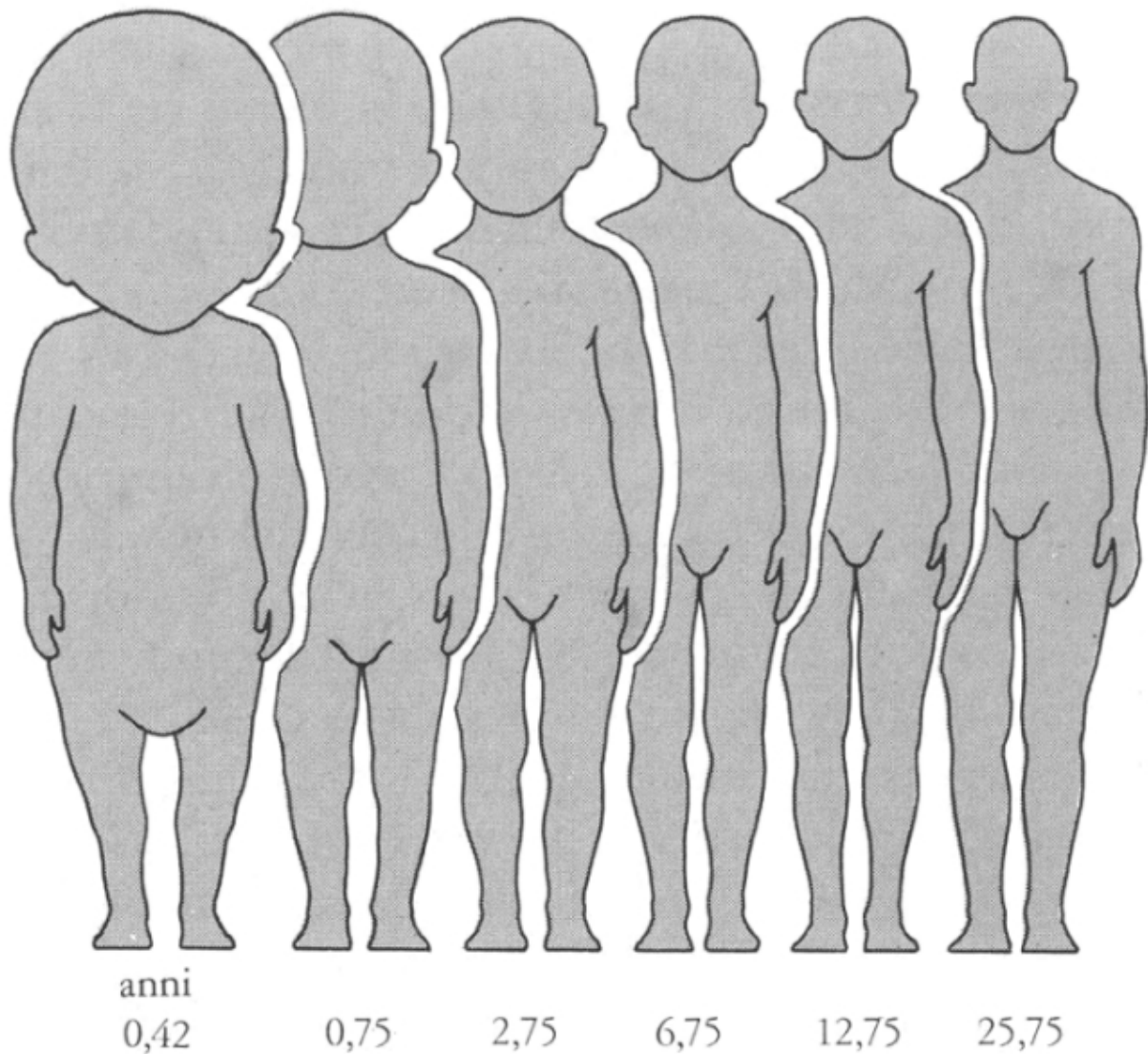


Fig. 3. Cambiamento delle proporzioni corporee nell'Uomo, quale esempio di crescita allometrica (da McMahon & Bonner, 1990).

3^a OSSERVAZIONE

Le femmine hanno clave tentacolari proporzionalmente più lunghe dei maschi (7, 8, 9).

Ipotesi

La maggiore dimensione delle clave nelle femmine favorisce la cattura e l'assunzione di una maggiore quantità di cibo e, di conseguenza, un più rapido accrescimento somatico ed una migliore *condizione corporea* (ossia un peso più elevato a parità di lunghezza, a cui corrisponde un migliore stato generale di salute) (Fig. 4).

Verifica

L'ipotesi che le clave più grandi nelle femmine favoriscano una maggiore cattura di cibo è corroborata dalla presenza di quantità di cibo in media più elevate nelle femmine che nei maschi (7, 8) e, in particolare, di prede di maggiori dimensioni nelle femmine (9).

Ulteriore verifica

Con un procedimento statistico aggiuntivo (10), viene dimostrato che, a prescindere dal sesso, gli individui con clave più lunghe della media sono più pesanti a

parità di lunghezza; hanno, cioè, una migliore *condizione corporea*. Questa, infatti, dipende dalla quantità di cibo ingerita nel periodo di tempo precedente l'osservazione; in un certo senso essa registra l'effetto cumulativo nel tempo del cibo ingerito.

Commento

E' noto che, in tutte le specie animali, gli individui con una migliore *condizione corporea* hanno in media un più elevato potenziale riproduttivo, sia perché hanno più probabilità di sopravvivere fino alla riproduzione, sia perché producono una più ampia progenie. Pertanto, la dimostrazione di una relazione diretta fra lunghezza delle clave tentacolari (organi di cattura del cibo) e *condizione corporea* in entrambi i sessi di due specie diverse di seppia implica eventi evolutivi. Gli individui con migliore *condizione corporea* sono selezionati positivamente, con tutte le loro caratteristiche ereditarie, fra cui le maggiori dimensioni della clava tentacolare. Inoltre, poiché le spinte evolutive sono spesso diverse nei due sessi (11) e poiché la *condizione corporea* ha effetti



Fig. 4. Maschio (a sinistra) e femmina (a destra) di seppia con clave dei tentacoli proporzionalmente diverse; le femmine riescono a catturare ed assumere quantità di cibo maggiori dei maschi e, di conseguenza, crescono più velocemente e sono più grosse [disegno di Francesco Attolini].

più rilevanti nelle femmine che nei maschi per via della produzione di uova, è plausibile ipotizzare che, nelle femmine, ci sia stata una più forte spinta evolutiva nella selezione dei caratteri favorevoli la migliore *condizione*, fra i quali, per l'appunto, le maggiori dimensioni delle clave tentacolari. Si spiega così perché le femmine hanno clave tentacolari più lunghe dei maschi. In definitiva, il dimorfismo relativo alle *clave tentacolari*, così come lo rileviamo oggi, è il risultato dell'evoluzione biologica.

Conclusioni

In alcune specie di cefalopodi (quali quelle di seppie e di sepiolide qui discusse), il dimorfismo sessuale si manifesta anche con differenze in apparenza non direttamente legate alla riproduzione: femmine in proporzione più larghe dei maschi e a crescita somatica più rapida, clave tentacolari più lunghe nelle femmine, cibo assunto in quantità maggiori dalle femmine. E tali differenze, alla luce delle osservazioni sopra riferite, si rivelano derivate da fenomeni evolutivi differenziali nei due sessi, sotto la spinta evolutiva favorente l'aumento della fecondità femminile. Più in generale, il caso qui presentato, insieme a mille e mille altri, dimostra come maschi e femmine di una stessa specie hanno avuto storie evolutive diverse, almeno per certi aspetti. Il caso delle clave tentacolari dei cefalopodi rappresenta, quindi, una sia pur piccola ulteriore verifica di come i meccanismi dell'evoluzione abbiano lavorato e sono tuttora al lavoro per dare forma a tutti gli aspetti morfologici e fisiologici degli organismi viventi.

Gianbattista Bello

Riferimenti bibliografici

- (1) www.anisn.it/puglia/darwin_day/darwinday_2006/darwinday2006.pdf
- (2) R. Roberto *L'insegnamento dell'evoluzione nella scuola* DARWIN DAY 2004-2005, Servizio Editoriale Universitario, Bari, 183-194, 2005
- (3) K. Mangold, S.V. Boletzky *Céphalopodes. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche* (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. FAO, Rome: 633-714, 1987
- (4) T. A. McMahon, J. T. Bonner *Dimensioni e vita* NUOVI CLASSICI DELLA SCIENZA, 12, Zanichelli Editore, Bologna, 1990
- (5) G. Bello *Length-weight relationship in males and females of Sepia orbignyana and Sepia elegans (Cephalopoda: Sepiidae)* RAPPORTS ET PROCÈS-VERBAUX DES RÉUNIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR L'EXPLORATION SCIENTIFIQUE DE LA MER MÉDITERRANÉE, 31(2): 254, 1988
- (6) G. Bello *Dimorphic growth in male and female cuttlefish Sepia orbignyana (Cephalopoda: Sepiidae) from the Adriatic Sea* HELGOLAND MARINE RESEARCH, 55: 124-127, 2001
- (7) G. Bello *Relationship between tentacle club length and body size in Sepia elegans* ACTA OF THE FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE CUTTLEFISH *SEPIA*, Caen: 93-98, 1991
- (8) G. Bello *Bearing of tentacle club length on food intake and body growth in males and females of Rossia macrosoma (Cephalopoda: Sepiolidae)* BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA, 5(1): 90-96, 1998
- (9) G. Bello, G. Piscitelli *Effect of sex on tentacular club development and relationship with feeding efficiency and growth in Sepia orbignyana (Cephalopoda, Sepiidae)* OPHELIA, 53: 113-118, 2000
- (10) G. Bello *Tentacle club length and body condition in the cuttlefishes Sepia elegans Blainville, 1827 and Sepia orbignyana Férussac, 1826 (Cephalopoda: Sepiidae)* ZOOLOGISCHER ANZEIGER, 244: 187-192, 2006
- (11) M. Andersson *Sexual selection* Princeton University Press, Princeton, N. J., 1994

Il polpo a vela

GIAMBATTISTA BELLO

La storia dell'argonauta

I vecchi marinai raccontano di quegli strani polpi che, nella luce dell'aurora, veleggiavano alla superficie del mare; unici nell'abitare una traslucida navicella, in cui si lasciano trasportare mollemente dai movimenti dell'acqua.

Fra le decine e decine di nomi assegnati all'argonauta nel volgere dei secoli, quello che preferisco è *polpo a vela*. Con esso i pescatori della mia terra lo battezzarono, chissà quando, evocando le sue capacità di veleggiare, grazie a una sorta di membrana-vela; capacità, tuttavia, solo presunta, giacché l'argonauta non apre vele al vento. Nell'errore i pescatori pugliesi sono in ottima compagnia; infatti anche il grande naturalista Plinio aveva descritto come il *Nautilus* -così, all'epoca, era denominato l'argonauta- salisse alla superficie del mare e, dopo aver espulso dall'imbuto il suo carico d'acqua per alleggerirsi, apriva a mo' di vela una sottile membrana fra due braccia ripiegate all'indietro. Ma, come soleva dire la mia nonna: *sopra il fine, c'è l'extrafine*. Cosicché, il fine Plinio fu sconfessato dall'extrafine C. Keller, che nel suo *Die antike Tierwelt* del 1913 sosteneva che "in realtà, l'animale, quando il mare è calmo, adopera le braccia lobate *come remi*, non come vele." Il Keller, insomma, la sparava ancora più grossa! Dobbiamo attendere ancora qualche anno per poter leggere una corretta descrizione della locomozione dell'argonauta ad opera di Adolf Naef (1923) (1), uno svizzero di lingua tedesca che condusse i suoi studi presso la gloriosa Stazione Zoologica di Napoli e viene considerato il più grande teutologo della prima metà del XX secolo e padre della teutologia moderna. Naef, a proposito delle spiegazioni di Plinio e Keller, scriveva: *ovviamente, sono entrambe erronee*, in quanto l'argonauta si sposta nel mezzo acqueo *a reazione* espellendo acqua dal sifone, come tutti gli altri cefalopodi. Le membrane delle due braccia dorsali hanno la specifica funzione di costruire il nicchio pergamenaceo che l'animale si porta dietro e non quella di veleggiare o di remare; peraltro, le due braccia che portano le membrane e le stesse membrane non possiedono quel minimo di rigidità indispensabile a fungere da vela o da remi.

Si può leggere da qualche parte che il nicchio dell'argonauta ha una funzione protettiva verso i predatori. Niente di più sbagliato, poiché -anche qui ci viene in soccorso Adolf Naef- quel guscio ha le pareti troppo sottili. E noi aggiungiamo che la presenza del nicchio, sotto questo profilo, rappresenta piuttosto un impedimento, in quanto aumenta la resistenza agli spostamenti attraverso il denso mezzo acqueo; osservate, per

confronto, la linea idrodinamica di un polpo che fugge velocemente, con il mantello allungato in avanti e le braccia raccolte indietro. D'altro canto, non c'è neanche bisogno di fare ricorso alle conoscenze di idrodinamica: i pochi fortunati osservatori di argonauti viventi avranno di certo notato la relativa lentezza dei loro spostamenti orizzontali, con il nicchio che beccheggia dolcemente ad ogni ciclo di espulsione di acqua dall'imbuto. A riprova della scarsa difesa opposta dalla fragile conchiglia, resti di argonauti sono stati rinvenuti nello stomaco di vari predatori, fra i quali il poderoso pesce spada, il pigro squalo verdesca e, persino, il piccolo gattuccio boccanera; a un tale destino non sfuggono altri ottopodi pelagici ben più veloci dell'argonauta, come il polpo pignatta *Ocythoe tuberculata* e il polpo palmato *Tremoctopus violaceus* (2).

Funzioni del nicchio

E veniamo, finalmente, alla vera funzione del nicchio dell'argonauta: contenere le uova deposte affinché la femmina possa *covarle*, cioè incubarle, trascinandosele dietro, mentre naviga liberamente per i mari. Infatti, solo le femmine sono munite di nicchio, che comincia a formarsi a partire da poche settimane di vita, quando l'animale ha meno di 2 cm di lunghezza. Del maschio, nano e misterioso, diremo in altra occasione.

La quasi totalità degli argonauti femmina rinvenuti spiaggiati o catturati porta all'interno del nicchio-ooteca grappoli di uova minute, a centinaia, attaccati alla sua chiglia. Insomma, il leggerissimo e fragile nicchio svolge per l'argonauta la stessa funzione che una grotticella del fondo marino svolge per il polpo comune. A differenza del polpo comune che depone tutte insieme le sue centinaia di migliaia di uova -per questo è stato definito *big bang spawner*- la femmina dell'argonauta ne depone un pacchettino di poche decine al giorno, cosicché i piccoli festoni appesi nel suo nicchio contengono uova a diverso stadio di sviluppo (3). Tale modalità di deposizione delle uova viene definita *multipla*, in contrapposizione a quella singola del polpo comune, ed è ben adeguata agli spazi ridotti del nicchio-ooteca.

Gli ottopodi inquadri nella superfamiglia Argonautoidea sono cefalopodi pelagici, viventi cioè nella colonna d'acqua, derivanti da antenati bentonici (di questa superfamiglia fanno parte le famiglie Argonautidae, un solo genere con sei specie; *Ocythoidae*, monospecifica; *Tremoctopodidae*, un solo genere con quattro specie (4)). Hanno, pertanto, sviluppato adattamenti per vivere nell'habitat pelagico, tramite l'evoluzione di tutta

una serie complessa e armonizzata di caratteri. In particolare gli ottopodi pelagici hanno dovuto *risolvere* due problemi, il galleggiamento più o meno neutro nella colonna d'acqua e l'incubazione delle uova.

Relativamente al problema delle uova, un ottopode passato alla vita pelagica ha ipoteticamente tre fondamentali opzioni per la sua risoluzione:

1. deporre e incubare le uova al fondo, ritornando alla vita bentonica nell'ultima fase della vita, ciò significa non aver conquistato completamente l'ambiente pelagico; tanto avviene, ad esempio, nel sepiolide pelagico *Heteroteuthis dispar* (*Decabrachia: Sepiolidae*), membro di una famiglia in prevalenza bentonica, che depone le uova al fondo (5);

2. sviluppare un sistema di protezione delle uova alternativo all'incubazione, che permetta l'abbandono delle uova nella colonna d'acqua o sul fondo, ciò comporterebbe, al contempo, la produzione di capsule o nidamenti protettivi delle uova e la dismissione dell'incubazione (inversione evolutiva); tutti gli Ottopodi Incirradi, infatti, si prendono cura delle uova (6);

3. evolvere sistemi per trasportarsi dietro le uova e incubarle, continuando a vivere nell'habitat pelagico. Gli argonautoidi hanno adottato la terza soluzione, *inventando* ben tre diversi sistemi, uno per famiglia, per completare il ciclo biologico nella colonna d'acqua, senza dover né scendere al fondo per deporre e incubare le uova né rinunciare all'incubazione. Sono divenuti così *olopelagici*.

Focalizzando sul genere *Argonauta*, le femmine hanno risolto il duplice problema dell'incubazione delle uova e del galleggiamento con un unico *espediente* evolutivo: la produzione del nicchio. Il sostegno nell'acqua è, con tutta probabilità, un positivo effetto collaterale dell'evoluzione del nicchio quale mezzo per il trasporto e l'incubazione delle uova. In merito al cambio di funzione di un organo o all'assunzione di ulteriori funzioni, Stephen Jay Gould (7) ci mette in guardia: *E' un chiaro errore, anche se deplorabilmente comune, supporre che l'utilità corrente di un carattere consenta di formulare un'inferenza sulle ragioni della sua origine evolutiva. L'utilità corrente e l'origine storica sono cose ben diverse. Ogni carattere, indipendentemente dal come e dal perché si sia evoluto in origine, diviene disponibile per la cooptazione di altri ruoli, spesso sorprendentemente diversi.* Nel caso del nicchio di *Argonauta*, siamo abbastanza sicuri che si sia originato per l'incubazione, grazie alla presenza di omologhe strutture alla base del primo paio di braccia (lo stesso paio che secerne il nicchio) nel genere *Tremoctopus* (1).

Sappiamo molto poco della funzione accessoria di galleggiamento del nicchio. L'argonauta, probabilmente, compie migrazioni verticali nictemerali regolando la quantità di gas nel nicchio; interessante, a tal proposito, l'esperimento compiuto da Boletzky che, insufflando aria nel nicchio con una pipetta, ne consentiva il

galleggiamento (8). E' ben noto, poi, che le femmine di argonauta hanno vita brevissima in acquario (pochi giorni), anche se regolarmente alimentate; ciò forse dipende dall'impossibilità di compiere spostamenti verticali nel ridotto spazio di una vasca (9).

Tempo fa qualcuno scrisse, rivolgendosi a un lettore del futuro, "Non potrai mai vedere un argonauta; è un furto e non lo saprai". Si riferiva alla rarefazione degli argonauti in atto nei nostri mari. Non si conoscono bene i fattori di tale declino, ma di certo vi contribuisce l'inquinamento da idrocarburi, la cui presenza in forma di sottile pellicola superficiale in molte aree del Mediterraneo lede, per probabile interferenza coi processi respiratori, gli argonauti che all'aurora risalgono alla superficie del mare.

Una visione alternativa della nascita degli organi

Con le sue *Just so stories* Rudyard Kipling raccontava ai figlioletti in che modo era venuta la gobba al dromedario, la pelle a pieghe al rinoceronte, la pelle maculata al leopardo. La proboscide, ad esempio, era venuta dapprima a un curioso Elefantino che aveva chiesto al Coccodrillo cosa avrebbe mangiato a pranzo.

"Avvicinati, piccolo -disse il Coccodrillo- e te lo dirò in un orecchio."

L'Elefantino avvicinò la testa alla bocca muscosa e dentuta del Coccodrillo e il Coccodrillo lo afferrò per il naso, che fino a quella settimana, a quel giorno, a quell'ora e a quel minuto era stato non più grande di uno stivale. "Penso, -disse il coccodrillo- penso che oggi comincerò con un elefantino!"

Ciò, miei cari amati, irritò tantissimo l'Elefantino che, parlando nel naso, disse: "Lasciabi sdare! Bi fai bale!" E allora il Serpente-pitone-bicolore saettò dalla riva dicendo: "Mio giovane amico, se ora, immediatamente e all'istante, non tiri con tutte le tue forze, è mia opinione che la tua nuova conoscenza in soprabito di pelle pezzata -e con ciò intendeva il Coccodrillo- ti tirerà sotto la limpida corrente prima che tu possa emettere una parola." (E' questo il modo in cui parlava sempre il Serpente-pitone-bicolore.)

Allora l'Elefantino si accovacciò e tirò, tirò, tirò e il suo naso cominciò ad allungarsi. E il Coccodrillo, intorbido l'acqua a colpi di coda, tirò, tirò, tirò.

E il naso dell'Elefantino continuò ad allungarsi; e l'Elefantino puntò le quattro zampe e tirò, tirò, tirò e il naso continuò ad allungarsi; e il Coccodrillo, sbattendo la coda come un timone, tirò, tirò, tirò, e a ogni strattone il naso dell'Elefantino diventava sempre più lungo, e come gli dooleevavaa!

Allora l'Elefantino sentì scivolarli le gambe e parlò nel naso, che nel frattempo si era allungato di un metro e mezzo, "Questo è drobbio ber be!"

Allora il Serpente-pitone-bicolore scese dalla riva e si legò a doppio nodo parlato alle gambe posteriori

dell'Elefantino e disse: "Precipitoso e inesperto viaggiatore, ora ci dedicheremo seriamente a un po' di trazione maggiorata, altrimenti è mia impressione che quell'automovente nave da guerra sopraccorazzata che sta lì sotto -e con ciò, miei cari amati, intendeva il Coccodrillo- metterà a definitivo repentaglio la tua futura carriera." (E' questo il modo in cui parlava sempre il Serpente-pitone-bicolore.)

E così il Serpente-pitone-bicolore tirò e l'Elefantino tirò e il Coccodrillo tirò; ma l'Elefantino e il Serpente-pitone-bicolore tirarono più forte; e alla fine il Coccodrillo mollò il naso dell'Elefantino con un *plop* che si sentì per tutto il corso del fiume. (10)

Questa è una delle storie che Kipling aveva inventato per i suoi figlioli e che doveva raccontare loro sempre esattamente con le stesse parole -da cui il titolo *Just so stories*. In aggiunta alla concezione kiplinghiana dell'origine della proboscide elefantina, me ne vengono in mente altre due: 1) creazione della proboscide, così com'è oggi, ad opera di Dio, contestualmente alla creazione degli Animali (sesto giorno della Genesi); 2) allungamento per gradi del naso lungo la linea evolutiva che ha portato alla nascita delle specie attuali di elefanti, attraverso un percorso di oltre 35 milioni di anni.

Similmente, per quel che concerne l'origine del nicchio dell'argonauta, potete pensare che esso sia il frutto di un atto creativo divino istantaneo o, in alternativa, di un lento processo evolutivo. O, ancora, se nessuna delle due precedenti ipotesi vi soddisfa, potete inventarvi una storia alla Kipling.

Ad esempio: "C'era una volta un Polpetto birichino (ma in realtà era una Polpetta) che, allontanatosi dalla tana, notò una bellissima fanciulla di nome Venere. Questa, stanca di nuotare, si faceva pigramente trasportare da onde e vento in una delicata e traslucida navicella. Giunta a riva e ormeggiata la navicella alle fronde di posidonia, Venere si recò all'incontro col moroso, che di nome faceva Marte. La furba Polpetta, dimentica dei valori morali relativi alla proprietà dei beni mobili e conscia della totale distrazione di Venere, in altri affari con Marte impegnata, si introdusse nella navicella e la disormeggiò per andare a farsi un giretto. Scoperta la comodità del veleggiare in nicchio, da quel momento non lo abbandonò più. Più tardi, raggiunta la maturità, intuì la possibilità di fissare le sue uova all'interno del nicchio e covarle lì, senza dover più tornare al fondo e adattarsi a una volgare grotticella per la bisogna della cova, come fanno tutte le altre polpe. Decise pure di cambiare, insieme allo *status*, il nome: *da oggi mi chiamerò Argonauta* disse. E fu così che ebbe origine il nicchio dell'argonauta."

Questo articolo potrà sembrarvi poco serio, lo so. Ancora meno serie, però, sono le proposte di creazionisti e propugnatori dell'*intelligent design*. E' mia aspira-

zione rimarcare come, alla luce della caterva di documentazione scientifica oggi a nostra disposizione, le proposte dei creazionisti valgono, sotto il profilo scientifico, quanto le favole dell'Elefantino di Kipling e del Polpetto birichino; ma almeno le favole rivestono valori ludici e pedagogici.

Giambattista Bello

Note

- (1) A. Naef *Die Cephalopoden* FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL, 35(I, I): 1-863, 1923
- (2) G. Bello *Teuthophagous predators as collectors of oceanic cephalopods: the case of the Adriatic Sea* BOLLETTINO MALACOLOGICO, 32: 71-78, 1997
- (3) K. N. Nesis *The biology of paper nautilus*, Argonauta boettgeri and Argonauta hians (Cephalopoda, Octopoda), in the Western Pacific Ocean and the seas of the East Indian Archipelago ZOOLOGICHESKY ZHURNAL, 56: 1004-1014, 1977
- (4) M. J. Sweeney *Current Classification of Recent Cephalopoda* Web page: <http://sirismm.si.edu/cephs/newclass.pdf>
- (5) S. V. Boletzky (1994) *Embryonic development of cephalopods at low temperatures* ANTARCTIC SCIENCE, 6: 139-142, 2001
- (6) S.V. Boletzky *Premières données sur le développement embryonnaire du sepiolidé pélagique Heteroteuthis dispar (Mollusca, Cephalopoda)* HALIOTIS, 9 : 81-84, 1978
- (7) S. J. Gould *Vite rapide e mutamenti bizzarri*. In *Quando i cavalli avevano le dita* (trad. de *Hen's teeth and horse's toes* 1983) Feltrinelli, Milano, 1984
- (8) S. V. Boletzky *Laboratory observations on a female Argonauta argo (Mollusca: Cephalopoda)* RAPP. COMM. INT. MER MÉDIT., Monaco, 28(5) : 289-290, 1983
- (9) G. Bello, E. Rizzi *Comportamento di tre femmine di Argonauta argo in acquario (Cephalopoda: Argonautidae)* ATTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE NATURALI E DEL MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI MILANO, 131: 450-452, 1990
- (10) Il brano è un frammento de *The Elephant's Child*, tratto dal volume di favole *Just so stories* di R. Kipling, 1902 (traduzione di G. Bello)



Argonauta argo

Il polpo coi buchi

GIAMBATTISTA BELLO

Gli ottopodi olopelagici del Mediterraneo

In un precedente scritto di questa serie dedicata ai cefalopodi ottopodi pelagici (viventi, cioè, nella colonna d'acqua) del Mediterraneo (1), abbiamo parlato degli adattamenti alla vita olopelagica della femmina dell'argonata, *Argonauta argo*, adattamenti che sottendono manifestamente un processo evolutivo. Lì, si accennava anche alle altre due specie mediterranee, pure pelagiche, della superfamiglia Argonautoidea: *Tremoctopus violaceus* (famiglia Tremoctopodidae, con un solo genere e quattro specie) e *Ocythoe tuberculata* (famiglia Ocythoidea, un solo genere e una sola specie). I cefalopodi di questa superfamiglia sono accomunati, oltre che da numerose caratteristiche morfologiche, dallo svincolamento dell'intero ciclo vitale dal fondo del mare e dalla capacità di regolare il galleggiamento nella colonna d'acqua, cioè di controllare la spinta idrostatica sollecitata dal loro corpo. Queste due peculiarità sono state acquisite, a partire da progenitori bentonici (viventi sul fondo), attraverso processi evolutivi di cui, purtroppo, non conosciamo il percorso storico per assenza di

evidenze fossili; i cefalopodi ottopodi, privi di conchiglia calcarea, fossilizzano piuttosto di rado e male. I polpi pelagici, tuttavia, condividono coi polpi bentonici numerose caratteristiche morfologiche ed eto-fisiologiche, fra le quali -per quel che riguarda il presente contesto- la fissazione delle uova ad un substrato rigido e la loro incubazione fino alla schiusa.

Il polpo coi buchi

Il nome scientifico *Tremoctopus*, che letteralmente significa *polpo coi buchi*, fu coniato nel 1830 dallo scienziato partenopeo Stefano Delle Chiaje, colpito dalla presenza di due coppie di *pori acquiferi* rispettivamente sulla faccia ventrale e su quella dorsale del capo; questi immettono in ampie cavità sottostanti. Anche *Ocythoe tuberculata* è munita di pori acquiferi, solo nella faccia ventrale del capo però, cosa che testimonia della vicinanza filogenetica fra i due generi. Sulla funzione dei pori e delle relative cavità, sono state avanzate alcune ipotesi, non corroborate da alcuna valida prova. Il nome specifico, *violaceus*, fa riferimento alla livrea dell'animale: "Il colore predominante nel *Tremoctopus violaceus* è nella parte dorsale l'azzurro con una vaga sfumatura di color rosso carminio, nella parte ventrale il grigio perlaceo con sfumature giallastre ed iridescenza argentina. Gli occhi sono azzurri" (2).

Al contrario dell'argonata, il polpo palmato -è questo il nome ufficiale italiano di *Tremoctopus violaceus*- è un animale poco conosciuto dagli stessi pescatori. Nella mia area geografica, ovvero Bari e dintorni, esisteva una denominazione vernacolare del polpo palmato, oggi del tutto obsoleta, *pulpa d'abbua*, che all'incirca significa *polpo molle come l'uovo*. Questo polpo era ritenuto urticante. Tale rilievo, per inciso, dimostra l'attenzione con cui i vecchi pescatori osservavano gli organismi marini, anche quelli più rari e poco cospicui. In effetti, i giovani individui di *Tremoctopus violaceus* spesso trasportano, con le due coppie di braccia dorsali e dorso-laterali, urticanti frammenti di meduse, presumibilmente utilizzati come arma di difesa e forse anche di offesa, per catturare le proprie prede.

Al pari degli altri argonautoidei, il maschio è nano; ne parleremo in una puntata *ad hoc*.

La femmina, che può superare i 60 cm di lunghezza totale, ha la membrana interbrachiale delle braccia dorsali piuttosto sviluppata e, soprattutto, ornata di vistosi ocelli disposti ad intervalli regolari. Questo è lo strumento segreto di difesa della femmina adulta! Allorquando si trova in cattive acque, autotomizza un frammento di braccio dorsale, con relativa membrana,

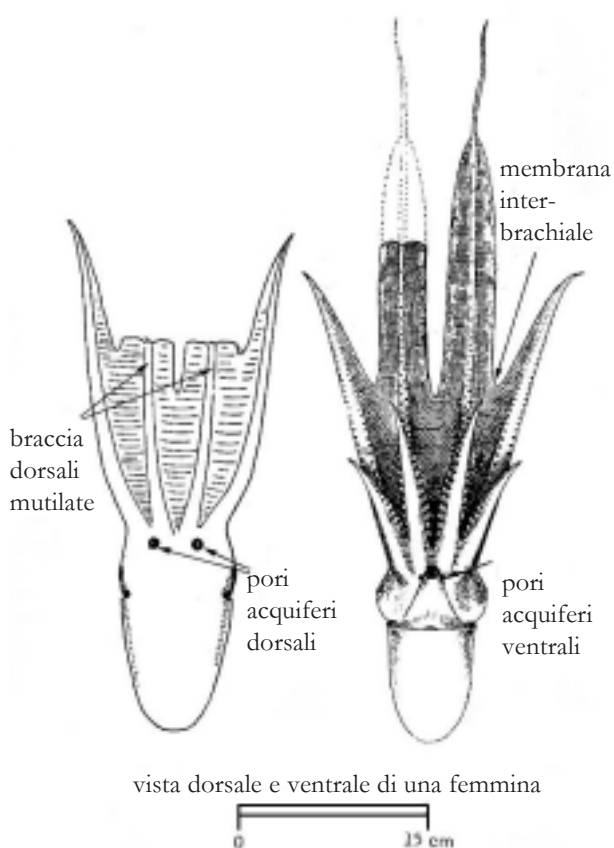


Fig. 1 Disegni schematici di femmina di *Tremoctopus violaceus*. Nella visione dorsale (sinistra), entrambe le braccia dorsali sono mutili; nella visione ventrale (destra), un braccio è integro, l'altro mutilo (da Mangold e Boletzky, 1987).

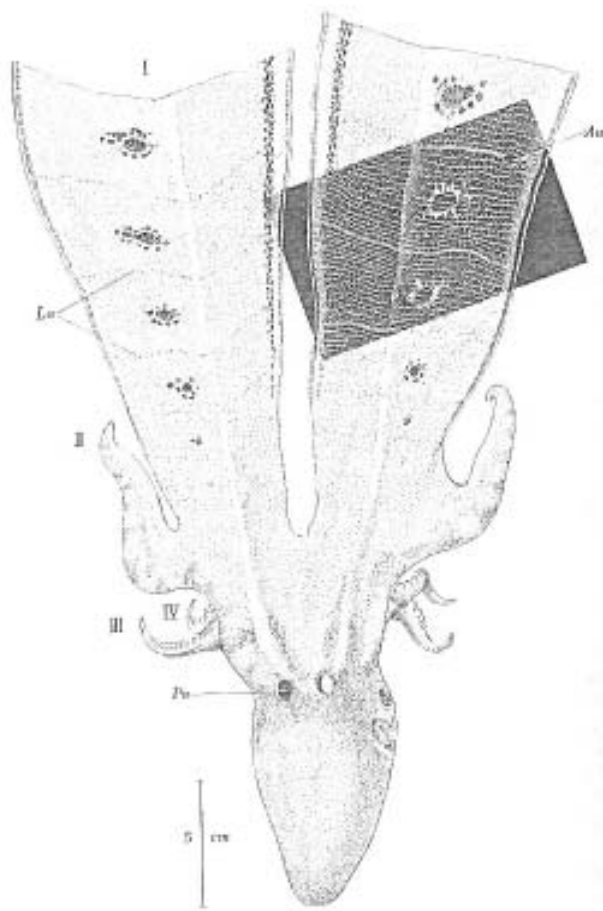


Fig. 2 Femmina di *Tremoctopus violaceus* in visione dorsale. Entrambe le braccia dorsali sono mutili; si notino, sulla membrana interbrachiale, gli ocelli e le linee di autotomia predeterminate (da Portmann, 1952).

lungo linee predeterminate, e lo abbandona dietro di sé, come un fazzolettino che, con tanto di occhio al centro, fluttua innanzi al potenziale predatore, distraendolo. Tanto, poi il braccio ricresce. Un tale tipo di difesa è, per certi versi, simile a quella del polpo comune, che sfugge ai nemici lasciando al suo posto una nuvola di inchiostro. La manovra diversiva, però, non sempre riesce e, infatti, capita, seppur di rado, di rinvenire resti di polpo palmato nello stomaco di predatori pelagici, come il pesce spada (3). E' interessante la corrispondenza del comportamento del polpo palmato (pelagico) con quello comune (bentonico); entrambi, di fronte ad una situazione di pericolo, fuggono lasciando qualcosa dietro di sé - frammento di braccio nel primo caso, pseudomorfa d'inchiostro nel secondo - per distrarre il predatore. Possiamo ipotizzare che si tratta di una sinapomorfia, cioè di un carattere presente in due (o più) taxa, derivato da uno stesso evento evolutivo.

Qualche anno addietro, un fortunato subacqueo ebbe la ventura e la prontezza di fotografare, nei pressi dell'isola di Ponza (Mar Tirreno), un meraviglioso esemplare di *Tremoctopus*, che si scoprì essere una specie esotica, *Tremoctopus gracilis*, proveniente dall'Oceano Indo-Pacifico (4). Il ritrovamento in acque mediterrane

nee di questa specie alloctona ha fatto riconsiderare criticamente le precedenti segnalazioni di polpi palmati, fra le quali spicca la presenza massiva di polpi palmati, dalla metà di luglio alla metà di agosto del 1936, nel Golfo di Trieste, registrata da Gustav Kramer (5), ricercatore dell'Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina di Rovigno d'Istria (attuale Rovinji). Sembra che quegli ottopodi, ascritti dal Kramer all'unica specie nota per il Mediterraneo, *Tremoctopus violaceus*, appartenessero in realtà all'alloctona *Tremoctopus gracilis* (4). L'errore di identificazione commesso dal biologo tedesco è scusabile, se si pensa che all'epoca era inconcepibile la penetrazione nel Mediterraneo di un cefalopode proveniente dall'Oceano Indiano. Per spiegare come esemplari di tale specie aliena siano penetrati almeno due volte nel Mediterraneo è stato invocato un meccanismo di trasporto antropico passivo (4).

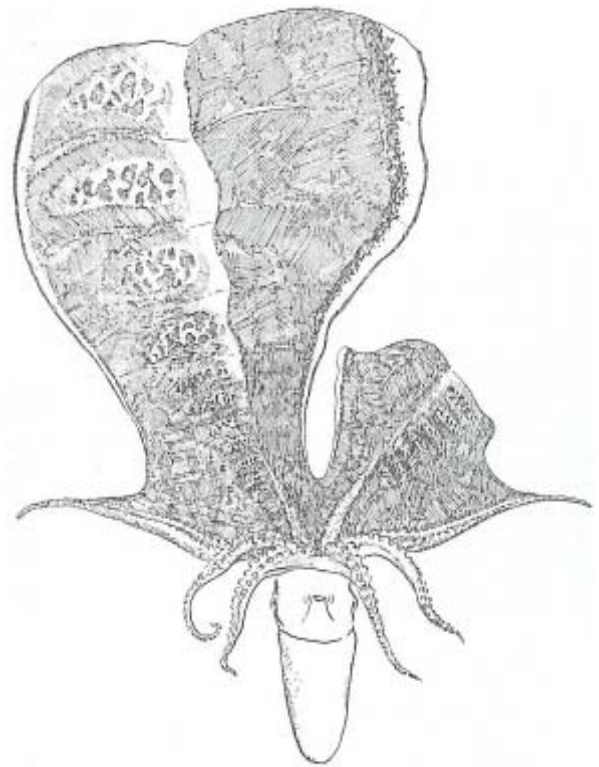


Fig. 3 Femmina di *Tremoctopus gracilis* in visione ventrale. E' uno degli esemplari raccolti a Trieste nel 1936; entrambe le braccia dorsali sono mutili, maggiormente il sinistro; si notino, sulla membrana interbrachiale, gli ocelli e le linee di autotomia predeterminate (da Kramer, 1937)

La riproduzione

Veniamo ora alla ragione principale della presentazione qui del *polpo coi buchi*: discutere degli adattamenti ad un modo di vita olopelagico del suo ciclo biologico. Per svincolarsi del tutto dal fondo, pur conservando la proprietà di incubare le uova, come è tipico dei polpi, c'è fondamentalmente una soluzione: trasportarsele dietro. Abbiamo visto, nell'articolo precedente (1), che l'argonauta ha realizzato ciò con la costruzione del nicchio-ooteca. La femmina del polpo palmato ha,

invece, evoluto la modificazione di un'area alla base delle faccia interna (quella che porta le ventose) delle due braccia dorsali (6). Quest'area produce una sorta di cemento calcareo, disposto in traversine, a cui le uova fecondate aderiscono per tutto il periodo dello sviluppo embrionale, fino alla schiusa, avvolte e protette dall'ampia membrana interbrachiale. Le dimensioni delle uova fecondate del polpo palmato (1,4 x 0,9 mm) -ovali come in tutti i polpi- sono un po' più piccole di quelle del polpo comune, lunghe 2,0 mm, e ci fanno stimare che il loro sviluppo embrionale duri meno di due mesi. Le uova fecondate dell'argonauta sono ancora più piccole (0,8 x 0,6 mm) e dovrebbero impiegare ancora meno tempo a svilupparsi.

A riprova che la femmina matura trasporta con sé le uova, dopo che queste sono state fecondate all'interno del mantello ed emesse all'esterno, si può citare un ritrovamento occorso durante uno studio sull'alimentazione del pesce spada. Nello stomaco di uno di questi pesci, catturato nel settembre 1991, furono rinvenuti pochi resti ancora indigeriti del corpo e un gruppo di 19 uova fecondate di *Tremoctopus violaceus* (3). La data di cattura del pesce spada ci indica che questo cefalopode si riproduce almeno nel periodo estivo.

Non si sa molto altro sul ciclo vitale di *Tremoctopus violaceus*.

E' opportuno ribadire che la coppia di braccia modificate per l'adesione ed il trasporto delle uova fecondate è la stessa che nella femmina di argonauta produce il nicchio (1). Ciò costituisce un sostanziale indizio di una significativa sinapomorfia -ovverosia l'acquisizione della capacità di produzione di materiale calcareo (nicchio nell'argonauta, cemento nel polpo palmato) da parte delle due braccia dorsali, per il trasporto e l'incubazione delle uova- che, a sua volta, indica uno stretto rapporto filogenetico fra le due specie di ottopodi olopelagici.

In tal modo, questi ottopodi hanno completamente svincolato il loro ciclo biologico dal fondo e sono diventati olopelagici.

Il galleggiamento ed il colore

Per quel che concerne, infine, la capacità idrostatica, cioè di stazionare nella colonna d'acqua alla profondità preferita, senza eccessivo dispendio energetico, essa è stata realizzata dalla femmina del polpo palmato mediante due modalità diverse ma sinergiche: una certa gelatinosità del corpo, che fa abbassare il peso specifico complessivo, e la notevole estensione della membrana interbrachiale, a netto vantaggio del rapporto superficie/volume del corpo, che, grazie alla viscosità dell'acqua, rallenta l'affondamento.

Un altro adattamento alla vita pelagica di *Tremoctopus violaceus* è costituito dalla colorazione, azzurrognola e più scura sul dorso, grigiastra e più chiara sul ventre,

così come avviene nei pesci pelagici, in cui tale adattamento è stato ben studiato e spiegato. La colonna d'acqua vista dall'alto appare scura, dal basso invece chiara. La suddetta colorazione, pertanto, contribuisce al mimetismo degli organismi che vivono a mezz'acqua.

A proposito della triplice funzione della membrana interbrachiale -protezione delle uova, distrazione del predatore e galleggiamento (7)- val la pena di richiamare la frase di Stephen Jay Gould già riferita nel caso della duplice funzione del nicchio dell'argonauta (trasporto delle uova e galleggiamento): "ogni carattere, indipendentemente dal come e dal perché si sia evoluto in origine, diviene disponibile per la cooptazione di altri ruoli, spesso sorprendentemente diversi" (8). Nel caso della membrana interbrachiale, la sua estensione ragguardevole in numerosi ottopodi ci fa propendere per l'ipotesi che la funzione distraente, con tanto di peculiare pigmentazione, assunta in *Tremoctopus*, sia insorta secondariamente.

Giambattista Bello

Riferimenti bibliografici e note

- (1) G. Bello, 2008 *Il polpo a vela* NATURALMENTE, 21(1): 55-57
- (2) G. Jatta, 1896 *I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli* Fauna Flora Golf. Neapel, 23: xxi + 268 pp; 31 tavv.
- (3) G. Bello, 1993 *Tremoctopus violaceus (Cephalopoda: Tremoctopodidae) in the stomach content of a swordfish from the Adriatic Sea* BOLLETTINO MALACOLOGICO, 29: 45-48
- (4) L. Orsi Relini, A. Belluscio e G.D. Ardizzone, 2004 *Tracking the Indopacific octopus Tremoctopus gracilis in the Mediterranean* Rapport du 37^e Congrès de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée, 37: 415
- (5) G. Kramer, 1937 *Einige Beobachtungen an Tremoctopus violaceus* NOTE DELL'ISTITUTO ITALO-GERMANICO DI BIOLOGIA MARINA DI ROVIGNO, 25: 3-11
- (6) A. Naef, 1923 *Die Cephalopoden* FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL, 35(I, I): 863 pp.
- (7) Secondo Giuseppe Jatta, pugliese di Ruvo, teutologo presso la gloriosa Stazione Zoologica di Napoli, quest'organo potrebbe avere un ruolo anche nella locomozione: *L'animale è buon nuotatore e si muove per mezzo delle braccia aiutata dalla larga membrana interbrachiale*, oltre che a reazione per il getto di acqua dal sifone, come è tipico dei cefalopodi [riferimento bibliografico in nota (2)].
- (8) S. J. Gould, 1984 *Vite rapide e mutamenti bizzarri* In *Quando i cavalli avevano le dita* Feltrinelli, Milano



Il polpo pignatta

GIAMBATTISTA BELLO

Il battesimo degli organismi marini

Sono sempre stato affascinato dall'efficacia dei nomi assegnati dai pescatori agli organismi marini. E ho sempre trovato divertente e stimolante confrontare i nomi nostrani, sia locali che italiani, con quelli stranieri attribuiti ad uno stesso animale. Se ne potrebbe ricavare un trattatello di psico-sociologia comparativa, nel quale dimostrare come nomi tanto diversi, imposti ad uno stesso soggetto, scaturiscano da mentalità radicalmente diverse. Ad esempio, come spiegare il fatto che il polpo pelagico panoceanico *Ocythoe tuberculata* sia stato battezzato "polpo pignatta" dai napoletani (chissà quanti secoli fa) e *football octopus* dagli statunitensi? In effetti, il mantello di questo polpo è ampio, posteriormente arrotondato e anteriormente troncato e piuttosto svasato, al pari una di quelle pignatte d'altri tempi, che si sospendevano ad un uncino sul fuoco del camino (Fig. 1). Di contro, la somiglianza col pallone ovale da *football* americano (da noi meglio conosciuto come "pallone da rugby"), simmetrico e appuntito a entrambe le estremità, mi pare molto più stentata. Se ne potrebbe dedurre che i meridionali d'Italia, costantemente assillati dalla fame, vedessero dovunque cibo e strumenti per cucinarlo, mentre i moderni nordamericani, soddisfacentemente nutriti, abbiano la testa rivolta al diporto sportivo. Ipotesi ardita!

Per completare il discorso sui nomi di questo stupefacente animale, quello specifico, *tuberculata*, fu coniato nel 1814 da Rafinesque, poliedrico uomo di scienza franco-tedesco con trascorsi siciliani, con riferimento alla presenza sulla faccia ventrale del mantello di una sorta di rete di cordoncini cartilaginei dermici in rilievo, che qui e là protrude in tubercoli simili a bottoncini (Fig. 2); il dorso è, invece, liscio (Fig. 1). Infine, il nome ufficiale italiano di "polpo pignatta" fu scelto e imposto proprio per evocazione di quello napoletano (1).

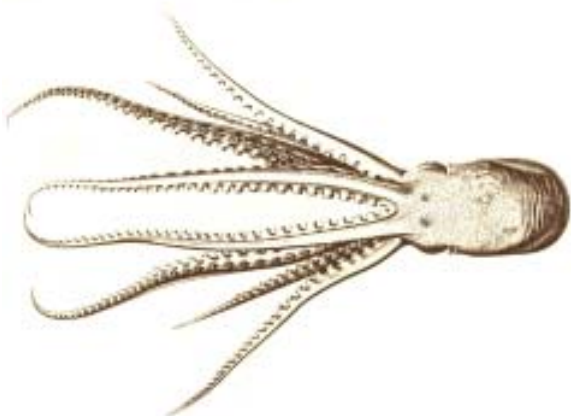


Fig. 1 Femmina di *Ocythoe tuberculata* in visione dorsale (da Jatta, 1896).

Il polpo pignatta

Ipotesi ardita, dicevamo, ma adatta ad introdurre l'oggetto della terza puntata dedicata agli ottopodi olopelagici del Mediterraneo. I due precedenti articoli hanno trattato dell'argonauta, *Argonauta argo*, (2) e del polpo palmato, *Tremoctopus violaceus* (3). O meglio, delle femmine di queste specie, come pure alla femmina di *Ocythoe tuberculata* è destinato questo pezzo. Come già accennato nel precedente articolo, anche il maschio di quest'ultima specie è nano. Di esso e dei maschi nani degli altri argonautoidi diremo nella prossima puntata.

Fra i polpi olopelagici nostrani, la femmina del polpo pignatta è quella che più assomiglia ai polpi bentonici, a noi tutti più familiari grazie alla loro accessibilità nei mercati ittici. Il polpo pignatta, tuttavia, presenta una diversa proporzione del mantello rispetto al cefalopodio. Il mantello, la cui contrazione consente l'espulsione dell'acqua attraverso l'imbuto, è nettamente più ampio rispetto a testa e braccia che nel polpo comune; parimenti, anche l'imbuto è più ampio che negli altri ottopodi (Fig. 3). La spiegazione è ovvia: si tratta di adattamenti alla vita nectonica, che consentono di spostarsi con efficacia nel mare aperto, giacché mantello più ampio e più muscoloso vuol dire propulsione a getto più vigorosa. Come pure è ascrivibile agli adattamenti all'habitat pelagico la colorazione mimetica, scura sul dorso e chiara sulla faccia ventrale (si veda quanto già detto a tal proposito per il polpo palmato (3)). Ecco la bella descrizione fornita da Jatta (4): "Il colore predominante in questa specie è l'azzurro. La regione dorsale è bluastra con riflessi ametistini; è cosparsa di numerosi cromatofori rosso-bruni [...] La regione ventrale è di color grigio perlaceo, con riflessi argentini."



Fig. 2 Faccia ventrale del mantello di *Ocythoe tuberculata* femmina; l'imbuto è stato sezionato e aperto (da Jatta, 1896).

Di contro, non pare specificatamente correlata alla vita nelle acque aperte l'aggressività del polpo pignatta, riferita da più d'uno fra quelli che hanno avuto la ventura di incontrarlo. In realtà, si tratta semplicemente del comportamento difensivo del cefalopode in questione, che, per via della nostra visione antropocentrica, definiamo impropriamente aggressività, come facciamo pure per tanti altri animali allorquando manifestano forme di difesa attiva. Tale carattere distacca il polpo pignatta dai cugini argonauta e polpo palmato, ambedue poco combattivi; anzi, il palmato, come abbiamo visto nell'articolo a esso dedicato (3), ha piuttosto evoluto comportamenti difensivi passivi, imperniati sulla fuga o, nei giovani, nell'armamento delle braccia con frammenti urticanti di meduse. La difesa attiva del polpo pignatta è anche correlata alla sua muscolosità, che si contrappone alla semigelatinosità dei tessuti del polpo palmato. Per inciso, la combattività del polpo pignatta e la sua vigoria nel nuoto sono, come s'è detto, entrambe correlate alla muscolosità del mantello; ciò ci rammenta, ancora una volta, come le varie caratteristiche di una specie siano fra loro mirabilmente armonizzate in un mosaico funzionale. Non abbiamo detto molto dei mezzi di difesa dell'argonauta, che, pur dotato di tessuti muscolari, non mostra alcuna combattività; sappiamo solo che sporadicamente emette una rada nuvola di inchiostro.

Ocythoe tuberculata è così ben adattata al mare aperto, che si è diffusa in tutti gli oceani e mari delle fasce tropicali, subtropicali e temperate, pur restando annoverata fra i cefalopodi solitari e poco comuni. La rubricazione come specie rara, riferita da più fonti, è, come al solito, un effetto della nostra percezione distorta; gli studi sull'alimentazione di diversi predatori pelagici dimostrano che il polpo pignatta non è così raro (5).

Adattamenti alla vita olopelagica

A fronte di quanto si percepisce immediatamente (forma generale e colore), *Ocythoe tuberculata* nasconde all'interno del corpo due straordinari adattamenti al modo di vita olopelagico, unici nell'universo dei cefalopodi.

Richiamiamo quanto già detto in precedenza (2, 3), vale a dire che per condurre l'intera esistenza nella colonna d'acqua, svincolandosi completamente dal fondo del mare, i cefalopodi ottopodi olopelagici hanno evoluto meccanismi destinati alla regolazione del galleggiamento e, soprattutto, all'incubazione presso di sé delle uova fecondate, fino alla loro schiusa. Il polpo pignatta ha raggiunto l'apice in entrambi i casi evolvendo organi specifici.

All'interno del mantello è stata scoperta e descritta, non molti anni fa, per merito di Andrew Packard, scozzese che ha operato a Napoli, e da Maurizio Wurtz, genovese, una vera e propria membrana natatoria, in tutto paragonabile a quella dei pesci ossei (6). Ovviamente, l'organo in questione ha genesi del tutto diverse nel cefalopode e nei teleostei; non si tratta, cioè, di strutture omologhe, bensì analoghe. Mi preme ribadire che la vescica natatoria è stata trovata solo nel polpo pignatta e, con tutta probabilità, rappresenta un caso unico fra i cefalopodi. Altri meccanismi per il galleggiamento neutro, descritti in questo gruppo di molluschi (7), sono la presenza di una conchiglia concamerata contenente gas, esterna (nautili) o interna (spirula e seppie); la presenza di un nicchio contenente gas (caso unico degli argonauti); la gelatinosità dei tessuti (esempio: famiglia *Bolitaenidae*); la presenza nei liquidi corporei di sali d'ammonio, meno densi dell'acqua (esempio: famiglia *Histioteuthidae*); lo sviluppo maggiore della ghiandola epatica, contenente sostanze oleose dal peso specifico inferiore a quello dell'acqua marina (esempio: famiglia *Bathyteuthidae*); la presenza di strutture esterne laminari o filiformi (esempio: famiglia *Tremoctopodidae*). A corollario di quanto appena detto, può essere interessante notare che entrambi i generi di argonautoidei dotati di carni muscolari e, quindi, con peso specifico più alto di quello del mezzo acqueo in cui vivono, abbiano evoluto efficaci e originali apparati per il galleggiamento neutro: il nicchio in *Argonauta* e la vescica natatoria in *Ocythoe*. Anche per quel che concerne il trasporto con sé delle uova fecondate, *Ocythoe tuberculata* ha toccato il vertice fra i

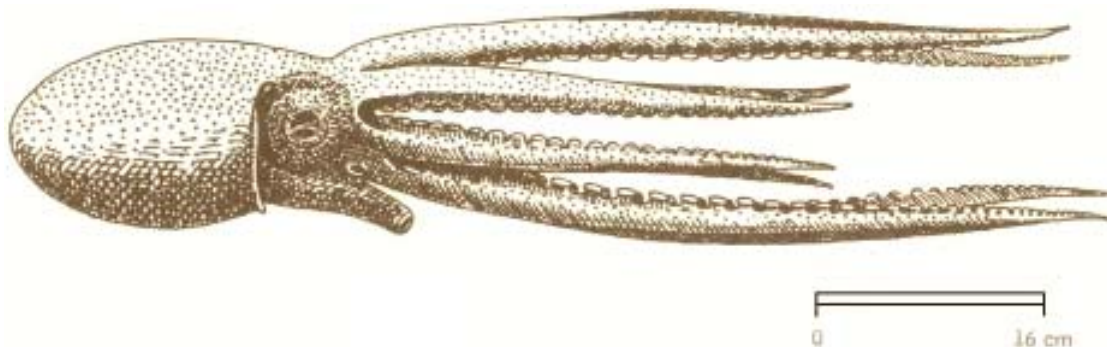


Fig. 3 Femmina di *Ocythoe tuberculata* in visione laterale (da Naef, 1923).

cefalopodi, evolvendo una vera e propria ovoviviparità, che rappresenta la forma più avanzata di incubazione delle uova negli ottopodi (8). Dopo l'accoppiamento e l'inserimento, da parte del maschio, di spermatofores (pacchetti di spermi) nella cavità palleale della femmina, la fecondazione ha luogo nei gonodotti, al pari degli altri ottopodi. Ma, mentre nelle femmine delle altre specie questi condotti sono brevi e si limitano a rivestire le uova fecondate di strati protettivi e a veicolarle all'esterno, nel polpo pignatta essi sono molto estesi e convoluti (fig. 4). Loro compito, infatti, è di custodire le uova fecondate fino alla schiusa e all'emissione all'esterno dei neonati (4). Grazie alle piccole dimensioni delle uova (2 mm) e al notevole sviluppo dei gonodotti, in essi possono essere incubate fino a circa 100.000 uova alla volta; e, poiché la produzione di oociti, la loro fecondazione, lo sviluppo delle uova nei gonodotti, la loro schiusa e l'emissione all'esterno dei neonati avvengono in modo continuativo, è stato stimato che ogni femmina di polpo pignatta produca una prole ricca di diverse centinaia di migliaia di individui (9). Pure in merito alla caratteristica dell'ovoviviparità, mi preme riaffermare che *Ocythoe tuberculata* è l'unico cefalopode ad aver evoluto un tale avanzatissimo metodo riproduttivo, che gli ha consentito di svincolarsi in uno sia dalla deposizione delle uova sul fondo, sia dalla susseguente incubazione esterna delle stesse, proprie degli ottopodi bentonici.

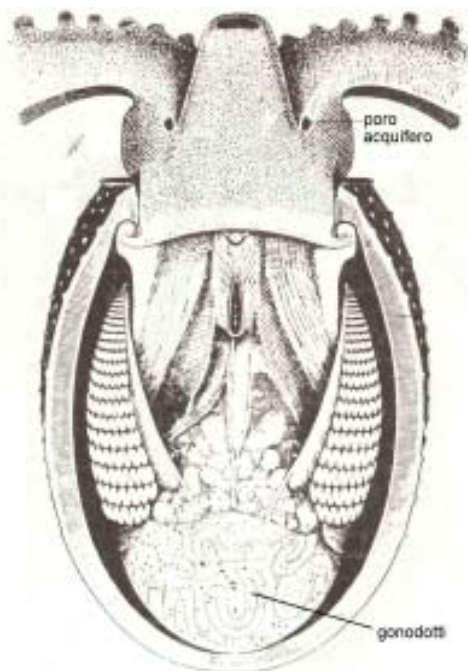


Fig. 4 Femmina di *Ocythoe tuberculata*. La parte ventrale del mantello è stata rimossa per mostrare gli organi interni (da Naef, 1923).

Relazioni filogenetiche fra gli ottopodi olopelagici

Oggi sappiamo che i membri della superfamiglia *Argonautoidea*, contenente le famiglie dei tre ottopodi olopelagici del Mediterraneo, sono derivati da un progenitore bentonico attraverso una serie di eventi evolutivi, fra i quali spiccano la nanizzazione del maschio (in tutte le specie; ne parleremo nel prossimo numero), la produzione di materiale calcareo da parte delle braccia dorsali finalizzata all'adesione delle uova (solo nei generi *Tremoctopus* e *Argonauta*), l'ovoviviparità (solo in *Ocythoe*), a cui si aggiungono altre apomorfie, cioè caratteri neoevoluti, funzionali al galleggiamento neutro nella colonna d'acqua. Ricordiamo pure il carattere sinapomorfico rappresentato dai pori acquiferi cefalici (due coppie in *Tremoctopus*, una coppia sulla sola faccia ventrale in *Ocythoe*), di cui s'è detto nella puntata precedente (3). La cladistica c'insegna che la contemporanea presenza di un carattere evolutivo in più specie, definita sinapomorfia, è indice dell'affinità filogenetica di tali specie (10). È già sufficiente, ad esempio, la condivisione di un carattere esclusivo, quale il peculiare maschio nano, per suffragare la parentela fra gli argonautoidi.

Riguardo le modalità riproduttive, è alquanto interessante che in nessuno degli ottopodi olopelagici sia avvenuta la regressione dell'incubazione delle uova, tipica di tutte le specie di polpi (Ottopodi Incirradi); piuttosto, l'evoluzione del modo di vita pelagico ha portato all'insorgenza di almeno due nuove caratteristiche: la produzione di materiale calcareo, per l'adesione delle uova fecondate, e l'ovoviviparità. Peraltro, il neo-evoluto carattere "produzione di cemento calcareo da parte delle braccia dorsali" ha avuto un'espressione ben diversa nei generi *Tremoctopus* e *Argonauta*, in quanto la modificazione è, nel primo genere, limitata a una piccola area alla base della faccia interna delle braccia dorsali, dove aderiscono le uova fecondate (3), e molto più avanzata nel secondo genere, in cui si è sviluppato un nicchio-ooteca dalla complessa morfologia e dalle molteplici funzioni (2). E come mai tale carattere non è presente in *Ocythoe*? Domanda legittima ma dalla risposta incerta. Possiamo ipotizzare che l'evoluzione dell'ovoviviparità abbia consentito al polpo pignatta di svincolarsi completamente da forme meno funzionali di incubazione delle uova, dipendenti dalla produzione di materiale calcareo, facendo regredire del tutto tale carattere. D'altro canto e a prescindere da tutte le ipotesi, il successo evolutivo di *Ocythoe tuberculata* è testimoniato dalla sua ampia diffusione in tutti gli oceani.

Giambattista Bello

Riferimenti bibliografici e note

- (1) G. Bello e M. Borri, 1990 *Nomi italiani dei cefalopodi delle Sebede FAO d'identificazione delle specie di interesse alienico* NOTIZIARIO S.I.M., 9: 19-20
- (2) G. Bello, 2008 *Il polpo a vela*. NATURALMENTE, 21(1): 55-57
- (3) G. Bello, 2009 *Il polpo coi buchi*. NATURALMENTE, 22(1): 46-48
- (4) G. Jatta, 1896 *I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli* FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL, 23: XXI + 268 pp; 31 tavv.
- (5) G. Bello, 1997 *Tentobphagous predators as collectors of oceanic cephalopods: the case of the Adriatic Sea* BOLLETTINO MALACOLOGICO, 32: 71-78
- (6) A. Packard e M. Wurtz, 1994 *An octopus, Ocythoe, with a swimbladder and triple jets* PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON, B 344: 261-275
- (7) M. Norman, 2000 *Cephalopods, a world guide* ConchBooks, Hackenheim.
- (8) S. V. Boletzky, 1998 *Cephalopod eggs and egg masses* OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY ANNUAL REVIEW, 36: 341-371
- (9) La fecondità potenziale di una piccola femmina matura è stata valutata pari a 300.000 uova da V. Laptikhovsky e A. Salman, 2002 *On reproductive strategies of the epipelagic octopods of the superfamily Argonautoidea (Cephalopoda: Octopoda)*. MARINE BIOLOGY, 142: 321-326
- (10) Non è mia intenzione fare una trattazione di questa importantissima e feconda branca della filogenetica. In poche si può dire che questa metodologia si basa su alcuni principi fondamentali, fra cui ricordiamo quello secondo cui due o più specie che condividono una stessa caratteristica evolutiva, possono considerarsi sorelle.

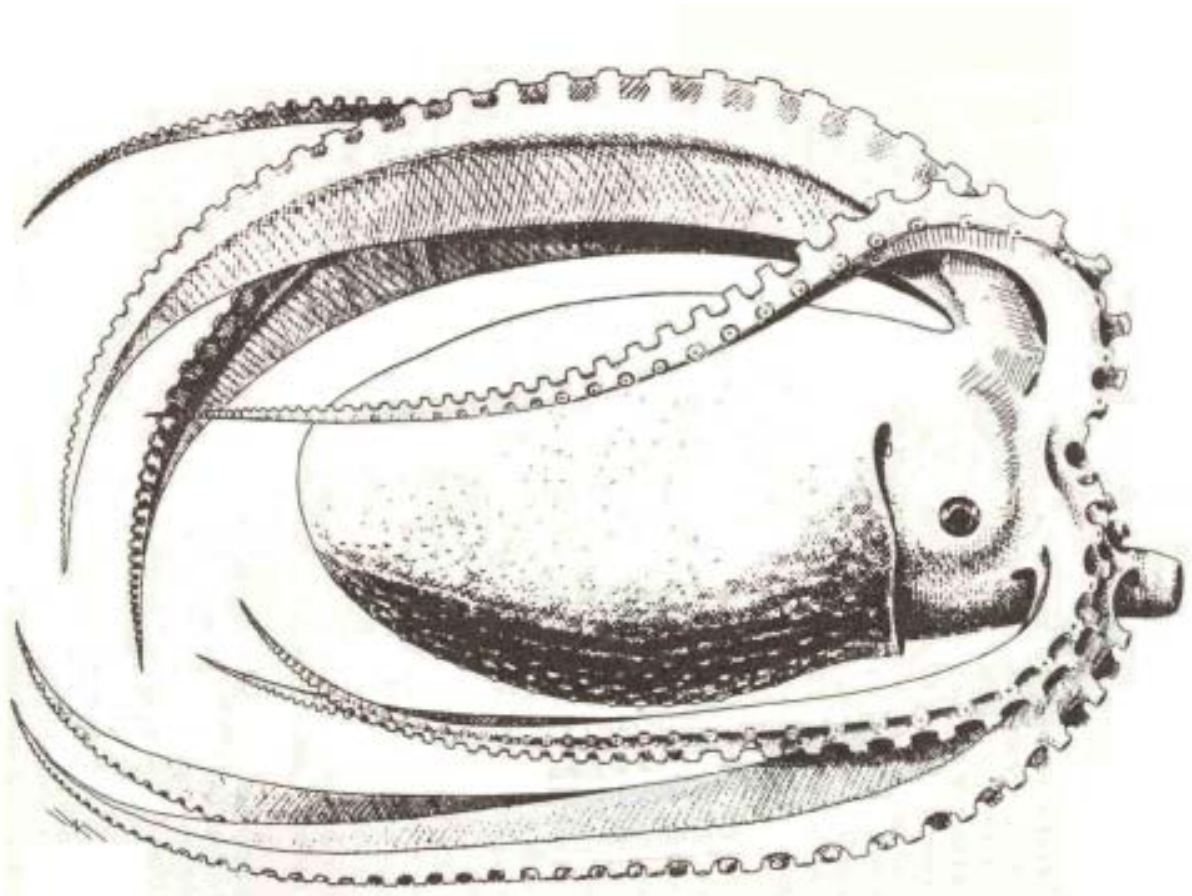


Fig. 5 Femmina di *Ocythoe tuberculata* disegnata dal vivo (da Naef, 1923).

I maschi dei polpi olopelagici

Quarta e ultima parte

GIAMBATTISTA BELLO

La diagnosi è errata, ma il nome rimane

Spulciando l'annata 1829 degli ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, si ritrova un articolo del grande Georges Cuvier, intitolato *Mémoire sur un ver parasite d'un nouveau genre (Hectocotylus octopodis)*, in cui viene descritto un "verme" con un corpo coperto di ventose in duplice fila che termina con una lunga e sottile appendice (1). Il nome generico, *Hectocotylus*, fa riferimento alle ventose (*kotile* = coppa, cavità), mentre quello specifico, *octopodis*, rammenta che il "verme parassita" era ospitato nella cavità del mantello di un ottopode, nella fattispecie una femmina di polpo pignatta, *Ocythoe tuberculata* -uno degli ottopodi olopelagici mediterranei oggetto di questa serie di articoli (2, 3, 4). Nel 1841, lo scienziato napoletano Stefano Delle Chiaje, in sintonia con Cuvier, ribattezzò col nome di *Hectocotyle argonautae* un "epizoo parassita" da lui rinvenuto vent'anni prima in una femmina di *Argonauta argo* e molto simile al verme del polpo pignatta descritto dall'illustre collega francese (Fig. 1) (5).

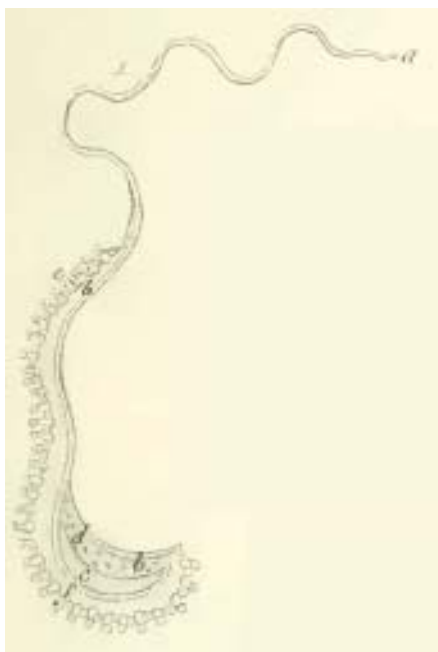


Fig. 1 *Hectocotyle argonautae* di Stefano delle Chiaje.

Nei decenni successivi si scoprì che, in realtà, le presunte specie di *Hectocotylus* non erano vermi parassiti, bensì il terzo braccio destro, molto modificato, dei maschi nani degli ottopodi olopelagici (generi *Argonauta*, *Ocythoe*, *Tremoctopus* e *Haliphron*, quest'ultimo non mediterraneo); modifiche atte a trasformare quel braccio in organo copulatore. Nonostante l'evidente cantonata di

Cuvier e delle Chiaje -giustificabile con la loro inconsapevolezza dei maschi dei polpi pelagici-, al braccio modificato per l'accoppiamento rimase appiccicato, e oggi è regolarmente utilizzato, il nome coniato da Cuvier. Il termine *hectocotylus* in italiano è stato volto in "ectocotile", mentre il suo processo di formazione e l'insieme delle sue modificazioni sono definiti "ectocotilizzazione".

Processi di ectocotilizzazione avvengono nella quasi totalità dei cefalopodi e coinvolgono una o più braccia che, adeguatamente modificate, assolvono al compito di trasferire le spermatofores (pacchetti di spermi) dal maschio alla femmina durante la copula, manovra che avviene in modo diverso nei diversi gruppi sistematici. Negli ottopodi, l'ectocotilizzazione è piuttosto uniforme, interessando solitamente il solo terzo braccio destro; solo una minoranza di specie è, per così dire, mancina, avendo l'ectocotile a sinistra. Le trasformazioni a carico del braccio ectocotilizzato sono perlopiù modeste: una doccia lungo il lato del braccio, che termina con calamo e ligula (rispettivamente, una sorta di beccuccio e una specie di cucchiaino) (Fig. 2).

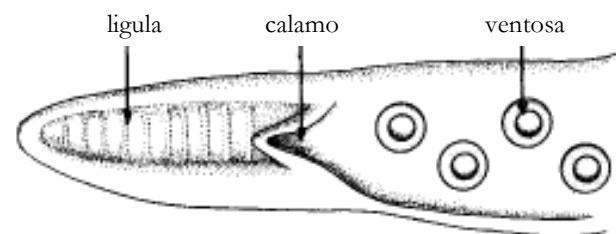


Fig. 2 Estremità di ectocotile di polpo non argonauticoide.

Durante l'accoppiamento, il polpo inserisce l'estremità dell'ectocotile nel mantello della femmina per trasferirle le spermatofores, che saranno conservate fino al momento della maturazione degli oociti: nei cefalopodi la fecondazione, intesa come congiungimento del materiale genetico a seguito del contatto fra sperma e oocita, è dilazionata rispetto all'atto copulatorio. Aggiungiamo, infine, che l'ectocotile possiede, per noi umani, valenza diagnostica, giacché la sua morfologia è in molti casi specie-specifica.

Ancora una leggenda e qualche verità

Ma torniamo all'oggetto di questa serie di articoli, cioè agli ottopodi pelagici. Nel pezzo dedicato all'argonauta (2), riferii alcune leggende che lo riguardavano: la navigazione a vela, la capacità di remare con un paio di braccia, la facoltà protettiva del nicchio. Tralasciai una

leggenda, quella secondo cui, quando il maschio è maturo, il braccio ectocotilizzato si staccerebbe dal corpo paterno, per autotomia, e nuoterebbe fino a incontrare una femmina sessualmente recettiva, per infilarsi nella sua cavità del mantello e fecondarla. È, peraltro, la leggenda più dura a morire, giacché ancora oggi c'è, anche nel mondo scientifico, chi ci crede, complice l'assenza di testimonianze dirette dell'accoppiamento fra maschio e femmina di una qualsiasi delle specie di polpi pelagici; complice pure la vitalità dell'ectocotile, pur quando staccato dal corpo maschile da diverse ore. Di fatto, sappiamo poco del comportamento del maschio di queste specie. Conosciamo, però, abbastanza della sua anatomia. È, innanzi tutto, evidente il dimorfismo sessuale per dimensione in tutte le specie del gruppo Argonautoidea. Le femmine misurano, secondo la specie, da un paio di decimetri a due metri di lunghezza totale, mentre il maschio non supera i tre centimetri; maschio nano, pertanto (solo in *Hali-phron* la differenza fra i due sessi è meno drammatica, raggiungendo il maschio i 30 cm di lunghezza totale). Anche i processi di ectocotilizzazione e di fecondazione sono piuttosto peculiari e si differenziano da tutte le altre specie. L'ectocotile è molto più lungo delle altre braccia e ha forma nettamente diversa dagli ectocotili degli altri ottopodi (Fig. 3). Si sviluppa, inoltre, in una tasca sotto l'occhio (Fig. 3), dove rimane ripiegato su se stesso fino al momento dell'accoppiamento, allorché la tasca si apre lungo una linea predeterminata, il braccio copulatore si svolge e, col suo carico di spermatofore, è introdotto nella femmina, dove, per autotomia, si stacca dal corpo paterno. Nelle femmine dei vari polpi olopelagici, sono stati trovati uno o più ectocotili, segno dell'accoppiamento di una stessa femmina con più maschi. In *Ocythoe* e *Tremoctopus*, si ectocotilizza il terzo braccio destro (come nella maggioranza degli ottopodi), mentre in *Argonauta* è il terzo braccio sinistro a ectocotilizzarsi. Gli ectocotili dei diversi argonautoidei differiscono fra loro per vari particolari, il che consente ai ricercatori l'identificazione delle diverse specie (6). Lo sviluppo dell'ectocotile in una tasca è un adattamento protettivo. Nei polpi maschi di gran parte delle altre specie, infatti, l'ectocotile è il braccio più breve e viene esposto il minimo possibile ai potenziali pericoli; i maschi degli argonautoidei, avendo sviluppato un ectocotile più lungo e largo delle altre braccia, proporzionato alle dimensioni della femmina e delle spermatofore da trasferire a essa, hanno risolto il problema della sua protezione con l'espedito evolutivo dello sviluppo in una tasca.

Concludiamo questo capitoletto con la constatazione che i maschi nani di argonauti, polpi coi buchi e polpi pignatta hanno tutti il mantello relativamente più sviluppato del complesso brachiale e presentano una colorazione mimetica simile a quella delle femmine.

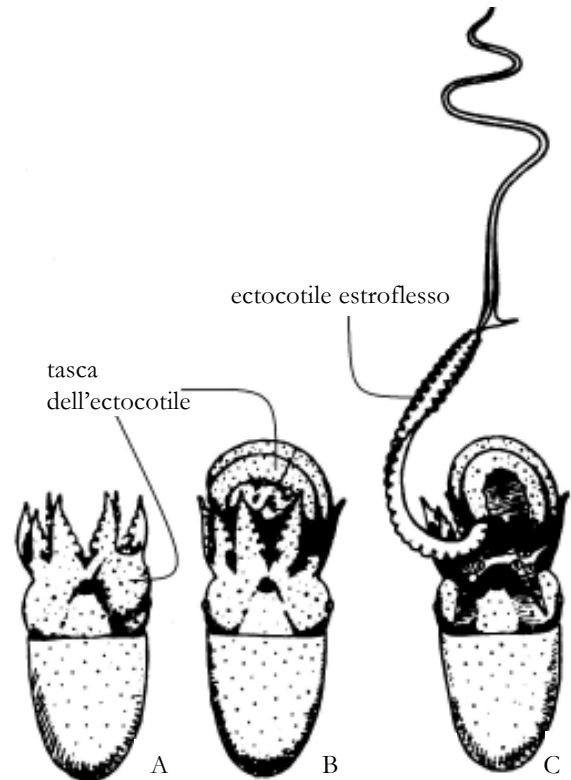


Fig. 3 Maschio di *Argonauta argo* nelle fasi finali di sviluppo: A) esemplare con l'ectocotile racchiuso nella tasca sottoculare; B) esemplare maturo con l'ectocotile carico di spermatofore, ancora nella tasca sottoculare; C) esemplare maturo con l'ectocotile estroflesso (da Naef, 1923)

Come s'è detto negli articoli precedenti, questi sono adattamenti all'ambiente pelagico (2, 3, 4) e, infatti, come le femmine, i maschi vivono nella colonna d'acqua, conducendo un modo di vita micronectonico. Singolare, in questo contesto, è il comportamento del maschio di *Ocythoe tuberculata* (e forse anche delle giovani femmine), che si va ad infilare nella tunica, oramai vuota del corpo carneo, di salpe (tunicati planctonici) al fine di galleggiare a mezz'acqua senza consumo di energie (7) (Fig. 4).

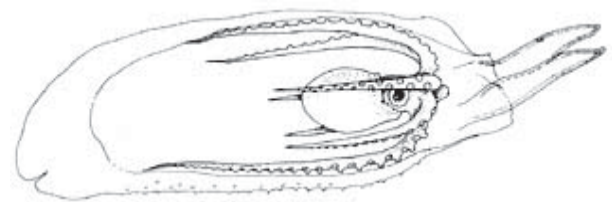


Fig. 4 Polpo pignatta, *Ocythoe tuberculata*, all'interno di una salpa (da Okutani e Osuga, 1986)

Questioni di parentela e discendenza

Sono sufficienti la morfologia unica dell'ectocotile e l'altrettanto unica modalità riproduttiva con autotomia di quel braccio, congiuntamente alla forte riduzione dimensionale del maschio, a rivelare la stretta parentela fra tutti i membri della superfamiglia Argonautoidea. In termini cladistici (8), i caratteri evoluti condivisi da più taxa (nel nostro caso, i diversi generi di Argonautoi-

dea) sono definiti sinapomorfie e rivestono un ruolo d'estrema importanza nell'indicare la parentela per discendenza da un *taxon* progenitore comune.

Negli articoli precedenti (2, 3, 4), avevamo già evidenziato alcune sinapomorfie (pur non indicandole con tale termine) a carico degli ottopodi olopelagici mediterranei: l'adattamento alla vita olopelagica, mediante diverse soluzioni (9); i pori acquiferi, solo in *Tremoctopus* e *Ocythoe*; il cemento calcareo per l'adesione delle uova in *Tremoctopus* e il nicchio calcareo in *Argonauta*. Sussistono, naturalmente, numerose altre sinapomorfie - dettagli anatomici, condivisi da entrambi i sessi o appannaggio di uno solo di essi - che mi sono astenuto dal riportare, in considerazione del tipo e dello scopo di questa serie di articoli.

Le relazioni di parentela fra gli argonautoidi sono state, in effetti, confermate di recente anche da studi filogenetici, effettuati con tecniche molecolari da Jan Strugnell e collaboratori (10, 11). In particolare sono state rivelate le maggiori affinità filogenetiche fra le coppie dei generi *Argonauta* - *Ocythoe* e *Tremoctopus* - *Haliphron* che sono, a due a due, generi-fratelli. Se, a questo punto, l'affinità genetica fra gli argonautoidi è chiara, resta da rispondere alla domanda: da dove derivano questi polpi? Chi è il loro progenitore? Secondo gli studi della Strugnell appena citati, essi deriverebbero da un antenato del Terziario, presumibilmente bentonico (vivente a contatto col fondo), comune a loro e a tutti gli altri ottopodi incirriati (polpi immediatamente riconoscibili come tali) (Fig. 5).

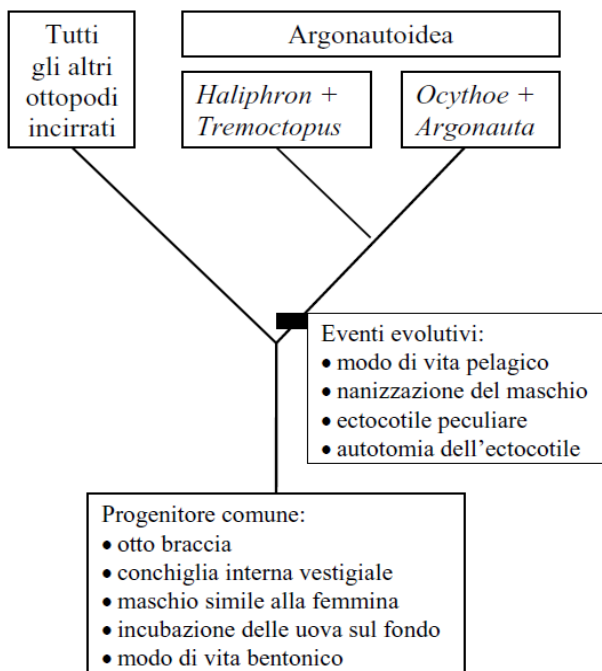


Fig. 5 Cladogramma degli Argonautoidi (disegnato su informazioni da fonti varie)

Riflessione finale

A conclusione del primo articolo sugli ottopodi olopelagici, avevo dichiarato di aspirare a rimarcare,

“alla luce della caterva di documentazione scientifica a nostra disposizione”, la pochezza delle proposte creazioniste (2). Oggi ritengo che, nonostante la sfrontatezza e l'insistenza dei propugnatori di tali proposte, sia più efficace esporre ai non addetti ai lavori, soprattutto agli studenti, gli effetti dell'evoluzione biologica pescando esempi a piene mani nel mondo dei viventi - personalmente ho cercato di farlo con i cefalopodi, gli animali che meglio conosco, piuttosto che confrontarsi con quelle tesi architettate con malafede. Discuterne significa legittimarle in qualche misura, seppur indirettamente e involontariamente; posizione, questa mia, non originale ma aderente al pensiero di Niles Eldredge (12).

Giambattista Bello

Note

- (1) G. Cuvier *Mémoire sur un ver parasite d'un nouveau genre (Hectocotylus octopodis)* ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, 18: 409, 1829
- (2) G. Bello *Il polpo a vela* NATURALMENTE, 21(1): 55-57, 2008
- (3) G. Bello *Il polpo coi buchi* NATURALMENTE, 22(1): 46-48, 2009
- (4) G. Bello *Il polpo pignatta* NATURALMENTE, 22(2): 34-37, 2009
- (5) S. delle Chiaje *Descrizione e Notomia degli animali invertebrati della Sicilia Citeriore. I. Molluschi Cefalopodi e Pteropodi* Napoli, 1841
- (6) A. Naef *Die Cephalopoden* FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL, 35(I, I), 1-863, 1923
- (7) G. Jatta *I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli* FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL 23: xxi + 268 pp., 31 tavv., 1896
- (8) La cladistica (dal greco *klados* = ramo) è una branca della biologia che definisce le relazioni evolutive fra gli organismi basandosi sulle similitudini *derivate*. È un metodo di analisi rigoroso che utilizza le *proprietà derivate condivise* (sinapomorfie) degli organismi oggetto di studio. L'analisi cladistica costituisce la base della maggioranza dei sistemi moderni di classificazione biologica che cercano di raggruppare gli organismi secondo le relazioni evolutive. Willi Hennig (1913 - 1976) è universalmente considerato il fondatore della cladistica [tradotto da *Wikipedia, la enciclopedia libre*: <http://es.wikipedia.org/wiki/Clad%C3%ADstica>]
- (9) Il genere extramediterraneo *Haliphron* ha risolto il problema in un modo ancora diverso dagli altri argonautoidi, grazie alla gelatinosità dei tessuti che abbassa il peso specifico corporeo
- (10) J. Strugnell, M. Norman, J. Jackson, A. J. Drummond, A. Cooper *Molecular phylogeny of coleoid cephalopods (Mollusca: Cephalopoda) using a multigene approach; the effect of data partitioning on resolving phylogenies in a Bayesian framework* MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION, 37: 426-441, 2005
- (11) J. Strugnell, A. L. Allcock *Co-estimation of phylogeny and divergence times of Argonautoida using relaxed phylogenetics* MOLECULAR PHYLOGENETICS AND EVOLUTION, in stampa, 2009
- (12) N. Eldredge *Reinventing Darwin: the great debate at the high table of evolutionary theory* John Wiley, New York, 1995

Il mostro della laguna e il polpo utensiliere

GIAMBATTISTA BELLO

Il mostro della laguna

È viscido e ha chele, denti, occhi fosforescenti, corna e polmoni visibili. Così un quotidiano locale descriveva il “mostro” che nel 1985 invase la Laguna di Venezia. In molti furono a bagnarsi nella laguna veneziana o a solcare le sue acque in quel periodo, senza, tuttavia, incontrare alcun mostro. Che sensazione provarono? Delusione, per la mancata occasione da brivido, o sollievo, per lo scampato pericolo? Di certo è impossibile identificare il *mostro* partendo da quella descrizione: l'animale in questione *non* è viscido, *non* ha chele, *non* ha denti, *non* ha occhi fosforescenti, *non* ha corna e *non* ha polmoni! È, in realtà, un mite lumacone, un mollusco erbivoro lungo qualche centimetro, appartenente alla famiglia Aplysiidae che riunisce le lepri di mare (Fig. 1).

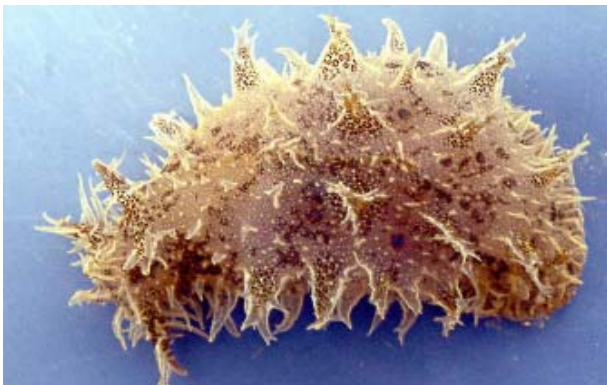


Fig. 1. Il mollusco apliside *Bursatella leachi* (foto di A. Piras)

Bursatella leachi, questo è il suo nome, penetrò dal Mar Rosso nel Mediterraneo verso il 1940, e si diffuse lentamente il tutto il bacino; nell'Adriatico meridionale pervenne nel 1983, nella Laguna di Venezia nel 1985 (1). Come ben scrissero Orel e collaboratori (2), la raffigurazione giornalistica della bursatella lagunare fu frutto della frenesia dell'*omnia monstra facere* (Catullo). Mi preme sottolineare un aspetto non trascurabile della vicenda: l'autore di quella descrizione fasulla era un giornalista, un professionista pagato per riferire veridicamente gli accadimenti. Non ci è dato sapere se tanto fu scritto in buona fede, prodotto dell'ignoranza quindi, o in malafede, che è un prodotto della disonestà.

Di *monstra*, intesi nell'accezione originaria di prodigi o eventi sensazionali, sono piuttosto ghiotti tutti i mass-media. Anche testate e giornalisti seri talvolta forzano un po' la mano, magari solo nei titoli e negli “occhiali” (3), pur di spacciare meglio la notizia. La faccenda diventa particolarmente seria nel nostro Paese, per-

meato di cultura classica, cioè ignorante nelle scienze, allorché si tratta di avvenimenti scientifici. E in questo, non è d'aiuto la gran parte degli addetti ai lavori, i ricercatori, che quasi sempre si disinteressano della corretta divulgazione scientifica, mentre sono pronti a comparire d'improvviso, solo per pubblicizzare loro scoperte, forzando un po' la mano pure loro. Cosicché i mass-media, piuttosto di frequente, si ritrovano a *passare* le informazioni fornite selettivamente dai ricercatori.

Il polpo e la noce di cocco

Un caso del genere è successo pochi mesi addietro, con la notizia del polpo che utilizza gusci di noci di cocco per farsene dimora; notizia che, accompagnata da un breve filmato, è stata ripresa anche da serie riviste scientifiche, come *New Scientist*, e amplificata da vari siti *internet* (4). In sintesi, il polpo, che risponde al nome scientifico di *Amphioctopus marginatus* (Cephalopoda: Octopodidae), è stato filmato sott'acqua mentre raccoglie un mezzo guscio di noce di cocco seminfossato nella sabbia, lo trascina con sé e vi si nasconde dentro; allorché trova una seconda metà di noce di cocco, “monta” coi due pezzi una tana tutta per sé. Notizia bella e interessante; è opportuno che se ne sia parlato. C'è, però, una nota stonata, nota che tutti siamo stati costretti a sentire, giacché è stata urlata: sarebbe la prima volta che si ha contezza di un polpo -un animale invertebrato, intelligente, ma pur sempre un invertebrato- facente uso deliberato e finalizzato di un oggetto, nella fattispecie una noce di cocco; in inglese, si è parlato di uso di *tool*, traducibile con arnese, attrezzo, strumento, utensile.

In realtà, non è così. Sono ben noti i casi di polpi che adoperano “utensili”, per sottrarsi alla vista dei potenziali predatori e ai loro attacchi. Intendiamoci, gli utensili, nell'accezione di attrezzi semplici, di cui andiamo dicendo sono molto più semplici di quelli esemplificamente elencati nei nostri dizionari: sega, lima, trapano, e via dicendo.

Animali e utensili

Sappiamo, per esempio, che lo scimpanzé, un mammifero filogeneticamente molto vicino all'uomo, fa uso di un bastone per raggiungere e far cadere un frutto da un albero o di uno stecco per *pescare* termiti in un termitaio o di un sasso per rompere noci. È notevole che questo primate, se non ha a portata di

mano un bastone bell'e pronto, può ricavarcelo a partire da un ramo frondoso ripulendolo delle frasche; tanto fa anche per lo stecco. Pure nel mondo degli Uccelli si possono raccogliere decine di casi di utilizzo di utensili. Qui ricordiamo solo quello del fringuello-picchio delle Galapagos, *Camarhynchus pallidus*, che sceglie e stacca una spina di cactus o uno stecco e li usa per stanare larve e insetti dagli alberi. Il polpo non è in grado di costruirsi atrezzi, ma si limita a trarre profitto da quanto trova già confezionato, tanto oggetti naturali quanto manufatti umani finiti in mare.

Il polpo comune del Mediterraneo, *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae), al pari di tante altre specie di ottopodini, è un animale crepuscolare che, solitamente, va a caccia di prede verso il tramonto e all'alba. Il resto del tempo lo trascorre rintanato in un anfratto della roccia o in un buco da esso stesso scavato nella sabbia. Se l'apertura della tana è troppo esposta, il polpo tende a rinchiuderla con gli "utensili" a portata di mano, anzi di tentacolo, perlopiù ciottoli e conchiglie di molluschi. Spesso le conchiglie sono i resti dei suoi pasti; in tal caso, quindi, il polpo fa un doppio utilizzo delle sue prede *conchigliate*: cibo e, poi, strumento per chiudere la tana. Va sottolineato che in questo caso non si può parlare di *costruzione* consapevole dell'utensile, così come fa lo scimpanzé col ramo frondoso, di cui si è detto.

Quanto ho appena scritto del polpo mediterraneo non è affatto una novità scientifica. Molti appassionati di sport subacquei, infatti, sanno già che la tana del polpo può essere riconosciuta dal mucchietto di ciottoli e conchiglie ad essa antistante. La certezza si ha quando, avvicinandosi alla tana, si supera la distanza di sicurezza del polpo e questo si ritrae in casa tirandosi dietro il materiale di chiusura. E lo sanno pure i *polpaioli*, pescatori specializzati nella pesca del polpo, i quali, attraverso lo *specchio* (cilindro a fondo trasparente che permette la visione nitida al di sotto della superficie del mare), riconoscono la tana da ciottoli e conchiglie e vi avvicinano l'esca, per convincere il polpo a uscirne e poterlo catturare. Tali conoscenze traspaiono anche dal detto dei pescatori mollesi (in provincia di Bari) che recita "il polpo è amante del liscio", cioè degli oggetti lisci, quali appunto i ciottoli levigati e i nicchi dei molluschi. L'uso di conchiglie-utensili da parte del polpo per proteggere il proprio rifugio è, ovviamente, risaputo persino dai biologi marini; non da tutti però, come ha dimostrato lo scalpore suscitato, in qualche sprovveduto ricercatore, dalla storia del polpo e della noce di cocco.

Se, parlando di polpi, possiamo essere certi che ciottoli e conchiglie siano assimilabili a utensili, la certezza viene meno allorché questi ottopodi usano manufatti umani (in realtà rifiuti), come bottiglie,

copertoni d'auto e altro, per trovarvi rifugio. Nel primo caso il cefalopode raccoglie deliberatamente e tiene presso degli oggetti che utilizza per uno scopo preciso, cioè la difesa della tana; nel secondo caso, invece, si tratta di anfratti artificiali che l'ottopode scambia per un rifugio naturale. A tal proposito vale la pena ricordare che, ancora una volta, i pescatori, ben conoscendo la necessità di rintanarsi dei polpi, l'hanno sfruttata per catturarli con tane artificiali, le *mummarelle* dei napoletani o i *cadups* dei catalani. Queste sono anfore di terracotta che dislocate lungo una lenza, così come si fa con gli ami del palangaro, venivano e vengono ancora, in diverse parti del mondo, deposte sul fondo del mare prima del tramonto e salpate la mattina dopo con dentro i polpi che vi hanno eletto incautamente dimora (Fig.2).



Fig. 2. Anfore per la pesca del polpo in Tunisia

In un precedente articolo avevo accennato al comportamento dei piccoli maschi del polpo pignatta, *Ocythoe tuberculata* (Cephalopoda: Ocythoidae), che si infilano nella tunica, oramai vuota del corpo carneo, di salpe (tunicati planctonici), per galleggiare a mezz'acqua senza consumo di energie (5). Anche il guscio delle salpe rappresenta un utensile per questo polpo pelagico.

Così, sono pure definibili utensili i frammenti urticanti di meduse che le giovani femmine di *Tremoctopus violaceus* (Cephalopoda: Tremoctopodidae) (un altro ottopode pelagico di cui si è scritto su NATURALMENTE (6)) brandiscono fra le braccia come arma di difesa e forse anche di offesa, per catturare le proprie prede.

Il polpo utensiliere

È opportuno, a questo punto, rilevare che la storia del polpo indo-pacifico utilizzante le noci di cocco, notizia che a partire dallo scorso mese di dicembre ha fatto il giro del mondo ed è stata enfatizzata da tanti mass-media come *prima documentazione dell'uso di utensili da parte di un invertebrato*, è vecchia di almeno dieci anni. Nel bel libro *Cephalopods - A world guide* del valente teutologo australiano Mark Norman, pubbli-



Fig. 3. Il polpo che utilizza gusci di noce di cocco. Foto di Roger Steene; da Mark Norman *Cephalopods - A world guide* 1^a ed. (2000), ConchBooks, Hackenheim, Germania (per gentile concessione dell'Editore).

cato nell'anno 2000 (7), si può leggere, a pag. 231, un capitoletto intitolato *Coconut castles* (Castelli di noci di cocco), in cui viene descritto come *Un polpo tropicale, che vive su fango e sabbia, abbia trovato un modo unico per starsene al sicuro. Il polpo usa e trasporta gusci di noci di cocco gettati via [dall'uomo] come rifugio contro i predatori. Più avanti: Per proteggersi, questa specie si nasconde nelle conchiglie di bivalvi o gasteropodi, ma, nei pressi di insediamenti umani in Indonesia, usa con più frequenza gusci di noci di cocco. Due mezzi gusci tenuti insieme dal polpo costituiscono un rifugio perfetto, impossibile da violare da parte dei pesci. [...] Questi polpi scavano dal fango mezzi gusci di noci di cocco [...] e, poiché, un mezzo guscio da solo non offre una protezione sufficiente, lo trascinano con sé alla ricerca di un altro mezzo guscio.* Il polpo è proprio lui, *Amphioctopus marginatus* (8), l'azione descritta nel libro è identica a quella del filmato, la scena si svolge nel Sulawesi Settentrionale (Isola di Celebes, Indonesia) e le foto, di Roger Steene, sono proprio quelle che abbiamo rivisto di recente in articoli e filmati: un polpo ben sistemato fra due mezzi gusci di noce di cocco e un altro che trasporta un mezzo guscio (Fig. 3).

Il 15 dicembre dello scorso anno è uscito il numero 23 del volume 19 della rivista scientifica *CURRENT BIOLOGY*, con un articolo a firma di Julian Finn, Tom Tregenza e Mark Norman (quest'ultimo è lo stesso del libro di cui abbiamo appena parlato), che descrive e discute il l'uso dell'utensile "guscio di noce di cocco", da parte del polpo indonesiano, e riporta le foto di Roger Steene, già viste nel libro di Norman (9). Negli stessi giorni il relativo filmato ha fatto la sua comparsa sul sito web *YouTube* e ha dato la stura a tutta una serie di commenti, anche in arene di alto livello scientifico come la rivista *New Scientist* (10), soprattutto relativamente alla definizione di *tool* (utensile) e alla possibilità di assegnare l'attributo di *tool* alle noci di cocco; insomma *tool or not tool, that is the question* (11). Peraltro, già la canadese Jennifer Mather aveva descritto l'uso di utensili da parte di *Octopus vulgaris* (12).

Comportamento e filogenesi

Comunque si definiscano tali oggetti, rimane il fatto che tanti ottopodi (diverse specie di polpi, *Tremoctopus*, *Ocythoe*) li utilizzino per propria difesa e, forse, di offesa nel caso di *Tremoctopus violaceus*.

Analizziamo, fugacemente, le capacità *utensiliere* alla luce dell'evoluzionismo, ovvero la predisposizione dei cefalopodi ottopodi a servirsi di utensili. È risaputo che il comportamento di un animale è frutto di un miscuglio di istinto e di apprendimento; tutti conoscono, inoltre, la regola generale secondo cui le specie a vita breve privilegiano il comportamento istintuale, giacché hanno poco tempo a disposizione per fare tesoro delle esperienze acquisibili. Or dunque, il polpo (e qui parliamo del polpo comune mediterraneo, *Octopus vulgaris*, il cefalopode meglio studiato sotto il profilo comportamentale) rappresenta una notevole eccezione a tale regola generale. Numerosi studi, fra cui spiccano quelli condotti presso la Stazione Zoologica *Anton Dohrn* di Napoli, ne hanno rivelato le elevate capacità di apprendimento (13), nonostante la brevità del ciclo biologico, un anno o poco più. D'altro canto, l'uso in modo fisso di utensili semplici, come nei cefalopodi ottopodi, non è sempre segno di intelligenza.

Il fatto che quella che ho definito capacità *utensiliere* si osservi in specie diverse, tanto nell'ambito di una stessa sottofamiglia (*Octopodinae*, che riunisce i polpi bentonici tipici) quanto persino in generi di famiglie diverse (*Tremoctopus* e *Ocythoe*), mostra che essa costituisce una sinapomorfia, cioè un carattere condiviso da più specie affini per comune derivazione filogenetica, e, pertanto, sia interpretabile come comportamento fondamentalmente istintivo. È difficile immaginare che i giovani delle varie specie di *Octopus*, *Amphioctopus*, *Ocythoe* o *Tremoctopus*, tutte altamente solitarie, apprendano in natura da individui della propria specie a utilizzare, rispettivamente, i ciottoli per sbarrare l'accesso alla tana, i resti di noci di cocco o i gusci delle salpe per dimorarvi, i frammenti di meduse per difendersi.

Di contro, la ricerca di mezzi gusci di noci di cocco, da assemblare in tana, ha tutto l'aspetto di comportamento appreso tramite operazioni cognitive, comunque basato sulla naturale tendenza, cioè frutto dell'istinto ed ereditaria, a servirsi di utensili per farne rifugio.

Commenti finali

A margine della storia dell'eccessiva e tardiva circolazione della notizia del polpo che utilizza noci di cocco, è possibile fare due commenti, di segno opposto. Il primo, negativo, è esprimibile sinteticamente con lo shakespeariano "molto rumor per nulla" o quasi nulla, in quanto si è discusso di fatti noti agli addetti ai lavori già da molti anni; comunque, meglio tardi che mai. Il secondo commento, positivo, è che il tanto parlare di questa notizia e la sua diffusione per mezzo del tamtam telematico -oltre un milione di visioni del filmato su polpo e noci di cocco nel sito web di *YouTube* in due mesi!- sono rivelatori della generale fame di scienze naturali.

Giambattista Bello

Note e riferimenti bibliografici

- (1) La descrizione della morfologia di *Bursatella leachi* e una sintetica storia della sua penetrazione ed espansione nel Mediterraneo, fino alla Laguna di Venezia, si trova al sito del Museo di Storia Naturale di Venezia: http://www.msn.ve.it/index.php?pagina=progamb_view&id=4&idprog=18
- (2) G. Orel, R. Zamboni, F. Grim *Miti e mostri del mare di ieri e di oggi* HYDRORES INFORMATION, 16: 35-46, 1998
- (3) Nel linguaggio giornalistico, l'occhiello è la frasetta che precede il titolo, composta con caratteri minori. In molti giornali, titolo e occhiello sono creati dal *titolista* e non dall'autore dell'articolo.

- (4) Il filmato è visibile alla pagina <http://www.youtube.com/watch?v=1DoWdH0ttrk>
- (5) G. Bello *I maschi dei polpi olopelagici* NATURALMENTE, 23(1): 34-36, 2010
- (6) G. Bello *Il polpo coi buchi* NATURALMENTE, 22(1): 46-48, 2009
- (7) M. Norman *Cephalopods - A world guide* CONCHBOOKS, Hackenheim, Germania, 2000, (una 2ª edizione riveduta è stata pubblicata nel 2003)
- (8) Nella prima edizione del libro di Norman, questa specie viene chiamata *Octopus marginatus*; si tratta, comunque della stessa specie, che in anni recenti è stata trasferita all'affine genere *Amphioctopus*.
- (9) J. K. Finn, T. Tregenza, M. D. Norman *Defensive tool use in a coconut-carrying octopus* CURRENT BIOLOGY, 19(23): R1069-R1070, 2009
- (10) A. Coghlan *Octopuses use coconut shells as portable shelters* NEW SCIENTIST: <http://www.newscientist.com/article/dn18281-octopuses-use-coconut-shells-as-portable-shelters.html>, 2009
- (11) Va specificato che, secondo alcuni studiosi del comportamento animale, la definizione convenzionale di *tool* riguarda oggetti usati per operare su altri oggetti, ad esempio alimenti (sasso per rompere noci o stecco per catturare termiti da parte degli scimpanzé); di conseguenza, secondo tale definizione, i vari oggetti usati dai cefalopodi, qui riferiti, non sarebbero *utensili*. Non sono d'accordo. Ritengo sterile, tuttavia, l'attardarsi in discussioni semantiche, mentre è di certo più produttivo l'impegno dei ricercatori nell'osservare e descrivere i fenomeni di uso di oggetti da parte dei cefalopodi e, soprattutto, nel capirne la genesi.
- (12) J. Mather *Home choice and modification by juvenile Octopus vulgaris (Mollusca: Cephalopoda): specialized intelligence and tool use?* JOURNAL OF ZOOLOGY, 233: 359-368, 1994
- (13) G. Fiorito, P. Scotto *Observational learning in Octopus vulgaris* SCIENCE, 256: 545-547, 1992



Alexander Calder *Sans titre* 1973

La deposizione delle uova nei cefalopodi e l'evoluzione a rovescio

GIAMBATTISTA BELLO

Il polpo e la deposizione *big bang*

Una piccola cavità sul fondo del mare; all'interno, particolari di un corpo animale -occhi vigili e ventose e festoni di uova pendenti dal soffitto (Fig. 1). È una tipica ripresa subacquea, di quelle appaganti per il fotografo che si avventura sotto la superficie del mare. Non si tratta di uno scatto particolarmente difficoltoso, la femmina di polpo di lì non si sposta e la si può inquadrare, mettere a fuoco e fissare sulla pellicola o nella memoria elettronica, con tutta calma. I lettori interessati potranno osservare, nei siti *web* di fotografia subacquea, numerose immagini di femmine di polpo intente a incubare il frutto della loro riproduzione.

Gli acquariologi che hanno trattato coi polpi sanno bene che questi splendidi animali hanno vita breve. La permanenza o, meglio, la visibilità nella vasca d'acquario può divenire brevissima se l'individuo immesso è una femmina fecondata -condizione che si scopre solo dopo- che, ben presto, s'infilerà in qualche anfratto della vasca, depositerà le uova e resterà lì a incubarle, senza più uscire nemmeno per alimentarsi, per diverse settimane, fino alla schiusa delle uova. Quello, però, è un momento glorioso, con migliaia e migliaia di polpetti, lunghi appena 2 mm, che, nel giro di minuti, schiudono dalle uova e si dirigono a piccoli balzi verso le fonti luminose, dando l'impressione di un continuo zampillio. I micromovimenti attivi sono compiuti a getto, con l'acqua espulsa dal mantello attraverso l'imbuto, seguiti da microspostamenti passivi verso il basso, per gravità, nei momenti d'inattività. I neonati di polpo hanno il corpo strutturato come gli adulti, seppur con proporzioni diverse, avendo l'apparato brachiale molto ridotto rispetto al mantello.



Fig. 1 Femmina di *Octopus vulgaris* intenta all'incubazione delle uova; Capri, -30 m (fotosub di Giovanni Naldi).

Quanto ho concisamente descritto è stato definito, nel gergo dei teutologi (gli studiosi di cefalopodi), deposizione *big bang*, con ironico riferimento alla teoria dell'esplosione primordiale universale: la femmina, sessualmente matura e fecondata, emette le proprie uova in un sol colpo. La schiusa delle uova è altrettanto *big bang*.

È essenziale specificare che il polpo di cui ho finora detto è quello comune del Mediterraneo, *Octopus vulgaris*, una delle circa 300 specie ascrivibili alla famiglia Octopodidae.

La riproduzione di questo cefalopode è quella meglio descritta in assoluto, e nella letteratura scientifica e in quella non specialistica. Raggiunta la maturità sessuale all'età di circa un anno, la femmina si accoppia con uno o più maschi, ricevendo da questi alcune spermatofores (pacchetti di spermatozoi; ne abbiamo parlato in un precedente articolo di NATURALMENTE (1)). Qualche tempo dopo, la femmina si ritira in una cavità idonea e deposita le uova, sospendendole in grappoli al soffitto del rifugio. Ciascuna femmina depone 150.000-400.000 uova di forma ovoidale e di piccole dimensioni, lunghe circa 2 mm (2). Come s'è accennato, queste saranno custodite attivamente dalla madre, che provvederà a smuoverle in continuazione con le braccia e con moderati getti d'acqua dall'imbuto, al fine di ossigenarle ed evitare il deposito su di esse di materiali estranei. L'incubazione delle uova è praticata da tutti gli ottopodi incircati (3) e la sua durata è proporzionata alla grandezza delle uova, nonché inversamente proporzionale alla temperatura dell'acqua. Nel caso del polpo comune mediterraneo, lo sviluppo dell'uovo fecondato si completa in un periodo variabile da uno a tre mesi. A schiusa avvenuta, la madre muore. Si tratta, pertanto, di un tipo di riproduzione semelipara, in contrapposizione a quella iteripara, tipica, ad esempio, della stragrande maggioranza dei pesci, il cui ciclo biologico si estende per più anni e che, anno dopo anno, si riproducono.

Le modalità riproduttive di *Octopus vulgaris*, soprattutto la mancata alimentazione durante il periodo di custodia delle uova e il conseguente decesso, sono state un po' mitizzate. Di certo, la semeliparità di questa specie, come della stragrande maggioranza dei cefalopodi di cui abbiamo contezza, è geneticamente codificata, al pari di una miriade di altri viventi; basti pensare agli insetti.

mano un bastone bell'e pronto, può ricavarcelo a partire da un ramo frondoso ripulendolo delle frasche; tanto fa anche per lo stecco. Pure nel mondo degli Uccelli si possono raccogliere decine di casi di utilizzo di utensili. Qui ricordiamo solo quello del fringuello-picchio delle Galapagos, *Camarhynchus pallidus*, che sceglie e stacca una spina di cactus o uno stecco e li usa per stanare larve e insetti dagli alberi. Il polpo non è in grado di costruirsi atrezzi, ma si limita a trarre profitto da quanto trova già confezionato, tanto oggetti naturali quanto manufatti umani finiti in mare.

Il polpo comune del Mediterraneo, *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae), al pari di tante altre specie di ottopodini, è un animale crepuscolare che, solitamente, va a caccia di prede verso il tramonto e all'alba. Il resto del tempo lo trascorre rintanato in un anfratto della roccia o in un buco da esso stesso scavato nella sabbia. Se l'apertura della tana è troppo esposta, il polpo tende a rinchiuderla con gli "utensili" a portata di mano, anzi di tentacolo, perlopiù ciottoli e conchiglie di molluschi. Spesso le conchiglie sono i resti dei suoi pasti; in tal caso, quindi, il polpo fa un doppio utilizzo delle sue prede *conchigliate*: cibo e, poi, strumento per chiudere la tana. Va sottolineato che in questo caso non si può parlare di *costruzione* consapevole dell'utensile, così come fa lo scimpanzé col ramo frondoso, di cui si è detto.

Quanto ho appena scritto del polpo mediterraneo non è affatto una novità scientifica. Molti appassionati di sport subacquei, infatti, sanno già che la tana del polpo può essere riconosciuta dal mucchietto di ciottoli e conchiglie ad essa antistante. La certezza si ha quando, avvicinandosi alla tana, si supera la distanza di sicurezza del polpo e questo si ritrae in casa tirandosi dietro il materiale di chiusura. E lo sanno pure i *polpaioli*, pescatori specializzati nella pesca del polpo, i quali, attraverso lo *specchio* (cilindro a fondo trasparente che permette la visione nitida al di sotto della superficie del mare), riconoscono la tana da ciottoli e conchiglie e vi avvicinano l'esca, per convincere il polpo a uscirne e poterlo catturare. Tali conoscenze traspaiono anche dal detto dei pescatori mollesi (in provincia di Bari) che recita "il polpo è amante del liscio", cioè degli oggetti lisci, quali appunto i ciottoli levigati e i nicchi dei molluschi. L'uso di conchiglie-utensili da parte del polpo per proteggere il proprio rifugio è, ovviamente, risaputo persino dai biologi marini; non da tutti però, come ha dimostrato lo scalpore suscitato, in qualche sprovveduto ricercatore, dalla storia del polpo e della noce di cocco.

Se, parlando di polpi, possiamo essere certi che ciottoli e conchiglie siano assimilabili a utensili, la certezza viene meno allorché questi ottopodi usano manufatti umani (in realtà rifiuti), come bottiglie,

copertoni d'auto e altro, per trovarvi rifugio. Nel primo caso il cefalopode raccoglie deliberatamente e tiene presso degli oggetti che utilizza per uno scopo preciso, cioè la difesa della tana; nel secondo caso, invece, si tratta di anfratti artificiali che l'ottopode scambia per un rifugio naturale. A tal proposito vale la pena ricordare che, ancora una volta, i pescatori, ben conoscendo la necessità di rintanarsi dei polpi, l'hanno sfruttata per catturarli con tane artificiali, le *mummarelle* dei napoletani o i *cadups* dei catalani. Queste sono anfore di terracotta che dislocate lungo una lenza, così come si fa con gli ami del palangaro, venivano e vengono ancora, in diverse parti del mondo, deposte sul fondo del mare prima del tramonto e salpate la mattina dopo con dentro i polpi che vi hanno eletto incautamente dimora (Fig.2).



Fig. 2. Anfore per la pesca del polpo in Tunisia

In un precedente articolo avevo accennato al comportamento dei piccoli maschi del polpo pignatta, *Ocythoe tuberculata* (Cephalopoda: Ocythoidae), che si infilano nella tunica, oramai vuota del corpo carneo, di salpe (tunicati planctonici), per galleggiare a mezz'acqua senza consumo di energie (5). Anche il guscio delle salpe rappresenta un utensile per questo polpo pelagico.

Così, sono pure definibili utensili i frammenti urticanti di meduse che le giovani femmine di *Tremoctopus violaceus* (Cephalopoda: Tremoctopodidae) (un altro ottopode pelagico di cui si è scritto su NATURALMENTE (6)) brandiscono fra le braccia come arma di difesa e forse anche di offesa, per catturare le proprie prede.

Il polpo utensiliere

È opportuno, a questo punto, rilevare che la storia del polpo indo-pacifico utilizzante le noci di cocco, notizia che a partire dallo scorso mese di dicembre ha fatto il giro del mondo ed è stata enfatizzata da tanti mass-media come *prima documentazione dell'uso di utensili da parte di un invertebrato*, è vecchia di almeno dieci anni. Nel bel libro *Cephalopods - A world guide* del valente teutologo australiano Mark Norman, pubbli-



Fig. 3. Il polpo che utilizza gusci di noce di cocco. Foto di Roger Steene; da Mark Norman *Cephalopods - A world guide* 1^a ed. (2000), ConchBooks, Hackenheim, Germania (per gentile concessione dell'Editore).

cato nell'anno 2000 (7), si può leggere, a pag. 231, un capitoletto intitolato *Coconut castles* (Castelli di noci di cocco), in cui viene descritto come *Un polpo tropicale, che vive su fango e sabbia, abbia trovato un modo unico per starsene al sicuro. Il polpo usa e trasporta gusci di noci di cocco gettati via [dall'uomo] come rifugio contro i predatori. Più avanti: Per proteggersi, questa specie si nasconde nelle conchiglie di bivalvi o gasteropodi, ma, nei pressi di insediamenti umani in Indonesia, usa con più frequenza gusci di noci di cocco. Due mezzi gusci tenuti insieme dal polpo costituiscono un rifugio perfetto, impossibile da violare da parte dei pesci. [...] Questi polpi scavano dal fango mezzi gusci di noci di cocco [...] e, poiché, un mezzo guscio da solo non offre una protezione sufficiente, lo trascinano con sé alla ricerca di un altro mezzo guscio.* Il polpo è proprio lui, *Amphioctopus marginatus* (8), l'azione descritta nel libro è identica a quella del filmato, la scena si svolge nel Sulawesi Settentrionale (Isola di Celebes, Indonesia) e le foto, di Roger Steene, sono proprio quelle che abbiamo rivisto di recente in articoli e filmati: un polpo ben sistemato fra due mezzi gusci di noce di cocco e un altro che trasporta un mezzo guscio (Fig. 3).

Il 15 dicembre dello scorso anno è uscito il numero 23 del volume 19 della rivista scientifica *CURRENT BIOLOGY*, con un articolo a firma di Julian Finn, Tom Tregenza e Mark Norman (quest'ultimo è lo stesso del libro di cui abbiamo appena parlato), che descrive e discute il l'uso dell'utensile "guscio di noce di cocco", da parte del polpo indonesiano, e riporta le foto di Roger Steene, già viste nel libro di Norman (9). Negli stessi giorni il relativo filmato ha fatto la sua comparsa sul sito web *YouTube* e ha dato la stura a tutta una serie di commenti, anche in arene di alto livello scientifico come la rivista *New Scientist* (10), soprattutto relativamente alla definizione di *tool* (utensile) e alla possibilità di assegnare l'attributo di *tool* alle noci di cocco; insomma *tool or not tool, that is the question* (11). Peraltro, già la canadese Jennifer Mather aveva descritto l'uso di utensili da parte di *Octopus vulgaris* (12).

Comportamento e filogenesi

Comunque si definiscano tali oggetti, rimane il fatto che tanti ottopodi (diverse specie di polpi, *Tremoctopus*, *Ocythoe*) li utilizzino per propria difesa e, forse, di offesa nel caso di *Tremoctopus violaceus*.

Analizziamo, fugacemente, le capacità *utensiliere* alla luce dell'evoluzionismo, ovvero la predisposizione dei cefalopodi ottopodi a servirsi di utensili. È risaputo che il comportamento di un animale è frutto di un miscuglio di istinto e di apprendimento; tutti conoscono, inoltre, la regola generale secondo cui le specie a vita breve privilegiano il comportamento istintuale, giacché hanno poco tempo a disposizione per fare tesoro delle esperienze acquisibili. Or dunque, il polpo (e qui parliamo del polpo comune mediterraneo, *Octopus vulgaris*, il cefalopode meglio studiato sotto il profilo comportamentale) rappresenta una notevole eccezione a tale regola generale. Numerosi studi, fra cui spiccano quelli condotti presso la Stazione Zoologica *Anton Dohrn* di Napoli, ne hanno rivelato le elevate capacità di apprendimento (13), nonostante la brevità del ciclo biologico, un anno o poco più. D'altro canto, l'uso in modo fisso di utensili semplici, come nei cefalopodi ottopodi, non è sempre segno di intelligenza.

Il fatto che quella che ho definito capacità *utensiliere* si osservi in specie diverse, tanto nell'ambito di una stessa sottofamiglia (*Octopodinae*, che riunisce i polpi bentonici tipici) quanto persino in generi di famiglie diverse (*Tremoctopus* e *Ocythoe*), mostra che essa costituisce una sinapomorfia, cioè un carattere condiviso da più specie affini per comune derivazione filogenetica, e, pertanto, sia interpretabile come comportamento fondamentalmente istintivo. È difficile immaginare che i giovani delle varie specie di *Octopus*, *Amphioctopus*, *Ocythoe* o *Tremoctopus*, tutte altamente solitarie, apprendano in natura da individui della propria specie a utilizzare, rispettivamente, i ciottoli per sbarrare l'accesso alla tana, i resti di noci di cocco o i gusci delle salpe per dimorarvi, i frammenti di meduse per difendersi.

Di contro, la ricerca di mezzi gusci di noci di cocco, da assemblare in tana, ha tutto l'aspetto di comportamento appreso tramite operazioni cognitive, comunque basato sulla naturale tendenza, cioè frutto dell'istinto ed ereditaria, a servirsi di utensili per farne rifugio.

Commenti finali

A margine della storia dell'eccessiva e tardiva circolazione della notizia del polpo che utilizza noci di cocco, è possibile fare due commenti, di segno opposto. Il primo, negativo, è esprimibile sinteticamente con lo shakespeariano "molto rumor per nulla" o quasi nulla, in quanto si è discusso di fatti noti agli addetti ai lavori già da molti anni; comunque, meglio tardi che mai. Il secondo commento, positivo, è che il tanto parlare di questa notizia e la sua diffusione per mezzo del tamtam telematico -oltre un milione di visioni del filmato su polpo e noci di cocco nel sito web di *YouTube* in due mesi!- sono rivelatori della generale fame di scienze naturali.

Giambattista Bello

Note e riferimenti bibliografici

- (1) La descrizione della morfologia di *Bursatella leachi* e una sintetica storia della sua penetrazione ed espansione nel Mediterraneo, fino alla Laguna di Venezia, si trova al sito del Museo di Storia Naturale di Venezia: http://www.msn.ve.it/index.php?pagina=progamb_view&id=4&idprog=18
- (2) G. Orel, R. Zamboni, F. Grim *Miti e mostri del mare di ieri e di oggi* HYDRORES INFORMATION, 16: 35-46, 1998
- (3) Nel linguaggio giornalistico, l'occhiello è la frasetta che precede il titolo, composta con caratteri minori. In molti giornali, titolo e occhiello sono creati dal *titolista* e non dall'autore dell'articolo.

- (4) Il filmato è visibile alla pagina <http://www.youtube.com/watch?v=1DoWdH0ttrk>
- (5) G. Bello *I maschi dei polpi olopelagici* NATURALMENTE, 23(1): 34-36, 2010
- (6) G. Bello *Il polpo coi buchi* NATURALMENTE, 22(1): 46-48, 2009
- (7) M. Norman *Cephalopods - A world guide* CONCHBOOKS, Hackenheim, Germania, 2000, (una 2ª edizione riveduta è stata pubblicata nel 2003)
- (8) Nella prima edizione del libro di Norman, questa specie viene chiamata *Octopus marginatus*; si tratta, comunque della stessa specie, che in anni recenti è stata trasferita all'affine genere *Amphioctopus*.
- (9) J. K. Finn, T. Tregenza, M. D. Norman *Defensive tool use in a coconut-carrying octopus* CURRENT BIOLOGY, 19(23): R1069-R1070, 2009
- (10) A. Coghlan *Octopuses use coconut shells as portable shelters* NEW SCIENTIST: <http://www.newscientist.com/article/dn18281-octopuses-use-coconut-shells-as-portable-shelters.html>, 2009
- (11) Va specificato che, secondo alcuni studiosi del comportamento animale, la definizione convenzionale di *tool* riguarda oggetti usati per operare su altri oggetti, ad esempio alimenti (sasso per rompere noci o stecco per catturare termiti da parte degli scimpanzé); di conseguenza, secondo tale definizione, i vari oggetti usati dai cefalopodi, qui riferiti, non sarebbero *utensili*. Non sono d'accordo. Ritengo sterile, tuttavia, l'attardarsi in discussioni semantiche, mentre è di certo più produttivo l'impegno dei ricercatori nell'osservare e descrivere i fenomeni di uso di oggetti da parte dei cefalopodi e, soprattutto, nel capirne la genesi.
- (12) J. Mather *Home choice and modification by juvenile Octopus vulgaris (Mollusca: Cephalopoda): specialized intelligence and tool use?* JOURNAL OF ZOOLOGY, 233: 359-368, 1994
- (13) G. Fiorito, P. Scotto *Observational learning in Octopus vulgaris* SCIENCE, 256: 545-547, 1992



Alexander Calder *Sans titre* 1973

Esattamenti e Cefalopodi

GIAMBATTISTA BELLO

Anelli di calamaro, Molluschi e Cefalopodi

Circolava, qualche anno addietro, una storiella sulle conoscenze o, meglio, sull'ignoranza scientifica di certi studenti. A raccontarla era stato un consocio della Società Italiana di Malacologia, il quale, durante un'interrogazione sui Molluschi, aveva voluto aiutare lo studente inceppatosi sui Cefalopodi imbeccandolo con la domanda "Ha mai sentito parlare di calamari?" Per tutta risposta ebbe "Ah, sì, quelli ad anelli!"

L'aneddoto, che si commenta da sé, mi fornisce lo spunto per sottolineare come, per molti profani, i Cefalopodi non sono prontamente ascrivibili al *taxon* Mollusca. E questo per via della loro morfologia piuttosto difforme da quella di cozze, vongole, lumachine di mare, chioccioline e lumaconi terrestri. Come si può riconoscere, ad esempio, nelle braccia e nei tentacoli di polpi e calamari la struttura omologa, denominata piede, su cui la chiocciola striscia o con cui il cuore di mare si affossa nella sabbia? Più in generale, come si fa a capire, senza nozioni scientifiche adeguate, che i superattivi cefalopodi sono parenti stretti delle proverbialmente lente lumache? Tutti i lettori di NATURALMENTE sanno che la parentela fra Cefalopodi, Gastropodi, Bivalvi e le altre classi di Molluschi è stata ampiamente dimostrata già da qualche secolo mediante studi di morfologia, embriologia e, oggi, genetica.

Un aspetto sorprendente, nei Cefalopodi Coleoidei (praticamente tutti i cefalopodi viventi tranne la piccola famiglia Nautilidae), è l'uniformità del *bauplan*, vale a dire il piano organizzativo fondamentale o piano strutturale del corpo: il mantello, da globoso a cilindrico; le

braccia munite di ventose; la testa con occhi e cervello, situata fra le due precedenti strutture; inoltre, l'assenza di una conchiglia esterna. Tale uniformità è, fra l'altro, rivelatrice della compattezza filogenetica del *taxon* in questione.

Il problema che i teutologi evolucionisti si pongono è stabilire i processi attraverso cui si è realizzato il *bauplan* dei Coleoidei.

Esattamenti

Focalizziamo l'attenzione sul complesso di braccia e tentacoli. Come ho già accennato, esso rappresenta, un carattere derivato (apomorfia) dal piede ancestrale (plesiomorfia) del mollusco progenitore comune a diverse classi (1). Abbiamo qui un bello e classico esempio di mutamento evolutivo di forma e di funzione di un organo: il piede strisciante di un mollusco ancestrale simil-patella si è evoluto in un insieme di otto braccia aventi il duplice ruolo deambulatorio e manipolativo negli Ottobranchi (o Ottopodi; polpi), o di otto braccia e due tentacoli aventi il quasi esclusivo ruolo manipolativo nei Decabranchi (calamari, totani, seppie, ecc.). È ancora dibattuto e per certi versi oscuro il percorso evolutivo che ha portato a questa trasformazione morfo-funzionale; ma ciò è, ai fini del presente articolo, un aspetto marginale.

Ampliando l'orizzonte, possiamo vedere casi evolutivi di simile portata in tutti gli altri gruppi sistematici. Ad esempio, gli arti anteriori dei Tetrapodi trasformati in braccia nei Primati o in ali negli Uccelli. In questi casi siamo più fortunati rispetto ai Cefalopodi Coleoidei,

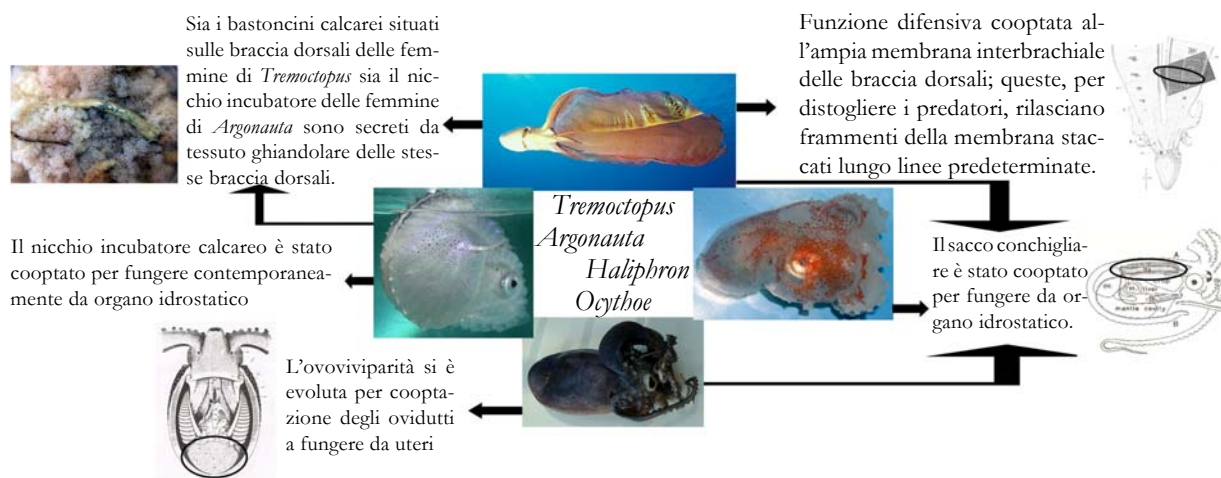


Fig. 1 Diagramma degli esattamenti nelle femmine degli Argonautoidei. La foto in alto a sinistra mostra i bastoncini calcarei di *Tremoctopus* (foto di R. E. Young); le quattro foto centrali riportano esemplari dei quattro generi (foto, dall'alto in senso circolare, di M. Conticelli e Pellicciari, R. E. Young, A. Miglietta, M. Vecchione). Gli ovali nei disegni, dall'alto a destra in senso orario, evidenziano: linea di frattura predeterminata nella membrana interbrachiale di *Tremoctopus* (da A. Portmann, 1952); organo idrostatico in *Ocythoe* (da A. Naef, 1923); "uteri", ovidotti altamente convoluti, di *Ocythoe* (da A. Naef, 1923).

giacché abbiamo una buona documentazione fossile a rivelarci la progressione delle trasformazioni. E, considerato che abbiamo parlato di Uccelli, ricordiamo come penne e piume, vale a dire formazioni cornee cutanee sorte in alcuni rettili per la conservazione del calore corporeo, hanno consentito, successivamente e grazie ad ulteriori eventi evolutivi, il volo degli Uccelli. Ecco, proprio quest'ultimo caso fu preso da Stephen Jay Gould ed Elisabeth Vrba (2) come primo esempio di esattamento (*exaptation*, nell'originale inglese), un termine coniato *ad hoc* dagli stessi Autori per descrivere quelle "caratteristiche che ora migliorano la *fitness* ma che non furono messe a punto dalla selezione naturale per il ruolo presente". Gould e Vrba proposero, inoltre, di "limitare il termine *adattamento*, come Darwin aveva suggerito, a caratteristiche messe a punto dalla selezione naturale per il ruolo presente". Mi permetto di suggerire caldamente, a tutti i lettori di NATURALMENTE che ancora non conoscano l'articolo di Gould e Vrba, di leggerlo. È molto interessante senza essere troppo tecnico; spazia su varie questioni evolutive e chiarisce, fra l'altro, l'inadeguatezza e l'improprietà del termine *pre-adattamento*, in quanto pregno di significato teleologico. *Adattamento* deriva dal latino *ad* + *aptus* = verso + atto (idoneo); quindi, *adattamento* è un carattere specificamente disegnato dall'evoluzione proprio per svolgere una determinata funzione, idoneo a tale funzione. Il termine italiano *adattamento*, peraltro, indica sia il carattere che si è evoluto, sia il processo che ha portato all'insorgenza di tale carattere. *Esattamento* è stato foggato sempre dal latino: *ex* + *aptus* = secondo + atto ('secondo' nel senso di "in conseguenza di" o "in relazione a"), cioè carattere che svolge una funzione per la quale può essere idoneo, a prescindere dai motivi per i quali si è evoluto. In definitiva, secondo quegli Autori, l'uso che una specie fa di un *adattamento* è una *funzione* specifica per la quale il carattere era sorto; l'uso di un *esattamento* è invece un *effetto*, una conseguenza di un carattere evolutosi per altre funzioni oppure insorto del tutto casualmente.

I lettori interessati all'argomento potranno prendere atto di vari esempi di esattamento cercando le parole *exaptation* o "esattamento" in *internet*, mediante uno dei motori di ricerca disponibili.

Gli Argonautoidei

Avendo dedicato una serie di articoli di NATURALMENTE agli Argonautoidei, cefalopodi ottopodi passati dalla vita bentonica a quella olopelagica (3), utilizzo lo stesso *taxon* per osservare più da vicino alcuni casi di esattamento (4).

Come già ho avuto a scrivere, gli ottopodi dei generi *Argonauta*, *Ocythoe*, *Tremoctopus* e *Haliphron*, per assumere il modo di vita olopelagico, hanno acquisito il galleggiamento neutro e la capacità di mantenere pres-

so di sé le uova fecondate fino al momento della schiusa. Le femmine di tutti gli Ottopodi Incirradi, infatti, incubano le uova, siano esse fissate al substrato o, in una minoranza di casi, portate con sé.

Per poter assolvere quest'ultima funzione, i diversi generi hanno evoluto soluzioni diverse. Così, nelle femmine di *Tremoctopus* e *Argonauta*, del tessuto ghiandolare presente nelle braccia dorsali e relativa membrana interbrachiale produce specifiche strutture calcaree, a cui si ancorano i peduncoli delle uova fecondate ed emesse. Tali strutture hanno forma di due bastoncini, ognuno attaccato alla parte interna di ciascun braccio dorsale, in *Tremoctopus*, e forma di nicchio in *Argonauta*. La capacità di produrre materiale calcareo, da parte delle braccia dorsali, per l'ancoraggio delle uova è ritenuta un esattamento.

Ocythoe tuberculata, unica specie del genere *Ocythoe*, ha percorso un cammino evolutivo diverso per proteggere le uova. Ha trasformato gli ovidutti in uteri, al cui interno gli oociti fecondati compiono l'intero sviluppo embrionale, fino alla schiusa delle uova e alla fuoriuscita dei neonati. È questo l'unico caso di ovoviviparità noto nei Cefalopodi. Anche la cooptazione degli ovidutti a funzionare come uteri costituisce un caso di esattamento. Poco o punto si sa del sistema evoluto in *Haliphron* per l'incubazione delle uova.

Per quel che riguarda il galleggiamento neutro o idrostaticità, cioè la possibilità di stare sospesi a mezz'acqua senza significativo consumo di energie, abbiamo visto in un precedente articolo (5) come *Argonauta* abbia risolto il problema mediante il nicchio dalla duplice funzione. Le sue spire, infatti, oltre a dare ricetto alle uova fecondate, possono intrappolare una certa quantità di gas, tale da produrre una spinta verso l'alto e, così, bilanciare la spinta in direzione opposta causata dalla massa dell'animale. È altamente probabile che la seconda funzione del nicchio, quella idrostatica, sia secondaria, si sia evoluta cioè a partire dalla preesistente struttura calcarea per l'ancoraggio delle uova; sia, in altri termini, un esattamento.

Il traslucido nicchio incubatore è una formazione unica, presente solo nelle femmine del genere *Argonauta*. Le femmine degli altri tre generi di Argonautoidei, al fine di contrastare la spinta verso il basso dovuta alla densità corporea superiore a quella dell'acqua marina, hanno evoluto una caratteristica meno appariscente ma forse più avvincente: la vescica natatoria. Furono Andrew Packard e Maurizio Wurtz a scoprire per primi che il sacco conchigliare, pur avendo perso la sua funzione primaria di produzione della conchiglia interna, non era scomparso, bensì si era trasformato in una membrana capace di contenere gas e, quindi, di funzionare come organo idrostatico (6). Successivamente Vyaëslav Bizikov, un valente teutologo russo, ha osservato una struttura simile anche nei generi *Tremoctopus*

e *Haliphron* (7), il che fa pensare come il cambio di funzione della sacca conchigliare sia una sinapomorfia comune a tutti gli Argonautoidei, cioè un carattere derivato evolutosi nel progenitore comune a questo gruppo di ottopodi. La sua assenza in *Argonauta* è, in tale ottica, una condizione derivata, dovuta all'acquisizione della pseudoconchiglia esterna che, come s'è detto, svolge anche funzione idrostatica. Sembra quasi superfluo evidenziare come la cooptazione del sacco conchigliare per fungere da organo idrostatico sia un'ulteriore, significativo caso di esattamento.

Un esattamento sinapomorfico riguardante tutti gli Argonautoidei è rappresentato dalla tasca in cui l'ectocotile del maschio è racchiuso fino al raggiungimento della maturità (8). Il peculiare braccio copulatore di questi maschi è molto più lungo delle altre sette braccia e, per tale ragione, rimane avvolto su se stesso in un'apposita tasca situata sotto uno dei due occhi, in modo tale da non interferire con la mobilità dell'animale. Le pareti della tasca sono costituite dalla membrana interbrachiale orlante il braccio ectocotilizzato, che è stata cooptata per svolgere un'ulteriore, nuova funzione rispetto alle originarie (coadiuvante del nuoto, contenimento delle prede).

Concludo questa mini-sintesi degli esattamenti negli Argonautoidei con un altro caso concernente la stessa membrana interbrachiale. Quella di *Tremoctopus* è molto sviluppata su entrambi i lati delle braccia dorsali e, soprattutto, presenta delle linee trasversali regolarmente distanziate fra loro che continuano sulle braccia. Sono linee di frattura predeterminata, lungo le quali ciascun braccio può autotomizzarsi insieme a un frammento di membrana. Lo scopo dell'operazione, messa in atto in caso di attacchi da parte di predatori, è di ingannare questi: il frammento di membrana staccato, ornato da vistosi disegni ocelliformi, si distende nell'acqua come un fazzoletto e attrae il predatore, distraendolo, mentre il cefalopode si dilegua.

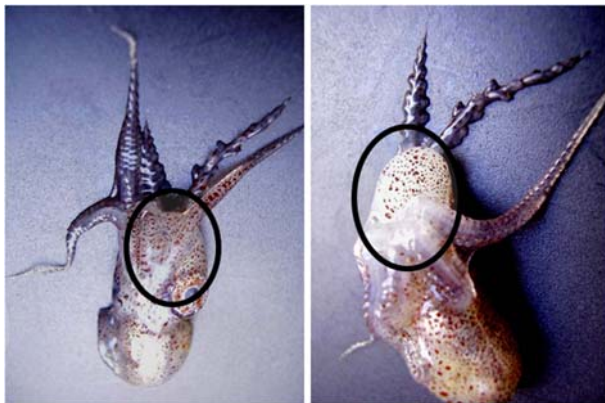


Fig. 2 Maschio prossimo alla maturità di *Tremoctopus* (foto di A. Villari); l'ovale evidenzia la tasca dell'ectocotile, contenente il lungo braccio ectocotilizzato avvolto su se stesso, è derivata, per cooptazione, dalla membrana interbrachiale dello stesso braccio.

Evoluzione e bricolage

Gli esempi di eventi evolutivi qui considerati, che nel loro insieme hanno consentito ad un gruppo monofiletico di ottopodi la conquista dell'ambiente pelagico, sembrano rubricabili *in toto* nella casistica degli esattamenti, piuttosto che in quella degli adattamenti, nonostante noi tutti parliamo sempre di "adattamenti alla vita olopelagica". Abbiamo visto come un organo che ha dismesso una funzione (il sacco conchigliare) ne abbia assunta un'altra; come un altro organo (la membrana interbrachiale) sia stato ripetutamente cooptato per assolvere nuovi compiti aggiuntivi. Insomma, si ha l'impressione che l'evoluzione proceda più per successivi riadeguamenti di preesistenti strutture che per l'invenzione *ex novo* di caratteri "ad-atti". Può essere sufficiente considerare, sia pur a costo di estreme semplificazioni, la trasformazione delle due coppie di pinne dei Pesci negli arti dei Tetrapodi e, poi, quella delle gambe anteriori in ali negli Uccelli e in braccia nei Primati o, per una deviazione nel percorso, in ali nei pipistrelli. Tutto materiale già esistente, modificato e cooptato dall'evoluzione per svolgere nuovi compiti. Sulla cooptazione di caratteri preesistenti, è particolarmente illuminante l'articolo *Evolution and Tinkering* di François Jacob. Scrive il premio Nobel "L'azione della selezione naturale è stata spesso paragonata a quella di un ingegnere. Non mi pare questo un paragone adeguato. Primo, perché, contrariamente a quanto avviene nell'evoluzione, l'ingegnere segue un progetto in cui già intravede il prodotto finale. Secondo, perché l'ingegnere, per costruire un nuovo prodotto, ha a disposizione sia il materiale sia gli strumenti idonei allo scopo. Infine, perché gli oggetti prodotti da un ingegnere, quantomeno da un buon ingegnere, si avvicinano alla perfezione consentita dai mezzi dell'epoca. Al contrario, l'evoluzione è ben lontana dalla perfezione. Questo punto era stato ripetutamente sottolineato dallo stesso Darwin mentre combatteva contro la questione della creazione perfetta. [...] La selezione naturale non ha alcuna analogia con qualsivoglia aspetto del comportamento umano. Tuttavia, se si volesse giocare con i confronti, si dovrebbe dire che la selezione naturale non lavora come un ingegnere. Lavora piuttosto come un rabberciatore (*tinkerer*) che non sa esattamente cosa andrà a produrre, ma che usa tutto ciò che trova, siano pezzi di corda, frammenti di legno o vecchi cartoni; in breve, essa lavora come un rabberciatore che adopera quel che ha a disposizione per produrre un qualcosa che funzioni." (9). Ancora una volta viene, così, ribadita la non-teleologia dell'evoluzione dei viventi.

Una precisazione e qualche considerazione

Potrei aver dato l'impressione, in questo articolo, che gli esattamenti riguardino solo strutture morfologiche. Corro ai ripari con un paio di esempi relativi a caratteri

molecolari e comportamentali. Uno dei rarissimi casi riferiti nella letteratura scientifica di esattamenti nei cefalopodi viventi concerne il cristallino, la lente dell'occhio, costruito con l'utilizzo di una molecola preesistente, un enzima nel caso specifico, il glutatione S-transferasi. È curioso che gli Autori della segnalazione di questo esattamento non siano teutologi. L'articolo originale di Gould e Vrba fa, come esempio di comportamento esattato, quello del cane che lecca il viso del padrone per attrarne l'attenzione. Esso deriverebbe dall'abitudine dei cuccioli di lupo di leccare il muso dei genitori per far loro regurgitare il cibo dallo stomaco e potersene nutrire. Siamo, quindi, di fronte a una nuova funzione per un vecchio carattere comportamentale. A distanza di trent'anni, il concetto di esattamento, nonostante l'evidenza della sua utilità nel dibattito evuzionistico, non è stato ancora acquisito universalmente. Ad esempio, da una ricerca, sia pur poco approfondita, mi sono reso conto che tale concetto è stato di rado utilizzato dagli studiosi di Cefalopodi. Ho trovato, infatti, solo quattro riferimenti ad esattamenti in Cefalopodi, in altrettanti articoli, due dei quali sono opera di paleoteutologi e uno, come ho accennato sopra, di non-teutologi.

Conobbi Stephen Jay Gould (10 settembre 1941, 20 maggio 2002) oltre trent'anni fa, grazie ai suoi saggi della rubrica fissa *This view of life* nella rivista del Museo di Storia Naturale di New York *NATURAL HISTORY* (saggi poi riuniti in diversi libri, tradotti anche in italiano). Sin da allora e a dispetto del suo prematuro decesso, Gould non ha mai finito di stupirmi per la sua creatività geniale, non disgiunta da una profonda umanità. Mentre sto scrivendo questo articolo, egli avrebbe compiuto 70 anni. Non so se tra pochi mesi, ricorrendo

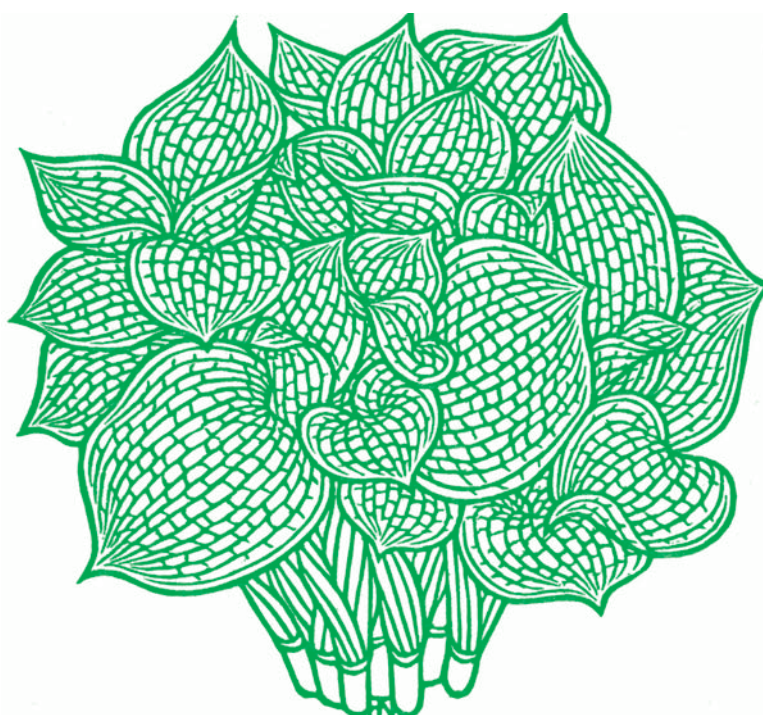
il decennale della sua scomparsa, la sua memoria sarà commemorata. Credo, comunque, che egli sia celebrato quotidianamente in molti di noi ogni volta che ci imbattiamo in un suo scritto. La sua opera, infatti, è viva, influente e stimolante.

Ah, quasi dimenticavo. Solitamente nei ristoranti spacciano, al posto degli anelli di calamaro, anelli di totano, che per qualcuno possono essere persino più saporiti ... ma sempre di frode si tratta!

Giambattista Bello

Bibliografia e note

- (1) Si veda una recente revisione in: S. Shigeno, T. Sasaki, T. Moritaki, T. Kasugai, M. Vecchione e K. Agata, 2008 *Evolution of the cephalopod head complex by assembly of multiple molluscan body parts: evidence from Nautilus embryonic development* JOURNAL OF MORPHOLOGY 269:1-17
- (2) S. J. Gould e E. Vrba, 1982 *Exaptation - a missing term in the science of form* PALEOBIOLOGY 8: 4-15
- (3) G. Bello, 2009 *Il polpo coi buchi* NATURALMENTE 22 (1): 46-48; 2009 *Il polpo pignatta* NATURALMENTE 22 (2): 34-37. Altri due articoli sono elencati rispettivamente alle note (5) e (8).
- (4) G. Bello, 2011 *Exaptations in Argonautoida* 4th INTERNATIONAL SYMPOSIUM *Coleoid Cephalopods Through Time*, Abstracts volume: 53
- (5) G. Bello, 2008 *Il polpo a vela* NATURALMENTE 21 (1): 55-57
- (6) A. Packard e M. Wurtz, 1994 *An octopus, Ocythoe, with a swimbladder and triple jets* PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON, B 344: 261-275
- (7) V. Bizikov, 2004 *The shell in Vampyropoda (Cephalopoda): morphology, functional role and evolution* RUTHENICA, suppl. 3: 1-88
- (8) G. Bello, 2010 *I maschi dei polpi olopelagici* NATURALMENTE 23 (1): 34-36
- (9) F. Jacob, 1977 *Evolution and tinkering* SCIENCE 196: 1161-1166 [Il passo riportato è stato tradotto da G. Bello]



Sperimentare il mare: colore e trasparenza

// Giambattista Bello

Cosa si può provare di fronte alla sterminata distesa acqua del mare? Un mio cuginetto, che chiamerò Massimo, frequentatore di piscine milanesi, quando all'età di 4 anni vide per la prima volta il mare esclamò, con gli occhi sgranati dalla meraviglia, «che piscina grande!». Mettendo da parte lo stupore di Massimo e assumendo un atteggiamento scientifico, cerchiamo di penetrare coi nostri sensi in questa materia, senza rinunciare, comunque, alla facoltà di stupirci.

Prima di procedere oltre, va chiarito che questo articolo si propone di fornire alcuni suggerimenti per esperienze in cui coinvolgere scolari e studenti di diversa età e livello. Spetterà al docente il compito di modulare la sperimentazione sulle capacità effettive dei discenti. Aggiungo che gli esperimenti qui proposti sono applicabili anche a laghi e altri corpi d'acqua dolce non corrente.

Iniziamo con una visita al mare; possiamo osservarlo dalla riva, utilizzando innanzitutto la vista. Ciascun alunno potrà annotare quel che vede: lo stato del mare relativamente al moto ondoso, il suo colore, la sua trasparenza; si dovrà prendere nota anche dell'ora e del giorno, nonché delle condizioni di luminosità del cielo (assolato o coperto, con relativo livello di copertura). Come vedremo tra poco, le caratteristiche "colore e trasparenza delle acque" sono tra loro collegate e dipendono dalle condizioni meteomarine, oltre che dall'altezza del sole.

Cercheremo di misurare il colore e la trasparenza dell'acqua seguendo criteri di obiettività, quale requisito essenziale delle osservazioni scientifiche.

Il colore del mare

Per definire il colore potremo avvalerci di una macchina fotografica digitale; l'uso di più fotocamere da parte di più alunni, oltre a coinvolgere direttamente un numero maggiore di persone e a determinare un interesse più diffuso, produrrà una certa variabilità di risultato che non nuoce alla sperimentazione. Al fine di eliminare la diversità di resa cromatica dei diversi strumenti e azzerare le dominanti di colore della luce naturale del momento, è opportuno inserire nella fotografia un riquadro bianco, il che ci permetterà di aggiustare le foto, una volta scaricate sul computer, modificandone il colore con riferimento al riquadro bianco. Potremo usare un qualsiasi oggetto galleggiante di colore bianco non



1 Un tempo la Kodak metteva in commercio dei robusti cartoncini poco meno grandi di un foglio A4 con una facciata di colore "grigio neutro", per l'esatta misurazione della luce mediante esposimetro, e

l'altra di colore bianco. In sostituzione di tale cartoncino, un qualsiasi altro materiale bianco non riflettente, come il polistirolo per l'appunto, servirà all'uopo.

2 Diversi siti web offrono gratuitamente la tabella dei colori, con differenti modalità grafiche; effettuate la ricerca con qualsiasi motore inserendo "tabella di colori".

riflettente, come un pezzo squadrato di polistirolo, legato a un cordino trattenuto dal fotografo o da un suo collaboratore così da mantenerlo nell'area inquadrata dall'obiettivo¹. La foto va scattata con la fotocamera perpendicolare alla superficie dell'acqua, evitando la luce riflessa del sole come pure l'ombra. Dopo aver scaricato le foto nel computer e averne agjustato il colore, questo potrà essere confrontato con una tabella dei colori², così da definire con un nome il più possibile esatto il colore della superficie del mare al momento della fotografia. Naturalmente, il colore del mare o del lago dipende da vari fattori esterni: ciò che vi si riflette (il cielo soprattutto), la quantità e la qualità della luce ambientale, l'angolo d'incidenza della luce solare (con la quale si combina l'increspatura della superficie); ma anche da fattori intrinseci al mare, come la quantità di materiali fini sospesi e, nel caso di acque poco profonde, il tono del fondo. Di conseguenza, il colore del mare in un punto specifico varierà nel tempo, sia durante la giornata sia nei diversi periodi dell'anno, in dipendenza dalla luce solare e dallo stato di torbidità dell'acqua. Il mare, infatti, a parità delle altre condizioni, apparirà meno trasparente in situazioni di luminosità scarsa, cioè in una giornata buia, o con i raggi solari incidenti sulla superficie con un angolo di pochi gradi; inutile dirlo, apparirà nient'affatto trasparente nel cuore della notte e in assenza di luci artificiali.

La trasparenza dell'acqua

Il fattore torbidità è il principale, ma non l'unico, responsabile della reale trasparenza delle acque. Al fine di valutare tale elemento, si verserà dell'acqua presa dal mare in due o tre contenitori - come i secchielli per il mare dei bimbi - di diverso colore, preferibilmente con un oggetto non galleggiante sul fondo (una moneta, una chiave, ...). Anche in questo caso si potrà ricorrere alla fotografia per confrontare il colore del fondo del secchiello vuoto e la visibilità dell'oggetto posto sul suo fondo con quelli dello stesso secchiello dopo averlo riempito d'acqua. Fatta eccezione per acque particolarmente torbide o affette da imponenti fioriture fitoplanctoniche, si osserverà come l'acqua del mare abbia un alto grado di trasparenza. Tale osservazione sarà un'ulteriore riprova di come il colore del mare percepito da noi e dalle nostre macchine fotografiche dipenda in gran parte da fattori estrinseci al colore proprio dell'acqua. Di contro, però, gli osservatori potrebbero essere indotti a ritenere l'acqua marina del tutto trasparente. Così non è, tanto che è possibile misurare la trasparenza mediante un semplice strumento: il "disco Secchi" o "disco di Secchi". Si tratta di un disco di 30 cm di diametro di colore bianco, ben zavorrato così da scendere perpendicolarmente nella colonna d'acqua, legato a un cordino metrato, cioè con un nodo a ogni metro o mezzo metro di distanza dal disco (Fig. 1). Il

disco, che sarà opportuno costruire in classe (si vedano i consigli per la costruzione nel riquadro dedicato), viene calato lentamente in mare e osservato dall'alto mentre la sua vista si attenua progressivamente. Quando svanisce del tutto, sarà stata raggiunta la "profondità di scomparsa del disco Secchi", una misura della trasparenza dell'acqua, valutata tramite il computo dei nodini metrici del cordino. È consigliabile utilizzare il disco Secchi con mare calmo o poco mosso e nelle ore di massima insolazione, evitando però di farsi abbagliare dalla luce solare riflessa dalla superficie dell'acqua. L'ideale è calarlo da un molo o altra opera portuale a perpendicolo sul mare o dal bordo di un'imbarcazione, comunque da una posizione non troppo distante dalla superficie.

Colore e trasparenza dell'acqua sono, come avete certamente inteso, caratteristiche collegate tra loro. La presenza di molto particolato sospeso, organico o inorganico che sia, altera il colore e riduce la trasparenza. Tutti sanno che durante una mareggiata il mare diventa grigio e che dopo forti piogge diventa marrone a causa del terreno dilavato e scaricato in mare. Mi è capitato di vedere, dopo una tempesta, un mare a tre fasce di colore diverso parallele alla costa: marrone la prima, grigia la seconda, azzurro cupo la più lontana dalla riva. Mi è capitato anche di osservare, all'interno di bacini portuali, le acque immobili verdi e per niente trasparenti, di un verde pisello insolito per il mare, causato da fioriture planctoniche algali massive.

A corollario dei rilievi di colore e trasparenza, pertanto, sarà opportuno in caso di notevole torbidità misurare la quantità del materiale fine sospeso nell'acqua. Ciò è pos-

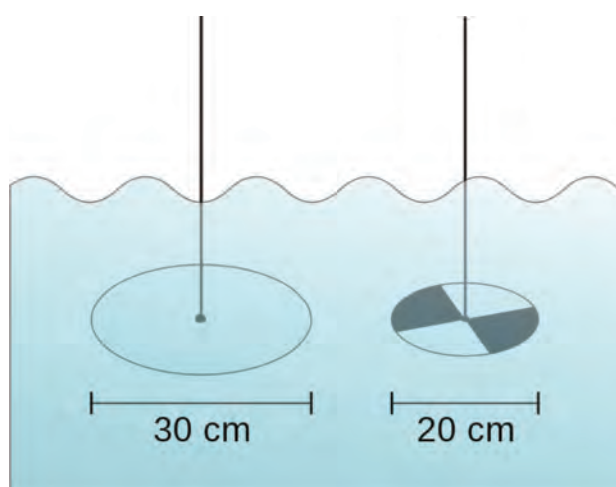


fig. 1 Schema del disco Secchi. Il disco completamente bianco viene usato in mare, mentre quello di dimensioni minori a settori bianchi e neri è più adeguato alle acque interne (illustrazione da Wikipedia)

³ Ne esistono in commercio a partire da circa 30 euro, ma, anche in questo caso si potrà provvedere alla sua costruzione utilizzando materiale disponibile, come un cilindro graduato di piccolo diametro su cui collegare

un imbuto di almeno 1 litro di capacità oppure il collo di una bottiglia di plastica per acqua minerale a pareti lisce, privata del fondo.

sibile mediante un “cono Imhoff”, un recipiente graduato di forma conica e di materiale trasparente (vetro o plastica) della capacità di almeno 1 litro (Fig. 2)³, in cui si versa un litro d’acqua raccolta in mare; la si lascia riposare per almeno 24 h, dopodiché, si potrà valutare la quantità del materiale solido presente nell’acqua depositato sul fondo del cono. Nel caso di acque molto torbide, come dopo una mareggiata o a causa del dilavamento del suolo in mare, si potranno registrare valori di solidi sospesi anche di diversi centimetri cubici.

I rilievi del colore e della trasparenza di uno specchio di mare o di un corpo lacustre possono avere carattere di estemporaneità, giusto per mostrare agli alunni alcune delle caratteristiche delle acque. A mio avviso, però, si potrà dare un maggior peso scientifico a tali rilievi se utilizzati con criteri comparativi nello spazio, nel tempo e in situazioni meteomarine diverse. Potrà essere interessante confrontare le caratteristiche di acque marine libere con quelle di un bacino chiuso (tipicamente, quelle di un porto), con quelle raccolte nei pressi di scarichi di acque reflue (fognarie, bianche, industriali), con quelle di foci di corsi d’acqua dolce. Ad esempio, avendo la possibilità di operare sui due lati di un molo foraneo, sarà istruttivo rilevare colore e trasparenza, oltre a raccogliere campioni di acqua, in contemporanea all’interno e all’esterno del porto. Altrettanto istruttivo sarà lo studio dell’evoluzione stagionale delle caratteristiche in questione. In tal caso vanno ridotte al minimo le variabili; in pratica, si opererà in una stazione fissa (ad esempio in un punto preciso nell’ambito di un bacino portuale) con mare calmo e sempre alla stessa ora. Saranno sufficienti uno o due rilievi mensili. Alla fine del periodo di osservazione, i risultati potranno essere espressi graficamente e valutati complessivamente,

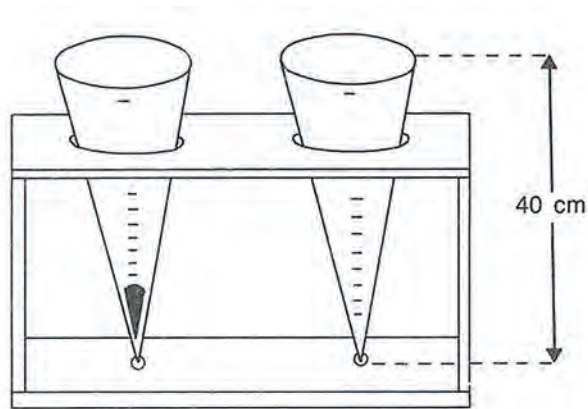


fig. 2 Schema di coni Imhoff in coppia, inseriti nel loro supporto (illustrazione da Wikipedia)

cercando di spiegare le cause delle variazioni stagionali. Ancora, potranno condursi osservazioni in situazioni meteomarine diverse, al fine di valutare gli effetti del moto ondoso e delle piogge su colore, trasparenza e quantità di solidi sospesi nell’acqua.

A integrazione delle osservazioni sul campo, potranno svolgersi ricerche sulle fonti pubblicate: descrizione del colore del mare in letteratura, la sua rappresentazione nei quadri, nelle fotografie di giornali e di siti web (provate a confrontare le acque tropicali con quelle dei mari polari). Si potranno analizzare i casi particolari delle maree colorate causate da imponenti fioriture algali o il caso del lago di Tovel dalle acque non più rosse, approfondendo il tema delle modifiche ambientali (in questo caso colore e trasparenza) causate dall’uomo; ad esempio la distrofia delle acque marine provocata dall’immissione in mare di un eccesso di nutrienti. Sarà anche stimolante svolgere una ricerca sulla figura di padre Angelo Secchi, l’inventore dell’omonimo disco, e sulla situazione in cui mise a punto tale strumento⁴. Gli studenti più grandi, forti degli studi di fisica, potranno affrontare anche il tema della riflessione della luce sulla superficie dell’acqua, della sua diffusione e del suo assorbimento. È ovvio che, in alcuni aspetti del percorso sperimentale suggerito in questo articolo, potrebbe tornare utile la collaborazione tra docenti di materie diverse. È altrettanto ovvia l’importanza del coinvolgimento degli alunni in tutte le fasi della ricerca, a partire dalla costruzione degli strumenti per i rilievi di trasparenza e di torbidità. ♣

Costruiamo un disco Secchi

Il disco vero e proprio potrà essere di vario materiale: compensato marino, lamierino metallico, laminato plastico (fòrmica) bianco incollato su lamiera o compensato marino, plastica sufficientemente rigida (ad esempio fondo di un secchio o coperchio di grandi contenitori cilindrici). In tale materiale va ritagliato un disco di 30 cm di diametro, che sarà verniciato di bianco, se già non è di quel colore. Al centro del disco verrà praticato un foro attraverso cui far passare il capo di un cordino in nylon lungo almeno 15 m (nelle nostre acque costiere, tale lunghezza è in genere sufficiente) e vi si assicurerà un oggetto pesante almeno un chilogrammo, ad esempio un piombo di zavorra per la cintura dei subacquei o anche un sasso; se il peso è insufficiente, il cordino del disco non manterrà la verticalità in acqua, falsando la misurazione. Nella parte libera del cordino si effettueranno nodi distanziati di un metro l’uno dall’altro. Per semplificare la lettura, ai 5 e ai 10 metri (o all’altezza che riterrete più adeguata) si potranno fare due nodi ravvicinati. Inserendo le parole “disco Secchi” in uno dei motori di ricerca in internet, si arriva a una pagina di YouTube che mostra (in spagnolo, ma con linguaggio piuttosto comprensibile anche per noi) uno dei modi per costruire il disco.

⁴ Si vedano le voci *Angelo Secchi* nei siti di Wikipedia e dell’Enciclopedia Treccani, e *Disco Secchi* in Wikipedia.