

I «problemi» malacologici di Filippo Buonanni (1638-1725)

Rafael La Perna

Dipartimento di Geologia
e Geofisica, Università
di Bari, Via Orabona 4,
70125 Bari, Italy,
r.laperna@geo.uniba.it

Riassunto

Nella sua opera più nota, *Ricreatione dell'Occhio e della Mente nell'Osservazione delle Chioccioline* (1681), il Gesuita Filippo Buonanni discute 36 «problemi», in gran parte riguardanti i molluschi e le conchiglie. Mentre alcuni problemi e le relative soluzioni riflettono i suoi forti convincimenti sulla generazione spontanea e le sue posizioni aristoteliche, alcuni argomenti, in particolar modo quelli relativi alla forma e alla funzione della conchiglia, sono affrontati attraverso l'osservazione, con spirito critico e da un punto di vista funzionale. Nella stessa opera, ed in altre successive, Buonanni illustrò centinaia di conchiglie, contribuendo così alla conoscenza della grande diversità dei molluschi ed allo sviluppo della malacologia.

Abstract

The Jesuit Filippo Buonanni is mainly known for his *Ricreatione dell'Occhio e della Mente nell'Osservazione delle Chioccioline* (1681). Part of this work is devoted to 36 «problems», i.e. questions mostly dealing with molluscs («testaceans») and their shells, such as life habits, anatomy and distribution of molluscs, shape, colours, formation and nature of shells, etc. Buonanni was an Aristotelian, who clashed with «ovists» over the spontaneous generation from decaying organic matter. This caused him to be regarded as a minor naturalist, who left only a negligible contribution to science. However, modern views are less severe. Buonanni tried to be an experimental naturalist and some «problems», particularly those about shells, were tackled and explained according to a functional view: the shell is formed by the mollusc through the deposition of consecutive layers; it protects from predators and sculpture gives additional protection, etc. The rich iconography of *Ricreatione* and of other works by Buonanni was an important contribution to the knowledge of the great diversity of molluscs and to the development of malacology.

Parole chiave

Filippo Buonanni, storia della malacologia, XVII secolo.

Introduzione

Il padre gesuita Filippo Buonanni (Roma, 1638-1725) è una figura ben nota nella storia della malacologia, soprattutto per la sua *Ricreatione dell'Occhio e della Mente nell'Osservazione delle Chioccioline* (1681) (**Fig. 1**), della quale fu pubblicata anche la versione in Latino (1684). La *Ricreatione* rappresenta una delle primissime opere interamente dedicate alla malacologia, certamente la prima in Italiano (Caprotti, 1985). La prima parte dell'opera è dedicata alla classificazione dei testacei in «Univalvi non Turbinati», «Univalvi Turbinati» e «Bivalvi», secondo lo schema di Aristotele (Caprotti, 1987), alla discussione sulla loro generazione spontanea e ad altri argomenti, tra i quali «come il diletto del veder le chioccioline possa accrescersi alla mente, facendo questa passaggio a pensieri più degni» e «l'uso vario delle conchiglie». Nella seconda parte sono descritte molte conchiglie (compresi alcuni echini, lepadini e «*tubuli vermiculares*»), illustrate in 450 figure nella quarta parte (altre cento figure furono aggiunte nell'edizione in Latino). La terza parte è dedicata alla soluzione di 36 «problemi» riguardanti soprattutto i molluschi e le loro conchiglie. Gli argomenti spaziano dalla formazione delle perle e delle conchiglie, ai modi di vita ed anatomia dei molluschi, alla loro distribuzio-

ne, ed altro. La *Ricreatione* è l'opera d'esordio scientifico di Buonanni. A questa seguiranno altre opere, delle quali quattro a carattere naturalistico (Accordi, 1976; Fazzari, 2004).

Come è noto, Buonanni rimase ancorato alle tradizioni aristoteliche ed alle convinzioni sulla generazione spontanea, con una visione dello studio naturalistico ancora fortemente impregnata di teologia (Accordi, 1976; Caprotti, 1985; Fazzari, 2004). A proposito della *Ricreatione*, Caprotti (1985, 1999) sottolinea come essa sia più un'opera dedicata all'esaltazione delle opere di Dio (l'opera termina con un «*Laus Deo*») che una vera opera scientifica. Anche la parte iconografica, che doveva rappresentare il maggior pregio dell'opera, fu valutata negativamente già dai contemporanei. Cuvier (1841), nella sua *Histoire des Sciences Naturelles*, dedica a Buonanni circa sette righe e, a proposito della *Ricreatione*, riporta questo commento: «*il y a des figures de coquilles, mais qui n'approuvent pas celles de Lister, car elles sont assez mal faites, et ne sont pas toujours exactes*».

Un recente studio (Fazzari, 2004) «riabilita» la figura scientifica di questo naturalista, che già ai suoi tempi divenne «invisibile», cioè volutamente trascurato e dimenticato. Buonanni cercò di entrare nella schiera dei naturalisti sperimentali, applicando idee moderne ed

utilizzando il microscopio ma entrò in conflitto con gli esponenti dell'ovismo, soprattutto con Francesco Redi e Marcello Malpighi. Egli cercò di difendere le idee sulla generazione spontanea, soprattutto muovendo critiche all'attendibilità del metodo sperimentale e al ragionamento induttivo (Fazzari, 2004).

Dalla lettura dei «problemi» si ottiene, comunque, un quadro meno riduttivo dello spessore scientifico di Buonanni. Sebbene alcuni argomenti affrontati non siano originali, o siano anacronisticamente legati ad una visione aristotelica del mondo in termini di acqua, aria, fuoco e terra, in alcuni casi egli cerca spiegazioni alternative a quelle aristoteliche, che siano coerenti con i fatti e con le osservazioni e cerca di comprendere il significato di organi e forme da un punto di vista funzionale.

I «Problemi»

I. Della generazione delle perle. Si cerca in qual conchiglia si faccia.

Non tutte le conchiglie madreperlacee, quali quella del *Nautilus*, sono capaci di produrre perle, «*ma propriamente sono certe conche leggieri di figura quasi piana, e circolare*» (1).

II. Se la materia, di cui si formano, sia la rugiada.

Buonanni smentisce categoricamente l'opinione secondo la quale la perla non è altro che «*una purissima stilla di rugiada, caduta a ciel sereno nel grembo della conchiglia, allor che venuta a fior d'acqua sul lido [...] stà a bocca aperta, per satollarsi d'una goccia di quell'humore, a cui sa aggiungere il pregio col formarla in perla*». Le ostriche non hanno la capacità di muoversi sul fondo, come ben sanno i pescatori di perle che si tuffano per staccare le ostriche dagli scogli, né hanno la capacità di nuotare, visto che tutti gli organismi in grado di nuotare possiedono organi adatti. L'evidenza sull'origine delle perle proviene dalle osservazioni di Boezio de Boot (2) sulla natura stratificata del materiale di cui sono composte le perle e gli stessi gusci che le contengono: «*La formatione di esse non è diversa da quella de' gusci; e si come questi crescono per una nuova incrustazione di quell'humore, che si coagula avanti, che ne sopravvenga dell'altro [...] Quindi procede la varietà delle figure, non sempre perfettamente sferiche, poiché il nuovo humore, che forma le altre sfoglie, si adatta al corpo, che trova, e se questo nella prima formatione fù irregolare, manterrà sempre la figura stesso nel suo ingrossarsi la perla. Quindi anche la varietà della grandezza secondo le più o meno tuniche che la ricoprono*».

III. Se le perle nascano da' gusci, ò si generino nel corpo delle madreperle: E se sian morbo, ò pur parto di esse.

«*Nascono dunque nelle viscere del vivente le perle: né la similitudine, che hanno con la sostanza de' gusci prova il contrario; poiché, come vedremo, alla formatione degli uni, e delle altre può concorrere la stessa materia, e sostanza*». Buonanni riporta l'esperienza del ritrovamento di una perla in un bivalve fluviale (3): «*volendo con la punta del temperino staccare la carne dell'animale dal guscio [...] vi trovai sepolta una perla piana nella parte, che posava verso la conca, e nell'altra tonda, di colore argentino bellissimo, in tutto simile a*



Fig 1. Frontespizio della *Ricreatione*.

Fig 1. Title page of the *Ricreatione*.

quello, che nell'interna superficie della conca appariva». Escluso che le perle rappresentino un «parto», il Buonanni propende per una loro origine patologica o comunque legata all'incapacità dei bivalvi ad espellere quell'eccesso di «*humore terreo, viscoso*» che, solidificando, produce le perle e, a questo riguardo, riporta i casi di ritrovamento di «*pietre*» (calcoli) nel corpo di vari animali, uomini compresi.

IV. Perché i testacei nascono più tosto nel mare, che ne' laghi, e ne' fiumi.

Considerando che «*le chiocciole per la durezza de' gusci hanno una grande affinità con le pietre*», la spiegazione adottata dal Buonanni si basa sulle idee aristoteliche circa la produzione delle pietre, la quale sarebbe favorita o dal calore (che sottrae liquido), o dal freddo (che permette la «coagulazione»). Viene proposta, comunque, una terza spiegazione che vede nella composizione dell'acqua di mare la causa della grande abbondanza di testacei proprio in questo ambiente: «*Perché il mare hà in maggiore abbondanza l'humore, atto alla generazione de' medesimi, il quale humore vedemmo essere non altro, che un misto, parte di cui sia atto a quasi pietrificarli, e indurirsi nella formatione de' gusci, e parte convertirsi in sostanza del vivente, che in essi si racchiude; e se bene non è facile a determinarsi da noi, se questa virtù coagulativa provenga in gran parte, ò dal nitro, ò dal sale, ò dalle particelle pietrose, mescolate con l'humido dell'elemento, certo è, che di queste cose l'acqua del mare ne contiene grande abbondanza, e non quella de' fiumi*».

V. Perché nascano più in mare, che in terra.

La spiegazione deriva dalle stesse considerazioni fatte a

proposito del problema precedente: nella terra manca la giusta quantità di «humido» che permette la formazione dei gusci.

VI. Perché molti nascono nella terra, e non mai ne' metalli.

«Nella formatione de' metalli, quando anche vi fosse l'humido sufficiente per la generatione delle chioccioline, essendovi un'eccesso di freddo, richiesto per la coagulatione de' metalli, non vi è la temperie necessaria alla formatione di quelle, e tanto basti in risposta al quesito».

VII. Perché ne' mari dell'India Orientale ò Australe si generino in maggior copia, e più colorite.

Il Buonanni osserva che l'abbondanza e la varietà dei testacei non è ovunque uguale. «Le produce [...] con maggiore diversità di forme, di colore e di grandezza il Mar Rosso, i seni delle Filippine, e di altri luoghi Orientali». Questa differenza non dipende dalla posizione geografica, «poiché niuna parte si può dire orientale, che rispettivamente ad un'altra», né dal sole che riscalda di più certe aree, «quasi che questo sia più efficace, poiché più vicino a' medesimi [...] Il sole nella medesima latitudine colla medesima efficacia domina a tutte quelle parti della Terra, che in essa sono situate». Ciò dipende, invece, da una migliore qualità di alcune aree rispetto ad altre: «Consiste questa principalmente nella materia, atta alla formazione, e nutritione [...] un sugo misto d'humido, e di terreno infetto di sale, e di nitro. Hor'essendo il mare dell'Indie, specialmente di quelle che diciamo volgarmente Orientali, e Australi, più salso, e nitroso, che meraviglia è, che più di molti altri seni ne sia dovizioso e ferace. Secondo Aristotele, il Mare delle Indie è più ricco in sali perché i forti venti australi «lo fan mescolare con più particelle di terra adusta, e salnitrosa, perciò [...] diciam noi più atto alla generazione delle chioccioline».

VIII. Perché alcune conchiglie nascono più facilmente sopra i legni, che sù le pietre.

Fra quei testacei che «nascono» di preferenza sul legno vi sono i «tubuli vermiculari» (4) che crescono anche sui gusci di altri organismi, ed alcune ostriche «a guscio assai gentile» (5). Buonanni si sofferma, poi, sui «muscoli» che hanno una spiccata preferenza per i legni «onde i pescatori nel Mare di Taranto ne raccolgono in quantità grande, generati sopra de' pali, che vi piantano». Il legno, grazie alla sua caratteristica porosità, è adatto «a dar ricetto a quell'humore, il quale fermandosi in essi, si comincia a coagulare, e a queste parti così coagulate viene poi ad aggiungerse-ne dell'altro [...] e per additione di parte a parte se ne forma quel corpo [...] e perché ne' sassi, e nel vetro non si trovano quei ricettacoli, atti a trattenerlo, non si vede questo effetto, che pur'accaderebbe, se le pietre fossero assai porose».

IX. Perché sieno così dure nel guscio, avvengache nell'acqua si generino.

La conchiglia rappresenta una protezione contro gli altri animali, tanto che «esser più dure quelle, che nascono nel fondo del mare, ò affisse a' scogli, che le altre concepite sotto alle arene, poiché meno esposte all'invasione degli altri animali». La formazione delle conchiglie è un processo

simile a quello che porta alla formazione delle pietre (IV, IX). Può essere che lo stesso animale sottragga «l'humido superfluo, ma opportuno per il suo nutrimento; così rassodando maggiormente con questa separatione». Buonanni osserva ancora che i testacei «hanno i loro gusci sfogliosi, e composti di molte tuniche, delle quali nel corso del tempo una se ne aggiunge all'altri» e riporta osservazioni al microscopio di «alcune di mole più piccola, e in conseguenza di fresco generate, hò trovato esser più semplice delle più antiche, ridotte a consistenza maggiore per le nuove tuniche, successivamente moltiplicate».

X. Perché molte vivano immobilmente affisse a' sassi.

«Nel mare solamente trovansi chi viva vita sensitiva, affisso ad un tal luogo determinato [...] e tal è più d'una specie di Testacei, che sembrano infelici, come quel famoso Prometeo». Nonostante vivano in queste condizioni, questi testacei hanno tutto ciò di cui necessitano: «letto, e tetto per riposarsi tranquilli» e l'umore di cui si nutrono e si dissetano. Con la loro immobilità «convengono [...] con le stelle del firmamento, e senza variar sito gli uni, e le altre [le creature che si muovono] mantengono con bell'ordine quella danza, che a formarla concorrono tutte le creature, ubbidendo all'Armonia di quelle Idee perfettissime, da cui tutte a' proprii luoghi furon disposte».

XI. Perché molti sieno rigati con ordine, e proportione, altri nò.

Perché, per esempio, nei pettini è presente «un'ordinata, e uniforme disposizione di righe, che, cominciando da un punto sempre vanno distese con regola verso la circonferenza?». Buonanni ritiene che anche se non si comprendono le varie cause, «non però si rende impossibile l'indagare qualche fine prudente della Natura, per cui sieno state in tal modo architettate. E non le ha forse così rese aspre al palato de' pesci e perciò più assicurate dalla invasione? Fabbricando nel tempo stesso targa, non meno forte a difenderle, che bella a vedersi».

XII. Perché sieno colorite per lo più nella superficie esterna.

Ci sono due possibili origini per le vivaci colorazioni delle conchiglie: «ò per virtù interna, ò per esterno artificio della Natura». Nel secondo caso, così come «si coloriscono dal sole molti pomi degli alberi», così nel mare «gli alumi, ed i sapori acidi mescolati, han forza di tramutare da scuro in chiaro». Nel primo caso, invece, secondo Aristotele, peli, piume e pelle prendono colore dagli alimenti, e quanto più vari questi sono, tanto più variegati saranno le colorazioni. L'acqua del mare, che è «l'ordinario alimento de' Testacei», contiene molte sostanze diverse che causano quella varietà. Buonanni confessa di non essere pienamente soddisfatto de questa spiegazione, considerato che «due bambini, pasciuti non d'altro, che dal medesimo latte della nutrice, possono essere trà loro si differenti». Secondo altri le colorazioni negli uccelli e nei testacei derivano dall'impossibilità in cui si trovano questi animali di liberarsi dall'urina che trasuda comunque attraverso la cute, producendo le varie colorazioni in base alle sostanze che contiene. Infine, quella «copertura rozza, e de-

forme» che alle volte maschera i colori delle conchiglie, «non è spoglia nata [...] ma acquistata col tempo, e nel fango, sotto cui molti vivono» (6).

XIII. Perché molte sieno turbinate.

«Fra le molte specie de' Testacei Univalvi, che vivono in mare, e si trovano in Terra, la maggior parte sono Turbinati, e con tal varietà di raggiri, che vi perde ogni fantasia, se stima di poterne inventar'una nuova». Buonanni rifiuta l'opinione di Stenone (7), secondo il quale tale forma viene data dall'uovo come in una sorta di stampo, perché «non dall'uovo, ma spontaneamente nascono nell'acqua». Ecco la spiegazione proposta: «Hor così essendo le chiocciole senza piedi, senza mani, senz'ossa, [il Supremo Architetto] fece loro la casa turbinata, per potersi, contorcendosi in essa, tener sode [...] Volle dunque, che inserite potessero con gli avvolgimenti (non havendo altre branche) afferrarsi con essi, per tenersi forte in modo, che seco potessero trascinarsi dietro, e volendo nascondersi, fosse più sicura, e più facile la ritirata».

XIV. Perché i Turbinati quasi tutti sieno di figura rotonda.

Secondo Aristotele, la forma arrotondata delle conchiglie marine deriva del continuo logorio operato su di esse dal mare, allo stesso modo dei ciottoli. Buonanni osserva che se fosse l'acqua a consumare le conchiglie e le pietre, queste dovrebbero conservare la forma originale, perché tutte le parti verrebbero consumate in ugual modo. Ciò che crea le forme arrotondate è, invece, il logorio, soprattutto delle parti più sporgenti, operato dal continuo movimento sul fondo del mare, «spesse volte pieno di breccie». Ma ciò accade sulle conchiglie vuote, non su quelle ancora vive che non vengono trasportate e «tal figura, l'hanno fin dal primo lor nascere». Ed ecco la spiegazione di Buonanni: «la Natura scelse la forma rotonda nella casa, poiché questa è la più facile a raggirarsi, e raccogliersi in se stessa, si come si vede ne' viticci delle viti, delle zucche [...] ne' Turbinati tre figure a formarli concorrono. V'è la spirale per i continui raggiri, con cui si avvolgono in se stessi. V'è la piramide, poi che dalla bocca, in cui è la base, si vanno a restringere in punto, sollevato dal piano, benché non in tutti ugualmente. In questa si contiene la figura circolare, benché non in tutti apparisca perfettissima, apparirebbe però, se svolgere si potessero, essendoché si vedrebbe un perfettissimo corpo conico».

XV. Perché i Turbinati per lo più habbiano la bocca del guscio voltata alla parte destra.

«Non è però questa legge invariabile nelle chiocciole [...] Rare però [le conchiglie con l'apertura a sinistra] si raccolgono dal mare, e perché forse sono aborti, e mostri di Natura». La spiegazione si basa ancora su Aristotele, secondo il quale tutti gli animali cominciano a muoversi dalla parte destra. «Hor dovendo eglino naturalmente cominciare dalla parte destra, doveano in quella parte non trovare impedimento, ma un'andito libero [...] e perciò dovea essere spirale in modo, che, cominciando dal centro, piegasse verso la destra, e con tal'ordine proseguisse fino alla bocca, per dove con buona parte del suo corpo esce il vivente». Buonanni discute, quindi, il movimento di una chiocciola,

con l'aiuto di un disegno e di una esemplificazione geometrica, spiegando che si tratta di un movimento «a onde» (8) (Fig. 2).

XVI. Perché i Testacei habbiano poca diversità di membra.

«Sono le membra della loro carne sparute, e livide, come di cadaveri, perché senza sangue [...] Il corpo dell'animale informe, malfatto, sembra più tosto embrione, che perfetto». Esseri così semplici, «nati a viver sempre non più alti dalla terra coll'anima, di quel che ne sian col corpo», sono necessariamente poveri di membra ed organi. La complessità della conchiglia, comunque, supplisce alla semplicità dei corpi, «Che se m'interroga qualch'uno a che serva tanta varietà di bellissimi accidenti, tanta diversità di pellegrini colori, rispondo servire come le piume ne' cimieri [...] e gli arabeschi nelle corazze». Se i gusci danno protezione ai testacei, la loro varietà di colori serve «non solamente al diletto di chiunque gli vede, ma ne ottenne fra la innumerevole turba di essi la distinzione di tutti, dando a ciascuno una divisa sua propria».

XVII. Perché sieno senz'ossa.

«Sarebbero state per certo inutili le ossa a tale composizione di membra, anzi d'impedimento a' Turbinati, poiché, dovendosi raggirare, e abbreviare in se stessi dentro alla spirale loro caverna dovean essere tutto carne, e tutto fibre, atte per ritirarsi e difendersi conforme al bisogno. [...] Sono di più alcune ossa immobilmente attaccate a certe parti degli animali, dice il medesimo [Aristotele], per conservarle, e tali sono le coste rispetto al cuore. Hor per la conservazione de' Testacei fù provveduto d'un riparo, che serve loro d'elmo, di scudo, e di corazza contro qualunque invasione, a che fine dovean fabbricarsi in questo genere di viventi le ossa?»

XVIII. Perché non habbian cuore.

Il cuore, per Aristotele, è il punto d'origine di tutte le vene che si diramano nel corpo per portare ovunque l'alimento. «Essendo gli animali testacei senza sangue, che meraviglia è che sien senza cuore?». Buonanni ritiene che sia comunque necessario «qualche humore [...] che supplisca al mancamento del sangue» ed in effetti Aristotele trova tale umore nei testacei, ed anche qualcosa di simile alle vene «le quali l'attraggono ò dal ventre, che prima lo riceve, e alquanto lo concuoce, ò per i pori del corpo dall'elemento in cui vivono [...] che serve loro di cuore, e di ventre, sempre pronto a somministrar l'alimento».

XIX. Perché sieno senza denti.

A proposito delle osservazioni al microscopio dei «denti della chiocciola» fatte da Hooke (9), Buonanni ammette che si possa trattare di «denti», ma essendo questa osservazione basata solo su una chiocciola terrestre, «non si può con essa stabilire la conclusione universale». Come dice Aristotele, i denti nascono dalle ossa, e quindi sono bianchi come le ossa («perciò gli Etiopi hanno i denti bianchi, perché le ossa son bianche»). Poiché i testacei non possiedono ossa, essi non possiedono neanche i denti. Buonanni aggiunge che «dovendosi somministrare gran materia a' gusci, non rimane per l'ossa, e per i denti, co-

me si vede, che gli animali cornigeri non hanno denti nella parte superiore della bocca, perché la Natura si serve dell'alimento a formare le corna». Inoltre, «i Testacei [...] attraggono per i pori l'humore, in cui vivono, non hanno bisogno di essi, per nutrirsi».

XX. Perché habbia la natura negato a' Testacei il fegato, il fiele, e la milza.

Come insegna Aristotele il fegato serve per estrarre dagli alimenti digeriti dallo stomaco la parte più utile «e prima che si distribuisca alle membra, deve dividerlo in quattro humori, cioè in sangue, in flavabile, in flemma, e in atrabile [...] Hor perché i Testacei si nutriscono come le piante, trahendo l'humore quasi del tutto concotto, ed atto a convertirsi nella sostanza del vivente, senza che debba trasformarli in sangue, che l'alimenti; quindi è, che questi membri sarebbero stati superflui nella fabbrica di esse».

XXI. Perché quei Testacei, che non han bocca, pur si nutriscono.

«Si come dunque gli alberi succiano dalla Terra, ò dall'acqua l'humore alimentativo della vita per i pori delle radici; così quei Testacei, che non han bocca, convengono con le piante, perciò chiamati Plantanimalia dal Filosofo». Buonanni precisa che, fra i testacei, solo i bivalvi non possiedono la bocca mentre «i Turbinati sogliono averla, che perciò possono oltre l'humor acqueo attrarre altro cibo». Essendo comunque animali senza sangue e «freddissimi di temperamento», non sono voraci e «alcuni vivono molti mesi ritirati, ò per meglio dire sepolti ne' gusci, senza mai affacciarsi, per procacciarne dell'altro».

XXII. Perché i Turbinati habbiano il coperchio.

«Queste tutte [le conchiglie dei Turbinati] hanno il coperchio, che nascendo coll'animale, è sempre unito ad esso, come l'unghia alla carne, ogni qualunque volta egli si ritira nella sua casa la chiude». Come già osservato da Aristotele, il «coperchio» serve a proteggere «la porta di quell'animata fortezza». Gli «Univalvi non Turbinati», non hanno bisogno di questa ulteriore protezione poiché stanno sempre attaccati agli scogli e non espongono l'apertura del guscio.

XXIII. Perché molti Turbinati sieno ancor forniti di corni.

«Convengono molti Turbinati del mare con le chioccioline della Terra, e si come queste allorché si muovono, cavan fuori dalla testa due, ò quattro corna». Le macchie scure, presenti in cima alle «corna» delle lumache, interpretate da Borelli come occhi, sono semplici ornamenti, come insegna Aristotele. Inoltre, gli occhi sono fatti dello stesso «humore humidissimo» che forma il cervello, e se questi animali non hanno il cervello, non hanno neanche occhi. Dalla dissezione della «Chiocciola Echinophora» non risulta «alcuna parte organizzata per la vista». Buonanni osserva che le «corna» si muovono in maniera indipendente e ciò creerebbe problemi alla visione, poiché ciascuno di essi guarderebbe in direzioni diverse. «Manifestamente apparisce, supplirsi più tosto da esse all'offitio delle mani, di chi cieco, coll'andar tentoni, v'è spiando, per conoscere se v'è ostacolo, che impedisca il libero cammino, ò

pur col piè timido esplora, se vi hà pericolo, ch'esponga alle cadute». Conclude ricordando il caso, forse frutto di una leggenda, «d'una certa chiocciola, nel Mare Germanico Orientale [...] che havea oltre le corna fatte a rami come quelle de' cervi, due occhi di color vivacissimo» (10).

XXIV. Perché non habbian voce.

«La voce, come insegna Aristotile, si forma nell'aspra arteria, allora che da' polmoni si manda fuori con impeto l'aria che si respira, e dove mancano i polmoni, manca ancora l'arteria, e in conseguenza l'officina per la formation della voce». Anche se i testacei fossero dotati di organi per creare la voce, «non potrebbero, vivendo nell'acqua, formarla, includendo la voce necessariamente un'agitazione dell'aria».

XXV. Perché non habbian l'udito.

Secondo Aristotele nell'acqua si possono udire i suoni, mentre secondo altri ciò non è possibile. In contraddizione con il problema precedente, Buonanni propende per la prima opinione, cioè «che sotto tutti i corpi fluidi possa formarsi voce, e udirsi, perché tutti come l'aria possono incresparsi, e ondolare [...] Si che parmi, si possa concludere, non essere otiosa la potenza dell'udito ne' viventi sott'acqua, mentre in essa possono esercitarla». Come prova, egli cita le osservazioni del Rondeletio (11) sulla presenza dell'organo dell'udito nel delfino e nella foca. Negli «altri pesci», però, l'udito non è presente o non è molto sviluppato. Nei testacei, sebbene Aristotele ritenga che possano udire, questo senso non è presente, mentre sono molto sensibili al tatto: «per quanto habbia procurato atterrirli con percosse di martello, date sopra i sassi vicini, non hò mai potuto ottenere che si ritraessero nelle case, e chiudessero i gusci, ma sol quando ad ogni leggierissimo tocco, anche di paglia, erano punti».

XXVI. Perché il guscio animato non habbia alcun senso.

Sebbene il guscio dei testacei sia «animato», come prova il fatto che essi crescano ed abbiano una loro forma, essi sono privi di sensi, compreso quello del tatto. La spiegazione aristotelica si basa sull'assenza, nei gusci così come nelle ossa, di «un certo temperamento, e mediocrità di qualità tangibile». Buonanni affronta quindi il problema della costruzione ed accrescimento del guscio. Non esiste continuità tra l'animale ed il suo guscio: «solamente hò trovato quella unione, ch'è tra la scorza, e il rosso dell'uovo, unito con essa per mezzo dell'humore volgarmente detta la chiara». Il guscio si forma e si accresce, quindi, a partire da quell'«humore mucoso, tramandato da pori di quello», a cui l'acqua del mare aggiunge qualche sostanza.

XXVII. Perché assomigliando a' vegetabili della Terra i Testacei, non sieno odoriferi, né vivi, né morti come molti de' medesimi vegetabili.

Come insegna Aristotele, i testacei sono molto simili ai vegetali ma, diversamente da questi, non emettono odori. Nonostante queste differenze, non si può negare la loro natura quasi-vegetale. Per il resto, si occupa di spiegare perché dagli animali «procede il fetore, e più spiacevole, quando dopo morte si putrefanno», mentre le piante non emettono odori, oppure sono addirittura profuma-

ti. Gli animali «*abbondano d'humido*» e «*non possono concuocere a bastanza alcuni escrementi*», che sono la causa del cattivo odore.

XXVIII. Perché vivano fuor dell'acqua più a lungo tempo che i pesci.

Una volta pescati, i testacei vivono molto più a lungo dei pesci, come la «porpora» che, si dice, sopravvive fino a 50 giorni. «*E pure accader dovrebbe il contrario, poiché certissima è l'osservatione di Aristotele, che gli animali esanguivi vivono vita più breve de' sanguigni*». Secondo alcuni i testacei «*s'imbevono nel mare di humore a tal misura, che possa per detto tempo bastantemente alimentarle*», ma Buonanni dà una spiegazione aristotelica: «*gli esanguivi, per essere di temperamento men caldo, hanno bisogno di minore refrigeratione, dove che i sanguigni la richiedono maggiore, per essere il calore di essi più potente a consumar l'humido, di cui sono composti, e quando questo manca, nasce la corruzione*».

XXIX. Perché gli Echini, ò ricci marini habbiano cinque uova, e cinque denti, cioè in numero quinario dispari.

A questo difficilissimo problema Buonanni risponde affidandosi ad Aristotele, precisando che «*difficile, e oscura parmi la risposta, con cui a se stesso risponde*». Si affretta a precisare che, sebbene il Filosofo parli di uova degli echini, esse «*non sono però propriamente uova, ma una pinguedine, generata dalla buona nutritione*». La spiegazione si basa sull'assunto che gli animali forniti di guscio non possono avere un numero pari di «uova». Siccome gli echini «*devono essere tondi*», non possono avere due uova, nemmeno tre («*perché sarebbero troppo distanti l'uno dall'altro*»), né quattro, né più di cinque («*perché formerebbono un'uovo continuato*»). Buonanni ammette di non essere soddisfatto da questa risposta e di non avere altre spiegazioni, concludendo che anche questa è una delle «*ricchissime Idee*» di Dio per rendere bello il mondo (12).

XXX. Perché, chi si accosta alcuna chiocciola turbinata all'orecchio, gli sembri udire il sussurro del mare.

È «*errore proprio del volgo*» credere che accostando una conchiglia all'orecchio si senta il mare. In realtà, lo stesso effetto si ottiene usando un qualsiasi oggetto concavo, semichiuso. Si tratta di «*un suono riflesso, come quello dell'eco, cagionato nella concavità di tal corpo per la ripercussione dell'aria, che sempre agitata si raggira, e ripercuote dalla superficie interna di esso, ò di quell'aria che traspira dalla medesima orecchia [...] perché la cartilagine, che forma il timpano [...] è sottilissima, e porosissima [...] si che per quella può traspirare qualche alito, tramandato dalle parti interne*».

XXXI. Perché ne' plenilunij sieno più grasse.

Premesso che «*il crescer della luna non è un aumentarsi la mole del suo globo [...] ma è un riflettere della luna a noi visibile*», una prima spiegazione potrebbe essere quella di Aristotele, secondo il quale al crescere della luna, aumenta anche il calore da essa emanato, a vantaggio dei testacei che sono «*freddeissimi di temperamento*». Buonanni dubita però che la luce lunare possa effettivamente

apportare calore e se questo possa raggiungere i testacei in fondo al mare. Preferisce, quindi, la complessa (e in fondo non molto diversa) spiegazione data da Gassendo (13), secondo il quale la luce lunare che arriva sulla terra «*è un misto caldo e humido, perciò prolifico, e atto a nutrire*».

XXXII. Perché sieno animali pigri, e stolidi.

«*Sono pigri quegli animali, che nel temperamento loro partecipano più dell'aqueo, e terreo, che dell'igneo, e dell'aerico, e ove si trova meno sangue [...] Dalla medesima mancanza del sangue procede la stupidità, che hanno nella fantasia*». Ma la ragione può essere dovuta anche alla mancanza di cervello. «*Il cervello negli animali sanguigni si trova, poiché essendo esso di temperamento freddo, serve per dar loro una necessaria refrigeratione. Gli animali, che non han sangue, non hanno bisogno di questo refrigerio [...] perciò privi sono di cervello, e in conseguenza di quella parte ove risieda una perfetta potenza di fantasia, che gli renda solleciti all'operare*».

XXXIII. Perché le chiocciole non mutino il guscio, nella maniera che si spogliano della loro scorza i Crustati.

Le spiegazioni del Buonanni sono quelle date da Cardano (14): i testacei, nella loro breve vita, non hanno il tempo di fare la muta come nei crostacei. Inoltre, mentre i crostacei hanno sollievo nell'abbandonare la pesante «*scorza*» che ostacola i movimenti (e per che questo la natura li ha forniti di zampe robuste), i testacei si muovono poco e non hanno la necessità di fuggire perché possono ripararsi nel guscio.

XXXIV. Perché il Ballano risplenda.

Il «ballano» di Buonanni è il bivalve *Pholas dactylus*, come discusso ed illustrato nella sezione dedicata ai bivalvi (figg. 25 e 26). «*Il P. Atanasio Kircher [...] dice che asperso l'humore di esso allo scuro, sembra pioggia di fuoco, e per isperienza più volte da me fattane, hò veduto risplendere con luce simile a quella delle lucciole, cioè, che del medesimo era bagnato*» (15). Dopo aver riportato vari casi di luce emessa dagli animali, in gran parte riprese da autori precedenti, Buonanni esclude che in questo caso la luce provenga dalla putrefazione, «*poiché l'humore di questi riplende avanti, che si putrefacciano, e di fresco tolti dal mare, e putrescendosi cessa la luce*». L'origine di questo fenomeno è legata alla presenza, nella roccia dentro la quale il bivalve vive, di «*spiriti nitrosi, e sulfurei*», che impregnano il bivalve stesso. Estraeendo dalla roccia il bivalve, questi «*spiriti*» possono esalare «*e si accendono, e rilucano, in quella guisa, che sopra i cimiteri, e i cadaveri, pendenti dai patiboli, apparisce quel fuoco, che da' meteorologisti si chiama Ignis fatuus et ignis lambens*».

XXXV. Perché tra tante varietà di colori, che macchiano le chiocciole, non si veda il Turchino.

«*Indubitata cosa è, che, fra le migliaia di chiocciole, e di conchiglie [...] non v'ho mai potuto riconoscerne una, che di turchino apparisse smaltata*». Dopo una lunga discussione su minerali e composti di colore azzurro, Buonanni arriva alla conclusione che «*alla generatione del colore turchino nelle pietre sempre si richieda combinatione di materia metallica, di*

sale acido, e corrosivo, e una potente calefazione» e che il mare, «con la nativa sua umidità e freddezza [...] esclude ogni generazione di metallo, e in conseguenza ogni tintura di colore celeste ne' corpi, che nel suo vasto seno nasconde».

XXXVI. Se si possa dalla chiocciola venerea, chiamata Remora, fermare il corso d'una nave.

«Convengono tutti, che nel mare viva la Remora [...] non però tutti convengono nel descriverla». Buonanni accetta l'interpretazione datane da Rondeletio (16). Si dice che la Remora abbia la capacità di fermare una nave ed Aristotele spiega che questo animale, attaccandosi al timone, rallenta con i suoi movimenti lo spostamento della nave. Dopo aver messo in evidenza le contraddizioni fra i vari casi riportati, Buonanni conclude che «molte cose non esser causa di alcuni accidenti connessi, ma effetti simultanei d'una terza cagione non avvertita, è difficile a riconoscersi». La Remora, con la sua piccola mole, non può fermare una nave e il ritrovamento di conchiglie attaccate allo scafo è un fatto casuale, non in relazione con la causa che ha fermato la nave.

Discussione

L'aspetto più evidente che emerge dalla lettura dei «problemi» proposti da Buonanni è la commistione continua fra esaltazione della bellezza, perfezione ed armonia della Natura, opera e testimonianza del *Supremo Architetto*, ed esaltazione della scienza, non tanto come sforzo dell'uomo verso la comprensione della Natura, quanto dignità della Natura stessa di essere oggetto di indagine. A proposito dello studio del movimento della chiocciola (XV), Buonanni conclude scrivendo: «È d'avvertirsi quante scienze di nobilissimo argomento si rinchiudano in corpo ad un qualunque sia il più spregievole animaluccio».

Nonostante l'attaccamento alla tradizione aristotelica, Buonanni cerca di essere un naturalista del suo tempo, conscio dell'importanza che hanno l'osservazione e la sperimentazione nella comprensione dei fenomeni naturali: «nello stabilire le conclusioni sopra i corpi naturali, devesi uno consigliare, non con la mente sola, è propria, è altrui, ma chiamar in consulta i sensi». Sebbene semplici, se non addirittura rudimentali (il ritrovamento di una perla in un bivalve fluviale, l'esame dei tentacoli cefalici di *Cassidaria echinophora*, ecc.), le sperimentazioni di cui il Buonanni fa menzione testimoniano spirito di osservazione e passione per l'indagine naturalistica.

A volte Buonanni si allontana, insoddisfatto, dalle spiegazioni aristoteliche, proponendo una soluzione alternativa, più critica e basata su osservazioni, come nel caso della forma «rotonda» delle conchiglie (XIV). Appare evidente come il limite delle capacità sperimentali di Buonanni, e dell'applicazione di criteri scientifici, sia soprattutto rappresentato dall'impossibilità di applicare il metodo sperimentale e l'osservazione a molti dei problemi proposti. Molti di questi argomenti erano, infatti, ben al di là delle conoscenze e della capacità investigative della scienza del XVII secolo, quali la grande ricchezza della fauna indo-pacifica (VII), la diversità dei mollu-

chi in ambiente marino (IV), il cromatismo (XII, XXXV) e l'avvolgimento destrorso delle conchiglie (XV), la pentameria degli echinodermi (XXIX), la bioluminescenza (XXXIV), ecc. Non è un caso, infatti, che proprio in questi casi il Buonanni ricorra più fedelmente alla tradizione aristotelica, oppure ad un'insondabile ragione divina, in mancanza degli strumenti culturali necessari a risolvere questi quesiti.

Il campo di indagine in cui Buonanni applica con più rigore il metodo scientifico, o comunque un'analisi critica originale, riguarda proprio la conchiglia, l'oggetto principale della *Ricreatione*. Ciò è chiaramente legato alla facilità con cui questa parte del corpo dei molluschi è direttamente accessibile all'osservazione, ed anche all'abbondanza di materiale disponibile nei «Musei» (le famose *Wunderkammern*), quali il Museo Calceolario ed il Museo Kircheriano (Accordi, 1976, 1977). La conchiglia, è esaminata sotto i più vari aspetti: formazione, forma e funzione. A formare la conchiglia è lo stesso mollusco, attraverso la deposizione di strati successivi di materiale, a partire dall'«*humore mucoso*» presente nell'animale (IX). La conchiglia serve a proteggere il mollusco dalle offese esterne, privo com'è di altre risorse fisiche, tanto che le conchiglie dei molluschi che vivono infossati, e quindi più riparati, sono meno robuste (IX). L'opercolo serve chiaramente a chiudere l'apertura della conchiglia e quindi a proteggere ulteriormente l'animale (XXII). Anche la scultura, regolare o irregolare che sia, ha una funzione: quella di fornire ulteriore protezione all'animale, rendendo le conchiglie più «*aspre al palato*» dei predatori (XI). La conchiglia dei gasteropodi risulta essere formata da un cono a sezione circolare avvolto attorno ad un asse (XIV). A proposito delle varie spiegazioni che sono state date per l'avvolgimento della conchiglia dei turbinati (XIII), Buonanni scrive: «*Tutte bellissime ragioni, ma non atte a porre in chiaro ciò, che si cerca [...] ed io rincalzo chiedendo quale sia la cagione, per cui e gli uni, e gli altri tendono più tosto a tal figura, e non ad altra?*». E ancora, a proposito della forma «rotonda» delle conchiglie (XIV): «*Dee dunque riconoscersi un principio intrinseco esigativo di tal determinata figura, che più si adatti alle funzioni proprie del Vivente*». È evidente l'interesse di Buonanni verso gli aspetti funzionali della conchiglia, nei suoi vari aspetti. Degna di nota è anche la descrizione in termini geometrici del movimento della chiocciola (XV, Fig. 2, nota 8).

Di fronte a questa richiesta di spiegazioni razionali, non deve stupire la perplessità con cui Buonanni ammetta che i molluschi possano avere un apparato masticatorio, come sostenuto da Hooke (XIX, nota 9). Ciò deriva, infatti, dalla filosofia sostenuta da Buonanni e dall'Ordine dei Gesuiti (Fazzari, 2004, p. 43), che rifiutavano il procedimento induttivo (caso particolare-conclusione generale), a favore del classico processo deduttivo (premessa generale-conclusione particolare). Essendo, l'osservazione dei «denti» basata solo su una sola chiocciola terrestre, «*non si può con essa stabilire la conclusione universale*».

Fazzari (2004, p. 42-43) esamina attentamente le ragioni dell'attaccamento di Buonanni e dei Gesuiti all'aristoteli-

simo concludendo che, probabilmente, ciò è stata una scelta politica come «estremo tentativo di difesa [...] del diritto dei gesuiti ad avere ancora voce in capitolo in questioni di frontiera». Questa scelta, unitamente ad una generale scarsa conoscenza degli animali (non solo dei molluschi) dal punto di vista anatomico, e ad una loro visione eccessivamente legata ad una scala di perfezione in cui l'Uomo si trova al massimo livello, portarono Buonanni a considerare i molluschi come animali «*tutto ventre*», col corpo «*informe, malfatto*» e persino «*pigri e stolidi*».

La ricca iconografia presente nella *Ricreatione*, a cui si aggiungerà quella delle opere successive (Accordi, 1976), è stata sempre ritenuta di scarsa qualità. Il primo a muovere pesanti critiche in tal senso fu Martin Lister (1639-1712), medico e naturalista inglese, noto per le sue importanti opere sui molluschi ed i primi studi anatomici su di essi (Accordi, 1976, Caprotti, 1985). Effettivamente, le illustrazioni del Buonanni non raggiungono livelli qualitativi particolarmente alti, ma il principale difetto dal punto di vista scientifico è rappresentato, in molti casi, solo dall'inversione destra-sinistra dovuta alla stampa, mentre i dettagli sono abbastanza curati. Le conchiglie di Buonanni costituiscono, comunque, una importante iconografia che è stata certamente di grande valore nel far conoscere la grande diversità dei molluschi e nel dare un contributo allo sviluppo della malacologia.

Ringraziamenti

L'Autore ringrazia Alessandro Volpone (Università di Bari) e Giuseppe Manganelli (Università di Siena) per l'aiuto fornito durante la stesura del lavoro.

Note

1. Bivalvi del genere *Pinctada*, come nell'illustrazione di Buonanni (fig. 1, Bivalvi, *Conca Margaritifera*).
2. Anselmo Boezio de Boot. Scrisse una *Gemmarum et Lapidum Historia* (1609).
3. Un bivalve della famiglia Unionidae, illustrato da Buonanni nella fig. 41 dei Bivalvi come *Conca, detta de' pittori*.
4. Policheti della famiglia Serpulidae.
5. Bivalvi della famiglia Anomiidae.
6. Il Buonanni si riferisce evidentemente al periostraco, a volte spesso e ruvido.
7. Niels Stensen (1638-1686), medico e naturalista danese. Noto per le sue ricerche sulla reale natura dei fossili.
8. La maggior parte dei gasteropodi terrestri si muove attraverso la propagazione di onde muscolari di compressione ed estensione lungo il piede in direzione perpendicolare allo spostamento, senza che il piede si sollevi dal substrato (Lissmann, 1945; Pavlova, 2001). Nel disegno di Buonanni (Fig. 2), il sollevamento del piede è stato accentuato e il modello «a onde», che ricorda quello dei bruchi geometridi, non corrisponde a quello reale.
9. Robert Hooke (1635-1703), chimico, matematico e fisico inglese. La sua *Micrographia* (1665) riporta numerose osservazioni al microscopio, tra le quali «*the teeth of a snail*» (p. 180, fig. 25), la cui illustrazione fu ripresa da Buonanni nella *Ricreatione* (e prima ancora da Lister), ma omessa nell'edizione in Latino. Non si tratta comunque della radula della chiocciola,

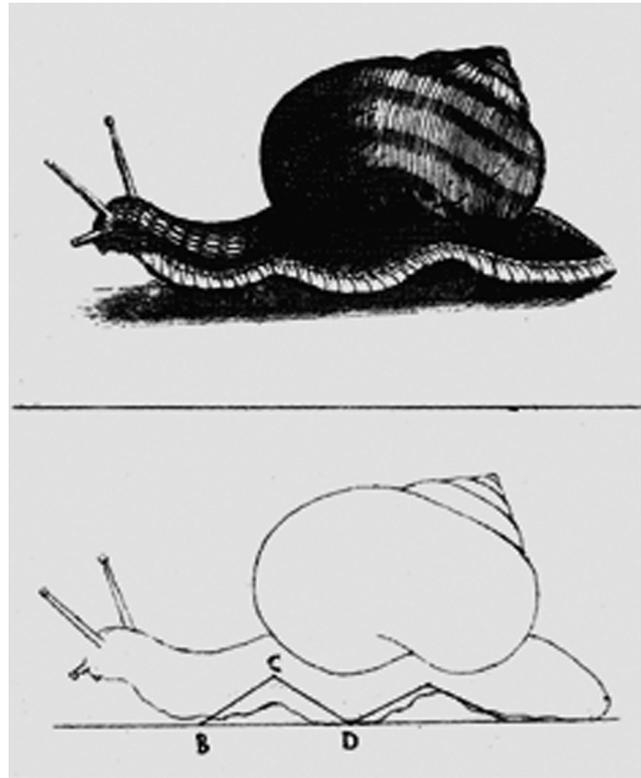


Fig 2. Il moto della chiocciola (*Helix aspersa*), come illustrato da Buonanni: «Dal corpo della chiocciola si forma l'arco B.C.D. In quest'arco deve considerarsi il triangolo B.C.D. la cui base è il terreno sopra il quale si muove. Nel triangolo i due lati B.C.C.D. unitamente considerati sono necessariamente maggiori, secondo Euclide, del terzo lato, o base B.D. [...] L'avanzarsi si può ottenere solamente, stendendo la parte piegata B.C.D. [...] Adunque quelle due linee sono maggiori della base B.D. e perciò, archedeggiandosi l'animale, le forma con fissare la parte B. e tirare a se la parte D. questa poi fermata, stende la parte B. per di nuovo avanzarsi».

Fig 2. Moviment of a snail (*Helix aspersa*), as illustrated by Buonanni: «Dal corpo...».

ma della cosiddetta mandibola, costituita da una placca chitinosa a mezzaluna con creste trasversali che si trova nella parte superiore dell'orifizio buccale (Manganelli, com. pers.).

10. Buonanni allude alla famosa *Cochlea Sarmatica*, un animale fantastico noto soprattutto per la trattazione fattane da Ulisse Aldrovandi nel 1606. Buonanni riporta il disegno di Aldrovandi alla fig. 230 degli Univalvi Turbinati. Su questo argomento e sull'opera malacologica di Aldrovandi si leggano gli articoli di Caprotti (1983a, 1988).
11. Guillaume Rondelet (1507-1566), medico e naturalista francese. Scrisse due opere sugli animali acquatici. I suoi contributi in malacologia sono trattati da Caprotti (1983b).
12. L'origine ed il significato della pentameria negli echinodermi è ancora un «mistero» della zoologia (Hotchkiss, 1998; Kerr & Junhyong, 1999).
13. Pierre Gassendi (1592-1655), filosofo e scienziato francese, noto per i suoi studi di astronomia e cartografia.
14. Gerolamo Cardano (1501-1576), medico, matematico e filosofo italiano.
15. È noto sin dall'antichità che *Pholas dactylus*, se disturbato, emette dal sifone una sostanza luminescente, nota come pholasina (Reese *et al.*, 1998; Dunstan *et al.* 2000).
16. G. Rondelet (1555) chiama *Conca Venerea* alcuni gasteropodi della famiglia Cypraeidae (l'allusione a Venere, e quindi all'anatomia femminile è chiara). Sebbene Buonanni illustri diverse cipree, il riferimento alla *Conca Venerea* riguarda solo la specie più grande, che corrisponde a *Cypraea tigris* (figg. 231 e 232 degli Univalvi Turbinati).

Bibliografia

- ACCORDI B., 1976. Contributions to the history of geological sciences. Illustrators of the Kircher Museum naturalist collections. *Geologica Romana*, **15**: 113-126.
- ACCORDI B., 1977. Contributions to the history of geological sciences. The *Musaeum Calceolarium* (XVI century) of Verona illustrated in 1622 by Ceruti and Chiocco. *Geologica Romana*, **16**: 21-54.
- BUONANNI F., 1681. *Ricreatione dell'Occhio e della Mente nell'Osservation' delle Chioccioline, Proposta a' Curiosi delle Opere della Natura*. Tipografia Varese, Roma, 384 pp.
- BUONANNI F., 1684. *Recreatio Mentis et Oculi in Observatione Animalium Testaceorum Curiosius Naturae Inspectoribus*. Typographia Varese Roma, 270 pp.
- CAPROTTI E., 1983a. Le conoscenze malacologiche del Rinascimento. V. La «Summa» aldrovandiana. *Bollettino Malacologico*, **19** (9-12): 267-272.
- CAPROTTI E., 1983b. Le conoscenze malacologiche del Rinascimento. IV. I prodromi di una malacologia specialistica (1551-1558). *Bollettino Malacologico*, **19** (5-8): 153-168.
- CAPROTTI E., 1985. Per una storia della malacologia dall'età barocca al secolo dei lumi. *Bollettino Malacologico*, **21** (7-9): 183-202.
- CAPROTTI E., 1987. I molluschi secondo Aristotele. *Bollettino Malacologico*, **23** (11-12): 391-400.
- CAPROTTI E., 1988. *Cochlea sarmatica* n. sp.?? (Per una lettura critica dell'immaginario). *Bollettino Malacologico*, **24** (1-4): 66-70.
- CAPROTTI E., 1999. Motivazioni delle «conchiliologie» dalla Controriforma all'Illuminismo. *L'Esopo*, **79-80**: 79-91.
- CUVIER G., 1841. *Histoire des Sciences Naturelles depuis leur origine jusqu'à nos jours, chez tous les peuples connus. Deuxième part (16^e et 17^e siècles)*. Fortin, Masson & C. ie, Paris, 558 pp.
- DUNSTAN S.L., SALA-NEWBY G.B., BERMU' DEZ FAJARDO A., TAYLOR K.M. & CAMPBELL A.K., 2000. Cloning and expression of the bioluminescent photoprotein pholasin from the bivalve mollusc *Pholas dactylus*. *Journal of Biological Chemistry*, **275** (13): 9403-9409.
- FAZZARI M., 2004. Filippo Buonanni: un caso di invisibilità creata dai contemporanei, ovvero come si diventa invisibili. In MONTI M.T. & RATCLIFF M.J. (Eds.), *Figure dell'Invisibilità. Le scienze della vita nell'Italia dell'Antico Regime*. Olschki, Firenze: 21-82.
- HOOKE R., 1665. *Micrographia: or some physiological descriptions of minutes bodies made by magnifying glasses, with observations and inquiries thereupon*. Martyn & Allestry, London, 246 pp.
- HOTCHKISS F.H.C., 1998. A «rays-as-appendages» model for the origin of pentamerism in echinoderms. *Paleobiology*, **24** (2): 200-214.
- KERR A.M. & JUNHYONG K., 1999. Bi-penta-bi-decaradial symmetry: a review of evolutionary and developmental trends in Holothuroidea (Echinodermata). *Journal of Experimental Zoology*, **285**: 93-103.
- LISSMAN H.W., 1945. The mechanism of locomotion in gastropod molluscs. I. Kinematics. *Journal of Experimental Biology*, **21**: 58-69.
- PAVLOVA G., 2001. Effects of serotonin, dopamine and ergometrine on locomotion in the pulmonate mollusk *Helix lucorum*. *Journal of Experimental Biology*, **204**: 1625-1633.
- REES J.-F., DE WERGIFOSSE B., NOISET O., DUBUISSON M., JANSSENS B. & THOMPSON E.M., 1998. The origins of marine bioluminescence: turning oxygen defence mechanism into deep-sea communication tools. *Journal of Experimental Biology*, **201**: 1211-1221.
- RONDELET G., 1555. *Universae Aquatiliam Historiae pars altera, cum veris ipsorum imaginibus*. Matthiam Bonhomme, Lugduni 242 pp.