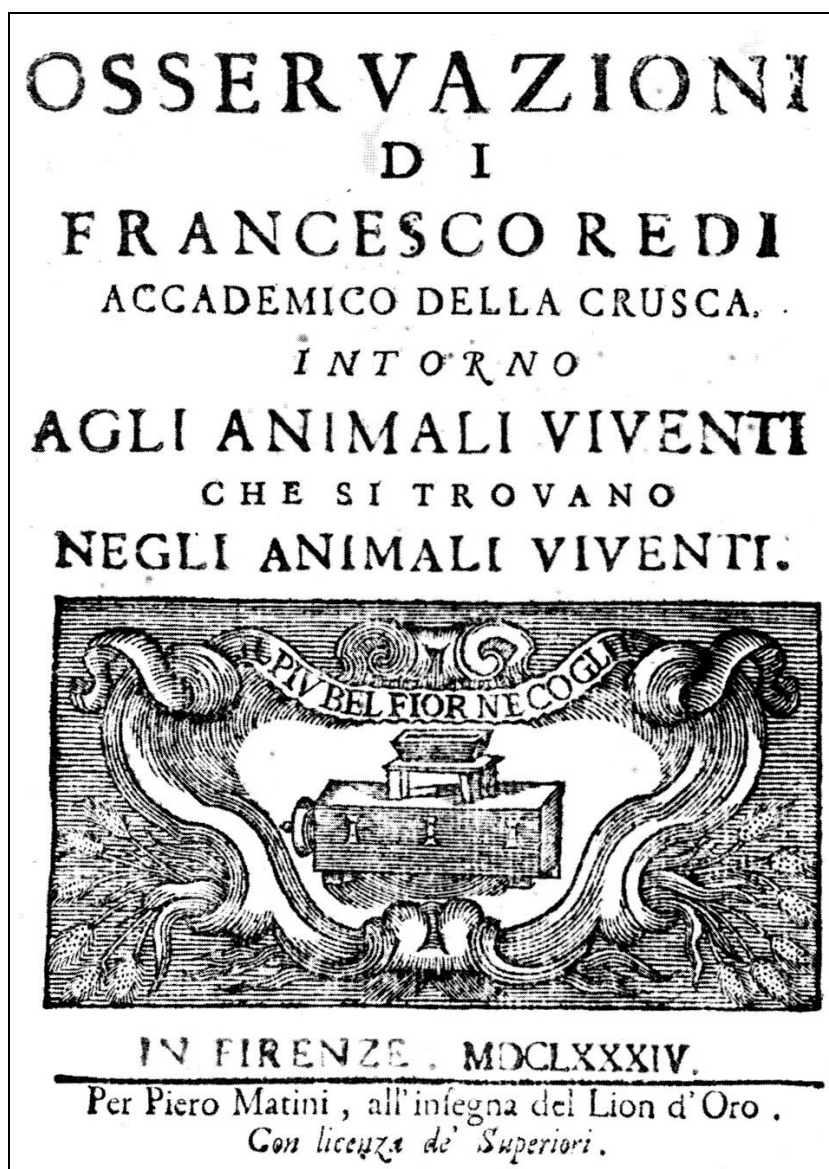


Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Laurea Triennale in Scienze Biologiche

# ***Schede riassuntive del Corso di Parassitologia***

**Prof. Vincenzo Petrarca**  
*Dipartimento di Genetica e Biologia Molecolare*



## Premessa<sup>1</sup>

*I fascicoli che seguono sono stati originati da una richiesta specifica degli studenti del primo corso di Parassitologia che ho tenuto nell'Anno Accademico 2002–2003 per la neonata Laurea Triennale in Scienze Biologiche. La richiesta, che è stata ripetuta anche dagli studenti del corso successivo, era dettata dal fatto che effettivamente nel mercato librario a tutt'oggi non sono presenti testi di Parassitologia in Italiano adatti per un corso da tre crediti di una laurea triennale in Scienze Biologiche. Esistono naturalmente eccellenti testi di questa materia scritti nella nostra lingua, ma o sono indirizzati agli studenti di Medicina Veterinaria o di Medicina e Chirurgia o sono effettivamente dedicati agli studenti di Scienze Biologiche ma del vecchio ordinamento quinquennale o delle recentissime Lauree Specialistiche, con specifiche molto più rigorose (9 o 6 crediti, rispettivamente). Altrettanto naturalmente esiste un gran numero di ottimi testi di Parassitologia in Inglese, ma finché questa lingua, che notoriamente è la lingua franca del mondo scientifico, non sarà acquisita da tutti nella stessa maniera, l'acquisto di un libro di Parassitologia a livello universitario scritto in Inglese può essere un'ottima raccomandazione, ma non può trasformarsi in un obbligo, almeno questa è la mia personalissima opinione, in attesa (spero non lunghissima) che una buona conoscenza dell'Inglese nel mondo studentesco universitario divenga universale nel nostro Paese. Quindi, avendo riconosciuto che le richieste degli studenti erano lecite e giustificate, ho iniziato lentamente a compilare quello che segue. Ho chiamato questi fascicoli "schede riassuntive", ma possono anche essere chiamate "dispense", sebbene per "dispensa universitaria" io intenda la trascrizione di una lezione, e questi fascicoli non lo sono perché per ovvi motivi le lezioni non sono immutabili anno dopo anno, dato che le conoscenze cambiano col trascorrere del tempo e cambia ogni volta anche il pubblico. È molto diverso infatti fare lezione a 10, 50, 100 o più persone: con l'aumentare del numero degli uditori diminuisce l'interattività, è un dato di fatto.*

*Questi fascicoli sono il requisito minimo per preparare l'esame di Parassitologia, nel senso che ho cercato di scrivere il meno possibile senza però perdere dettaglio di informazione: questo tra l'altro implica che immagini, tabelle e relative didascalie fanno parte integrante della dispensa e non sono accessori di lusso; spesso informazioni rilevanti sono presenti solo nella didascalia di una figura o nel corpo di una tabella, per cui per la preparazione all'esame non va trascurato nulla.*

*Il corso opzionale di Parassitologia può essere seguito, studiato e verificato il terzo anno della Laurea Triennale in Scienze Biologiche, visto che questa materia richiede conoscenze di base piuttosto estese (Citologia, Istologia, Zoologia, Ecologia, qualche nozione di Botanica, un po' di Genetica, un'infarinatura di Immunologia, un po' di Microbiologia, ecc.).*

*Buon lavoro.*

Vincenzo Petrarca  
Professore di Parassitologia  
Dipartimento di Genetica e Biologia Molecolare  
(presso Sezione di Parassitologia,  
Dipartimento di Scienze di Sanità Pubblica)  
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
Università di Roma "La Sapienza"  
Ottobre 2007

---

<sup>1</sup> L'immagine di copertina è la riproduzione di quello che molti ritengono l'inizio "ufficiale" della Parassitologia in Italia: la pubblicazione delle "Osservazioni intorno agli Animali Viventi che si trovano negli Animali Viventi" di Francesco Redi, datata 1684.

## Indice – Programma del Corso di Parassitologia (3 CFU)

1° Fascicolo - 1 <sup>a</sup> Lezione	Parassitologia generale - Prima Parte. Introduzione alla Parassitologia. Le associazioni biologiche (le simbiosi ed il parassitismo). Adattamenti morfologici, trofici e fisiologici alla vita parassitaria ed evoluzione del parassitismo. Cicli di vita. Meccanismi di trasmissione, modalità di ingresso ed uscita dei parassiti. Specificità parassitaria. Interazione parassita-ospite. Ecologia ed etologia del rapporto ospite/parassita. I parassiti come indicatori biologici.
2° Fascicolo - 2 <sup>a</sup> Lezione	Parassitologia generale - Seconda Parte. Azione patogena dei parassiti. Malattie parassitarie di rilevante importanza in medicina umana e veterinaria. Zoonosi. Fattori ecologici e socioeconomici nella diffusione delle parassitosi umane. Immunodeficienze e parassiti opportunisti. Prevalenza attuale delle Parassitosi umane in Italia e nel mondo. Lotta alle malattie parassitarie: epidemiologia, prevenzione e cura. Educazione sanitaria. Metodologie di diagnostica parassitologica. Metodi di controllo: controllo integrato; contenimento ed eradicazione.
3° Fascicolo - 3 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sui Flagellati. Emoflagellati: Leishmaniosi viscerali ( <i>Leishmania infantum</i> e <i>L.donovani</i> ) e Leishmaniosi cutanee e relativi vettori; Tripanosomiasi e loro vettori: <i>Trypanosoma cruzi</i> (Tripanosomiasi americana: morbo di Chagas); <i>Trypanosoma brucei gambiense</i> (Tripanosomiasi africana: malattia del sonno).
4° Fascicolo - 4 <sup>a</sup> Lezione	Flagellati delle vie digerenti e urinarie ( <i>Giardia intestinalis</i> , <i>Trichomonas vaginalis</i> ). Generalità sui Sarcodini; Amebe dell’Uomo ( <i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Entamoeba coli</i> ; <i>Naegleria fowleri</i> ; <i>Acanthamoeba castellanii</i> ).
5° Fascicolo - 5 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sugli Apicomplexa: cicli intestinali e legati al carnivoris- mo. <i>Cryptosporidium</i> e criptosporidiosi opportunisti in immuno- compromessi; <i>Toxoplasma gondii</i> e toxoplasmosi.
6° Fascicolo - 6 <sup>a</sup> Lezione	Apicomplexa: la Malaria umana ( <i>Plasmodium falciparum</i> , <i>Pl.vivax</i> , <i>Pl.ovale</i> , <i>Pl.malariae</i> ) ed i suoi vettori.
7° Fascicolo - 7 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sui Platelmini. Trematodi Digenei: cicli di vita destinati a erbivori o carnivori; Schistosomiasi ( <i>Fasciola hepatica</i> , <i>Opisthorchis felinus</i> / <i>Clonorchis sinensis</i> , <i>Schistosoma mansoni</i> ed <i>haematobium</i> ).
8° Fascicolo - 8 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sui Cestodi; <i>Diphyllobothrium latum</i> , <i>Taenia solium</i> e <i>Taenia saginata</i> , <i>Echinococcus granulosus</i> .
9° Fascicolo - 9 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sui Nematodi. Geoelmintiasi ( <i>Trichuris trichura</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Ancylostoma duodenale</i> ). Ossiuri.
10° Fascicolo - 10 <sup>a</sup> Lezione	Nematodi Tissutali: Filarie ( <i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Onchocerca volvulus</i> ); <i>Dracunculus medinensis</i> ; Trichinella.
11° Fascicolo - 11 <sup>a</sup> Lezione	Generalità sugli Artropodi. Aracnidi parassiti (Zecche Ixodidae ed Argasidae ed Acari della scabbia: <i>Sarcoptes scabiei</i> ); Insetti: Anopluri (Pidocchi), Afanitteri (Pulci).
12° Fascicolo - 12 <sup>a</sup> Lezione	Insetti: Emitteri (Reduvidi e Cimicidi). Ditteri parassiti e vettori (Ditteri Nematoceri Psicodidi, Ditteri Nematoceri Culicidi, Ditteri Nematoceri Simulidi, Ditteri Brachicerci Glossinidi, Ditteri Brachicerci Tabanidi, Ditteri Brachicerci responsabili di miasi).
13° Fascicolo - Appendice	Esercizio, riepilogo e consigli per lo studio e l'esame.

## Parassitologia Generale

### Prima parte

Il termine "parassita" deriva dall'antico verbo greco *parasitéo* che vuol dire "mangio insieme con" (da *para* = presso e *sitos* = cibo) e dal sostantivo derivato *paràsitos* che naturalmente vuol dire "colui che mangia insieme con", attribuito in origine a varie categorie di personaggi pubblici (sacerdoti, ad esempio) che venivano mantenuti a spese della comunità, mentre in età più tarda (ellenistica e romana) veniva attribuito a personaggi della società abituati a vivere a spese di qualcun altro in maniera truffaldina, divenuti poi macchiette molto comuni nella commedia sia greca che soprattutto latina. Il termine indicava però a volte anche altri personaggi che, pur vivendo a spese di qualcuno, gli portavano prestigio perché erano per esempio poeti o persone di cultura. Quindi i due termini, il "paràsitos" dell'antica Grecia ed il nostro "parassita" hanno significati abbastanza differenti: in-

fatti il vocabolo greco indicava, almeno in origine, quello che noi oggi definiremmo "commensale", ovvero chi mangia a spese di quello che chiamiamo "**ospite**" ma che in pratica non gli causa danni, mentre il nostro sostantivo indica qualcuno o qualcosa che vive come il commensale a spese di un ospite ma in più può procurargli danni.

Va chiarito però subito che il parassitismo rientra in una categoria molto più generale: quella delle **simbiosi**, vale a dire di tutte quelle relazioni di associazione che avvengono tra due specie diverse: un feto in via di sviluppo vive sì a spese della madre, ma non è un simbionte perché sia feto che madre appartengono alla stessa specie. Le relazioni di associazione, o più in generale le interazioni tra due specie (interspecifiche), possono essere schematizzate nella **Tabella pg1** che segue:

**Tabella pg1. Interazioni tra due specie diverse.**

Tipo di interazione	Specie A	Specie B
Neutralismo	0	0
Competizione	-	-
Commensalismo	+	0
Mutualismo	+	+
Parassitismo	+	-
Predazione	+	-

Il segno "+" indica un vantaggio, il "-" uno svantaggio e lo "0" (zero) indifferenza. Nelle relazioni **neutrali** c'è indifferenza tra le due specie: né vantaggi né svantaggi per nessuno, mentre nelle interazioni **competitive** ci può essere svantaggio per entrambe (segno negativo). Ed ora veniamo alle simbiosi vere e proprie: la simbiosi commensalistica (o in breve **commensalismo**) è una di queste: ad esempio il nostro intestino ospita una gran quantità e varietà di specie di microrganismi (per lo più batteri) che indubbiamente vivono a nostre spese, ma di cui non avvertiamo la presenza dato che non causano disturbi: la specie A, il commensale, ha un vantaggio (+) e la specie B,

l'ospite, è indifferente (zero: né vantaggi né svantaggi). Diverso è il caso, probabilmente il più conosciuto, della simbiosi mutualistica o **mutualismo**, in cui una specie sfrutta l'altra ma contemporaneamente le restituisce qualche tipo di vantaggio e viceversa (due segni "+": vantaggio per entrambe): è risaputo che ancora una volta nel nostro intestino albergano molte specie di batteri che in effetti sfruttano le nostre risorse, ma restituiscono in compenso vitamine del gruppo B, estremamente importanti per la nostra vita. Il **parassitismo** è, al contrario del commensalismo e del mutualismo, una simbiosi di tipo antagonistico, in cui la specie A trae vantaggio (segno "+") da un'altra

(la specie B) e nello stesso momento la danneggia (il segno "-"). Il livello di danno può essere però molto variabile: infatti si spazia da specie parassite la cui azione passa quasi del tutto inosservata, fino ad arrivare a specie che causano patologie gravissime che possono portare a morte l'ospite. Nonostante che in **Tabella pg1** parassitismo e predazione (l'ultimo caso) sembrano apparentemente identiche (segno "+" per la specie A e "-" per la B), il parassitismo può facilmente essere distinto dalla **predazione**, perché in questa il rapporto tra le due specie è di breve durata e termina sempre con la morte della preda, mentre nel parassitismo la morte dell'ospite è tutt'altro che obbligatoria, anzi con una buona dose di semplificazione si potrebbe dire che un parassita perfetto, molto ben adattato al-

l'ospite e viceversa, è quello che pur sfruttandolo non gli causa danni che possano comprometterne in maniera disastrosa la *fitness*, ovvero il successo riproduttivo: in questo senso il parassitismo giungerebbe a somigliare molto bene al commensalismo. A metà strada tra parassiti e predatori stanno i **parassitoidi**; ne sono tipici esempi alcune specie di Imenotteri Icneumonidi che iniettano le proprie uova nel corpo di altri Insetti o di Araneidi (**Figura pg1**); quando le uova schiudono le larve della vespa si cibano degli organi interni dell'ospite fino a causarne alla fine la morte. Si potrebbe descrivere il parassitoidismo in un certo senso come una predazione molto lenta oppure come una parassitosi dall'esito immanabilmente letale.



**Figura pg1.1**

Femmina parassitoide di *Diadegma* (Imenottero Icneumonide) mentre inietta le sue uova in una larva di *Plutella xylostella* (Lepidottero Plutellide), parassita di Crocifere (cavolo cappuccio, cavolfiore, cavolo di Bruxelles, cavolo rapa, cavolo da foglie, cavolo broccolo, cavolo verza). Dato che questi parassitoidi uccidono parassiti di piante di interesse commerciale, vengono considerati utili all'agricoltura.

Il rapporto di tipo simbiotico costituisce un modello di relazione tra specie viventi che risale molto indietro nel tempo e che è stato sicuramente molto importante per l'evoluzione della vita come la conosciamo oggi: le nostre stesse cellule portano una traccia inconfondibile di un ancestrale rapporto simbiotico mutualistico, rappresentato dai mitocondri, che originariamente erano batteri aerobi a vita libera che sono poi stati incorporati in cellule anaerobie stabilendo con queste un rapporto così intimo e reciprocamente vantaggioso da trasformarsi col tempo in organelli fondamentali per la respirazione cellulare. Ma quanto antico è il rapporto simbiotico mutualistico altrettanto antico e generalizzato è il rapporto parassitario, nel quale so-

no interessati tutti gli esseri viventi: se non si appartiene infatti ad una specie parassita prima o poi si diventa senz'altro ospite di qualche parassita. Oltretutto essere una parassita non salva dall'essere a propria volta parassitati da un'altra specie: il fenomeno è chiamato **iperparassitismo**; il Plasmodio della malaria è un iperparassita, perché la zanzara che lo trasmette è a sua volta un parassita.

Si stima che più della metà delle specie viventi sia parassita, e nessuno dei maggiori gruppi di viventi è privo di specie parassite: a partire dai virus (tutti parassiti per definizione, anche se è problematico definire i virus forme viventi), fino ad arrivare ai Vertebrati, per esempio Uccelli (il Cu-



culo, che depone le sue uova nei nidi di altre specie: i pulcini del Cuculo espellono dal nido i pulcini della specie ospite, che invece nutre il parassita) e Mammiferi (ad esempio i "pipistrelli vampiro", **Figura pg1.2**), passando per Batteri, Funghi, Piante, Protozoi, Platelmini, Nematodi, Anellidi, Artropodi ed

altri ancora. Nonostante esistano come si è detto specie parassite in tutta la gamma dei viventi, la Parassitologia si occupa tradizionalmente dei soli Protozoi e Metazoi, mentre virus, batteri e funghi patogeni sono studiati dalla Microbiologia.



**Figura pg1.2**

Pipistrello Vampiro, Chiroterro Desmodontide dell’America tropicale. Con i denti lunghi, sottili e acuminati incide la pelle di molti Uccelli e Mammiferi (generalmente bovini) e poi ne lecca il sangue che fuoriesce dalla ferita.

I parassiti vengono distinti in **endoparassiti**, che cioè vivono all’interno dell’ospite (sia all’interno di sue cavità che all’interno dei suoi tessuti e/o delle sue cellule: parassiti endocellulari) ed **ectoparassiti**, che invece hanno contatti solamente con la superficie esterna dell’ospite, ad esempio con la sua cute o le sue mucose: un tipico endoparassita endocellulare è il Plasmodio della malaria, un endoparassita esocellulare di una cavità (l’intestino) è la Tenia, mentre tipici ectoparassiti sono zanzare, pulci e zecche.

La maggior parte dei parassiti che conosciamo sono **obbligati**, cioè non possono fare a meno dell’ospite per sopravvivere, anche se l’obbligatorietà a volte è limitata ad una fase molto limitata di tutto il loro ciclo vitale: tra le zanzare ad esempio solo la femmina è parassita, mentre i maschi e le forme larvali non lo sono; ciononostante le zanzare sono parassiti obbligati perché senza il sangue assunto dalla femmina questi Ditteri non possono riprodursi, dato che l’emoglobina è utilizzata soprattutto per la sintesi del tuorlo delle uova. I parassiti **facoltativi** invece conducono normalmente vita libera ma quando se ne presenta l’occasione possono diventare parassiti di uno o più ospiti: ad esempio le larve di al-

cune specie di mosche della famiglia Sarcophagidae (i comunissimi mosconi con la parte dorsale dell’addome colorato a scacchi) di solito si nutrono di carne in decomposizione (**saprofagia**), ma possono nutrirsi anche di tessuti vivi se vengono deposte su ferite aperte di un ospite vivente.

È necessario fare una distinzione importante anche per quel che riguarda la durata nel tempo del rapporto parassita-ospite. Infatti vengono chiamati parassiti **temporanei** quelli che hanno un contatto con l’ospite generalmente limitato al tempo necessario per nutrirsi: tipici parassiti temporanei sono ancora una volta le zanzare, la cui puntura (unico contatto che hanno con l’ospite) raramente dura più di pochi secondi. I parassiti **temporanei stazionari** sono invece quelli che rimangono in contatto con l’ospite per tempi a volte anche molto prolungati: molte specie di pulci e soprattutto quasi tutte le zecche sono tipici parassiti temporanei stazionari. I parassiti temporanei comunque sono obbligati ad abbandonare prima o poi l’ospite, ad esempio per deporre le uova sul terreno. Infine, i parassiti **permanenti** hanno il rapporto più profondo con l’ospite: infatti non possono esserne separati, in genere neanche per tempi relativamente brevi; tipici parassiti

permanenti sono i pidocchi e gli acari della scabbia, che non sopravvivono che per poche ore se accidentalmente abbandonano il loro ospite, e questo è il motivo per cui in genere un trattamento dell'ambiente con insetticidi contro i pidocchi del capo non è risolutore per eliminare le infestazioni di ambienti quali scuole, caserme, ecc. Nel caso del parassitismo permanente si può affermare senza dubbio che l'ospite costituisce per il parassita la sua intera **nicchia ecologica**. È il caso di ricordare che per nicchia ecologica si intende "la costellazione dei

fattori ambientali ai quali si adegua una specie (o altro taxon)", oppure "la proiezione esterna dei bisogni di un organismo, il suo modo specifico di utilizzare il proprio ambiente", o infine "la funzione che l'organismo esplica nell'equilibrio dell'ecosistema: con una analogia si può dire che l'habitat è l'indirizzo mentre la nicchia è la professione". Per i parassiti temporanei l'ospite non costituisce l'intera nicchia ecologica, ma, ad esempio, ne può costituire solo la componente trofica.

## Evoluzione del parassitismo.

Quale che sia stata la storia evolutiva seguita dai parassiti che osserviamo oggi, in ogni caso non si può fare a meno di ammettere che prima che una specie diventasse parassita di un'altra, deve essere esistita nella prima, quando conduceva vita libera, un qualche tipo di **preadattamento** alla vita parassitaria, vale a dire il possesso di caratteri morfofunzionali che predisponavano e facilitavano il passaggio dal regime di vita libera al regime parassitario. L'esempio che segue può aiutare nella comprensione di uno dei possibili processi. Quando durante il suo famoso viaggio d'esplorazione a bordo del brigantino Beagle (1831-1836) approdò su alcune isole dell'arcipelago delle Galàpagos, Charles Darwin osservò i famosi "Fringuelli" che da lui presero il nome<sup>2</sup>. Darwin descrisse una delle caratteristiche più interessanti di questi piccoli uccelli, ovvero che sebbene le specie osservate nell'arcipelago fossero evidentemente molto imparentate tra di loro (all'inizio anzi Darwin credette di stare studiando un'unica specie), ciascuna mostrava una morfologia del becco perfettamente adattata al suo regime alimentare. Ad esempio i granivori avevano un becco grosso e robusto adatto a sbucciare o rompere semi mentre gli insettivori lo avevano sottile ed appuntito per catturare Insetti e Aracnidi. Il comportamento di una delle

specie di questi Fringuelli (chiamato Sharp-Beaked Finch, ovvero Fringuello dal Becco Aguzzo, il cui nome Linneano è *Geospiza difficilis*) era quello di "pulitore" delle Sule (*Sula dactylatra*), grandi uccelli marini Pelicaniformi, visto che utilizzava il suo becco da insettivoro a forma di "pinzetta" per catturarne e mangiarne gli ectoparassiti, per lo più i cosiddetti "pidocchi degli uccelli" (Insetti Mallofagi). In questo modo il rapporto tra Fringuelli di Darwin e Sule più che commensalismo poteva ben essere definito di simbiosi mutualistica, visto che entrambe le specie ricevevano un vantaggio dalla loro relazione: le Sule infatti venivano liberate dai loro ectoparassiti ed i Fringuelli si potevano nutrire di Artropodi pieni di un liquido molto nutriente, ovvero il sangue delle Sule. In realtà si osservò successivamente che quei Fringuelli si comportavano anche da veri e propri parassiti, visto che avevano rapidamente imparato a beccare la base cutanea riccamente vascolarizzata delle penne delle Sule facendone gocciolare il sangue che poi bevevano con la lingua. Il fenomeno che aveva dato luogo a questo tipo di comportamento dei Fringuelli probabilmente all'inizio era avvenuto del tutto accidentalmente durante il piluccamento degli ectoparassiti dei loro ospiti: un errore di mira, ed il becco appuntito aveva forato la pelle della Sula. Quindi si può dire che i Fringuelli dal Becco Aguzzo erano preadattati al parassitismo, considerato che: a) avevano un becco acuminato, che si era evoluto per catturare piccoli Artropodi, ma

<sup>2</sup> in realtà i "Fringuelli di Darwin" sono Passeracei appartenenti alla Famiglia Emberizidae e non Fringillidae, come i veri fringuelli.

adatto anche per forare la pelle dell'ospite; b) l'intestino del Fringuello era preadattato a digerire il sangue, quello ingerito dagli ectoparassiti della Sula prima, direttamente quello dell'ospite dopo; c) il comportamento del Fringuello, che possiamo ormai chiamare “vampiro”, era già di intimo contatto con l'ospite. Se questo tipo di comportamento ectoparassitario ematofago (=che si nutre di sangue) del Fringuello Vampiro, che è oggi solo facoltativo, dovesse continuare ad es-

sere seguito, è ragionevole pensare che si potrebbe in un futuro più o meno lontano assistere ad un fenomeno comune nel parassitismo, ovvero quello dell'ulteriore potenziamento e specializzazione di quelle strutture e funzioni che massimizzano l'efficienza del parassitismo, prime fra tutte la riproduzione e la nutrizione, e poi molte altre, che vanno complessivamente sotto il nome di adattamenti alla vita parassitaria.

## Adattamenti alla vita parassitaria.

Quando si confrontano con specie affini ma a vita libera, le specie parassite mostrano una riduzione di molti sistemi, apparati e funzioni ed un parallelo aumento e potenziamento di altri, fino a giungere a volte a profonde modificazioni del piano strutturale che portano ad uno sconvolgimento della morfologia tipica del gruppo: è quello che si osserva per esempio in alcune

specie di Crostacei parassiti di pesci o di altri crostacei, i cui individui sono in pratica ridotti a morbidi sacchi ripieni di uova senza alcun carattere morfologico evidente che possa farli attribuire in maniera semplice al Phylum degli Artropodi a cui appartengono (**Figura pg1.3**).



**Figura pg1.3**

*Sacculina carcini*, Crostaceo Cirripede parassita dei granchi. È abbastanza facile distinguere i caratteri generali da Artropode Crostaceo del granchio ospite (esoscheletro rigido, appendici articolate, ecc.), mentre è oggettivamente difficile dire ad un primo sguardo che i sacchetti gialli morbidi sulla parte ventrale del granchio sono anch'essi Crostacei.

Altri esempi: durante la loro evoluzione verso la vita parassitaria le pulci hanno acquisito il loro aspetto schiacciato lateralmente, con grosse setole e spine rivolte verso l'indietro, caratteri che consentono loro di muoversi rapidamente e senza intralci tra i peli del loro ospite; hanno inoltre perso le ali, inutili per la loro vita da ectoparassiti stazionari, delle quali ali in qualche momento nella loro storia evolutiva devono tuttavia essere state dotate perché durante lo sviluppo embrionale appaiono gli abbozzi

alari che però in una fase successiva sono totalmente riassorbiti. Le Cocciniglie femmine (Insetti Emitteri) al termine del loro adattamento alla vita parassitaria hanno perso completamente l'aspetto di Insetti, dato che hanno l'aspetto di piccoli scudetti cerosi arrotondati, privi di zampe, ali ed altre caratteristiche riconoscibili, situati in genere sulle nervature delle foglie delle piante da cui suggono la linfa per tutta la loro vita (**Figura pg1.4**).



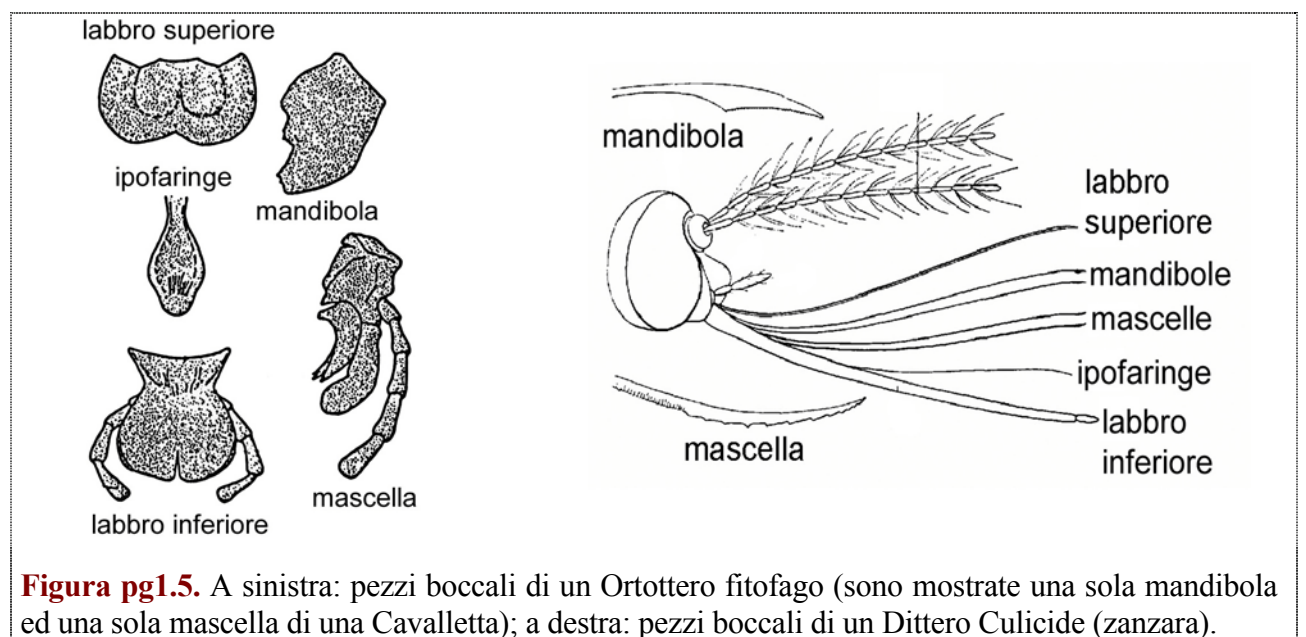
### Figura pg1.4

Cocciniglie (Insetti Emitteri Omotteri), parassiti di vegetali. I caratteri tipici degli Insetti (corpo diviso in capo, torace e addome; arti articolati; antenne; ali; ecc.) non sono più evidenti, come conseguenza dei profondi adattamenti alla vita parassitaria. Da ricordare che solo le femmine hanno subito queste modificazione estreme.



E ancora: non c'è alcuna differenza strutturale tra i pezzi boccali di una cavalletta masticatrice di foglie ed una zanzara, ma in quest'ultima tutti i pezzi si sono allungati e modificati fino a formare un pungiglione, che non è una semplice cannuccia ma un complesso insieme di strutture allungate che svolgono nel miglior modo pos-

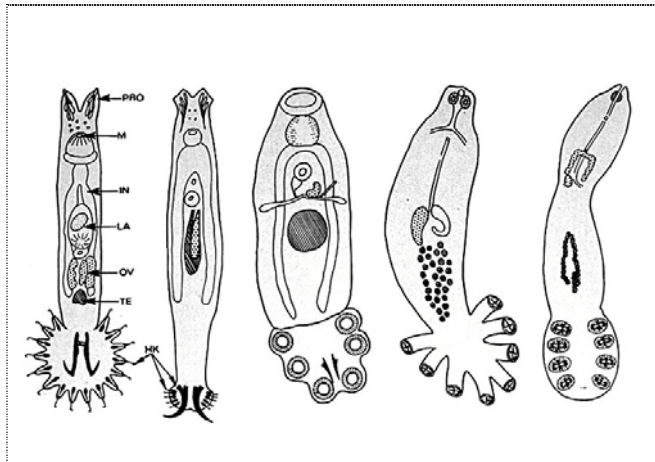
sibile e soprattutto rapidamente la funzione per la quale sono costruite, vale a dire tagliare la pelle di un vertebrato (con mandibole taglienti e mascelle seghettate, tipo bisturi e coltello-sega), arrivare a un capillare cutaneo, forarlo e suggerne il sangue (**Figura pg1.5**).



**Figura pg1.5.** A sinistra: pezzi boccali di un Ortoterro fitofago (sono mostrate una sola mandibola ed una sola mascella di una Cavalletta); a destra: pezzi boccali di un Dittero Culicide (zanzara).

I Platelmini Cestodi, al contrario degli altri Vermi Piatti, sono completamente sprovvisti di intestino, perché il loro profondo adattamento alla vita parassitaria ha avuto come conseguenza il fatto che il loro stesso corpo si è trasformato in una specie di "intestino rovesciato", esponendo all'ospite un tegumento ripiegato a microvilli che aumenta enormemente l'interfaccia di assorbimento delle sostanze nutrienti dell'ospite. Tipici poi sono gli adattamenti dei parassiti che devono opporsi ad una trazione che tenderebbe a separarli dall'ospite:

molti Platelmini Monogenei sono ectoparassiti dei pesci, soprattutto delle loro branchie che sono ricchissime di sangue di cui i vermi si nutrono, e dato che i parassiti devono resistere alla forte corrente d'acqua che passa tra le branchie, i Monogenei hanno evoluto robustissimi organi di aggancio che nelle diverse specie possono consistere in batterie di ventose, di uncini o vere e proprie "ancore" conficcate profondamente nel tessuto dell'ospite (**Figure pg1.6a e 1.6b**).



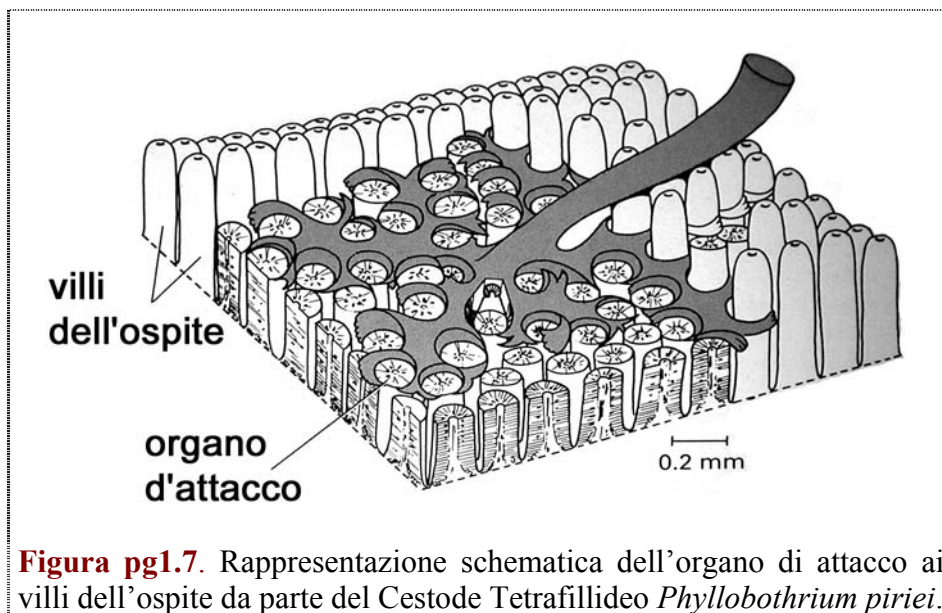
**Figura pg1.6a.** Rappresentazione schematica di alcune Famiglie di Platelmini Monogenei, che mostra i vari tipi di organi di aggancio situati nella parte inferiore del corpo del verme.



**Figura pg1.6b.** Platelmina Monogeneo parassita delle branchie di un pesce (in basso a sinistra). Le frecce indicano le "ancore" infisse profondamente nel tessuto dell'ospite.

I Cestodi parassiti intestinali (tra cui le Tenie dell'Uomo, che raggiungono anche alcuni metri di lunghezza) devono contrastare la corrente del materiale intestinale che tenderebbe a trascinarli all'esterno, ed hanno così evoluto anch'essi ventose, corone di uncini, tentacoli e proboscidi spinose, botrie (ovvero labbra muscolose che

"pizzicano" saldamente la mucosa intestinale) o organi d'aggancio ancora più raffinati, quali quello di *Phyllobothrium piriei* (Cestode Tetrafillideo) che si insinua ramificandosi tra le basi dei villi intestinali delle Razze (Selaci Elasmobranchi) stringendole una per una in maniera inestricabile (**Figura pg1.7**).



**Figura pg1.7.** Rappresentazione schematica dell'organo di attacco ai villi dell'ospite da parte del Cestode Tetrafillideo *Phyllobothrium piriei*.

La funzione riproduttiva è particolarmente potenziata in moltissime specie di parassiti. Fenomeni quali ermafroditismo sufficiente, partenogenesi, pedogenesi, poliembionia, riproduzione asessuata, ecc., sono estremamente comuni, e tutti sono ovviamente indirizzati ad aumentare le probabilità che il parassita possa trasmettere il proprio genoma anche nelle situazioni in cui non è

possibile o è estremamente difficile trovare un partner di sesso diverso con il quale incrementare la variabilità genetica. Per dare poi un'idea delle capacità riproduttive dei parassiti, si consideri il caso del Cestode *Hymenolepis diminuta* (una sorta di "tenia" dei ratti, lunga 20-90 cm.), che è in grado di produrre fino a 250.000 uova al giorno. Nell'arco di vita del suo ospite, che è poco più di

un anno, è quindi in grado di produrre circa cento milioni di uova, che, se fossero tutte in grado di svilupparsi fino ad adulto, vorrebbe dire la produzione di circa 20 tonnellate di vermi a partire da uno solo! Ciò naturalmente non avviene perché la probabilità che le uova riescano a procedere nel loro sviluppo è estremamente bassa e questo è ovviamente il motivo per cui il parassita amplifica a dismisura le sue capacità riproduttive.

A livello biochimico gli adattamenti più comuni che si osservano nelle specie viventi via via più adattate alla vita parassitaria consistono generalmente nella progressiva perdita della capacità di sintetizzare molte famiglie di molecole che vengono sottratte già pronte all'ospite: questo porta ad una sempre maggiore **specificità parassitaria**, ovvero alla dipendenza irreversibile della specie parassita dal proprio ospite, fino a diventare in grado di parassitare esclusivamente una sola specie di ospite. Naturalmente dato che l'ospite non è passivo di fronte all'aggressione parassitaria, dalle forme di vita più semplice alle più evolute si assiste ad una vera e propria "corsa agli armamenti", in cui ospite e parassita selezionano continuamente misure e contromisure atte ad aggredire o a difendersi; ad esempio, molti alcaloidi e veleni prodotti dalle piante sono presenti nei tessuti vegetali proprio per contrastare l'azione spoliativa di ectoparassiti, soprattutto Insetti; gli Artropodi reagiscono all'invasione di parassiti nei loro tessuti isolandoli progressivamente in una capsula di chitina, mentre nei tessuti dei Vertebrati i parassiti, soprattutto Metazoi, vengono circondati da una capsula reattiva che in seguito calcifica, isolando e poi uccidendo l'invasore. Ma gli adattamenti biochimici alla vita parassitaria più sofisticati sono avvenuti soprattutto negli endoparassiti dei Vertebrati dove le difese dell'ospite sono le più evolute essendo basate sull'enorme complessità della risposta immunitaria, proprio allo scopo di evitarla, eluderla o contrastarla. In particolare e per motivi ovvi questo è avvenuto in quelle specie di parassiti che nel corso dell'evoluzione hanno indirizzato il proprio interesse metabolico/alimentare verso il sangue (**ematofagia**), vettore principale

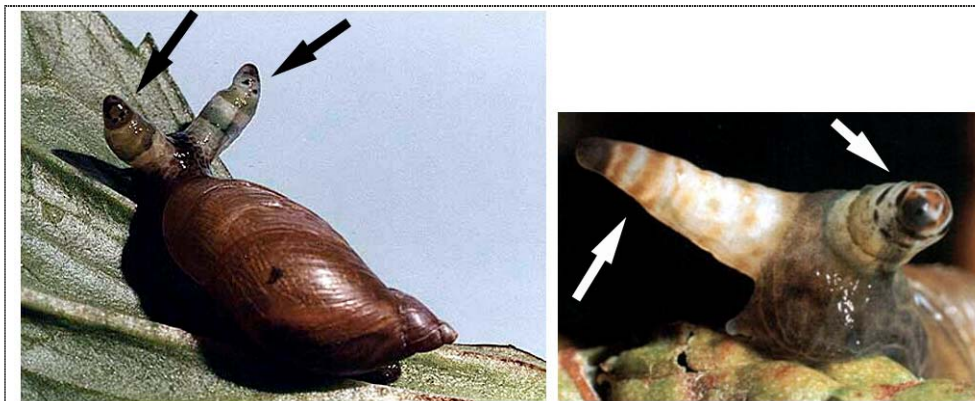
della risposta immunitaria. Ad esempio, i Platelmini Digenei della Famiglia Schistosomatidae, che secondo la specie vivono da adulti nei vasi sanguigni della parete intestinale o vescicale, per contrastare la risposta difensiva del vertebrato (Uccelli o Mammiferi per le diverse specie di Schistosomi) incorporano nel proprio tegumento molecole ematiche dell'ospite, mascherandosi e divenendo di fatto invisibili per il sistema immunitario: non a caso il fenomeno è definito "**mimesi molecolare**". Tra i parassiti questo fenomeno del camuffamento è tutt'altro che raro, anche se può assumere aspetti molto diversi da quelli adottati dagli Schistosomi: ad esempio gli Insetti che vivono da parassiti nei termiti condividono con le termiti gli idrocarburi cuticolari che sono da queste utilizzati per la comunicazione con i propri simili: questo spiega perché le termiti soldato non attaccano e distruggono gli invasori, che possono così vivere indisturbati a carico dei loro ospiti (**parassitismo sociale**). Diversa strategia difensiva è quella seguita dai Protozoi Tripanosomi responsabili della cosiddetta Malattia del Sonno, che vivono nel sangue al di fuori delle sue cellule: questi Flagellati hanno una parte significativa del proprio genoma destinato ad un'unica funzione, quella di cambiare continuamente la glicoproteina antigenica che copre completamente il loro corpo cellulare, evitando in questo modo che le ondate successive di reazione anticorpale li distruggano. I Plasmodi della malaria terzana maligna (*Plasmodium falciparum*), che sono invece Protozoi endocellulari che compiono i loro cicli riproduttivi asessuati all'interno dei globuli rossi, esprimono sulla superficie delle emazie che li ospitano molecole con proprietà adesive, cosicché i globuli rossi si incollano tra loro ed alle pareti interne dei vasi sanguigni, evitando in questo modo che le cellule parassitate vengano captate e distrutte a livello dei vasi della milza.

I parassiti possono inoltre indurre cambiamenti di comportamento nei propri ospiti allo scopo di massimizzare la probabilità di contatto con gli ospiti successivi. Ad esempio, in una fase della sua vita il Protozoo *Toxoplasma gondii* parassita gli organi



interni di molti animali a sangue caldo, in modo particolare il cervello. Topi infetti sono meno furtivi, meno reattivi e meno amanti del buio, diventando in questo modo più facilmente preda dei gatti, in cui il Protozoo deve completare il proprio sviluppo. Altro esempio tipico è quello del Platelmina Digeneo *Dicrocoelium dendriticum*, una cui larva (chiamata metacercaria) infesta il ganglio cerebrale delle formiche, le quali perdono la capacità di scendere dagli steli d'erba su cui salgono, essendo così ingerite insieme alla pianta dagli erbivori (ovini, generalmente) in cui il parassita raggiungerà la fase adulta. Ulteriore esempio da citare per la sua singolarità è quello di un altro Platelmina Digeneo, *Leucochloridium macrostomum*, una cui forma larvale (detta sporocisti) è parassita di piccole lumache terrestri in genere appartenenti al Genere *Succinea*; queste in condizioni normali hanno un comportamento elusivo, nascondendosi ad esempio sotto le foglie. Quando invece la lumaca è parassitata dal Digeneo, indotta da questo, cambia comportamento e si sposta al di sopra delle foglie; in più la larva del parassita si localizza nei peduncoli

oculari della lumaca dove si ingrandisce e comincia a cambiare colore ed a pulsare violentemente da 40 a 70 volte al minuto (**Figura pg1.8**). Di conseguenza le lumache parassitate diventano molto più appariscenti e ovviamente cadono più facilmente preda degli uccelli in cui si deve completare il ciclo di vita del parassita. Tra le bizzarrie di questo ciclo sta anche il fatto che gli uccelli predatori interessati non sono normalmente consumatori di lumache, ma anzi sono insettivori: l'evoluzione del verme Digeneo ha fatto sì che per colore e movimento la sua larva nel peduncolo oculare della lumaca somigli ad un bruco di farfalla, e con questo il verme viene confuso dall'uccello. In più, spesso l'uccello, anziché ingoiare l'intera lumaca, strappa soltanto il peduncolo oculare della lumaca, il quale rigenera e viene di nuovo occupato da un'altra larva del verme Digeneo dando inizio ad un nuovo ciclo senza perdita di ospiti, massimizzando così l'efficienza del ciclo parassitario. Un interessante filmato che mostra quanto descritto sopra si trova all'indirizzo: [zoo.bf.jcu.cz/kz/invertebrates/leucochloridiumm.htm](http://zoo.bf.jcu.cz/kz/invertebrates/leucochloridiumm.htm) (agosto 2005).



**Figura pg1.8.**

Mollusco Gasteropode *Succinea* i cui peduncoli oculari sono parassitati da larve (frece) del Platelmina Digeneo *Leucochloridium macrostomum*.

Fonti delle immagini. Immagine di copertina, da: G. Penso, *La Conquista del Mondo Invisibile – Parassiti e Microbi nella Storia della Civiltà*, Feltrinelli, 1973; **pg1.1**: [www.dpw.wau.nl/ento/leeronderzoek/Potting](http://www.dpw.wau.nl/ento/leeronderzoek/Potting); **pg1.2**: [www.lastrefuge.co.uk](http://www.lastrefuge.co.uk); **pg1.3**: [www.hku.hk/ecology/](http://www.hku.hk/ecology/); **pg1.4**: Vincenzo Petrarca 1974; **pg1.5 sinistra**: L.S. Schmidt & J.J. Roberts, *Foundations of Parasitology*, Brown Publishers, 1981; **pg1.5 destra**: J.A. Reid, 1968, *Anopheline mosquitoes of Malaya and Borneo*, Studies from the Institute for Medical Research of Malaysia No.31, 1968; **pg1.6a**: H. Mehlhorn, *Parasitology in Focus*, Springer-Verlag, 1988; **pg1.6b**: sconosciuto; **pg1.7**: P.J. Whitfield, *The Biology of Parasitism*, University Park Press, 1979; **pg1.8**: [www.weichtiere.at/Mollusks](http://www.weichtiere.at/Mollusks).

Ringrazio la Dott.ssa M. Ferranti, la Prof.ssa S. Grimaldi e il Prof.D. Modiano per gli utili suggerimenti.

(continua con la seconda parte)