

La natura, l'uomo e le arti

La scienza nuova a Padova tra Cinquecento e Settecento

Dispense del Laboratorio Didattico



Università degli Studi di Padova

Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica Tecnologica

Capitolo I

**STUDIO DEL MOTO E DELLA CADUTA DEI
GRAVI**

Macchine galileiane

testo a cura di Sofia Talas

Museo di Storia della Fisica

Scheda biografica di Galileo Galilei (1564-1642)

Nato a Pisa nel 1564, Galileo viene avviato agli studi di medicina presso lo Studio Pisano. Abbandona questi studi nel 1585 senza conseguire nessun titolo, ma avendo nel frattempo acquisito solide conoscenze in geometria.

Galileo palesa in quegli anni i propri interessi per la fisica: ispirandosi all'opera di Archimede, lavora su questioni di meccanica e idrostatica.

Nel 1592 Galileo accetta la cattedra di matematica presso lo Studio di Padova. Qui sviluppa fondamentali ricerche sul moto, coltiva interessi per problemi di tipo tecnico e sviluppa strumenti scientifici.

Nel 1604, Galileo tiene tre lezioni famose sull'apparizione di una "stella nova", e l'anno successivo viene chiamato a far parte dell'Accademia della Crusca.

Nel 1610 raccoglie nel *Sidereus nuncius* le osservazioni compiute con il cannocchiale. Le scoperte e la notorietà conseguenti sono all'origine della sua chiamata a Firenze da parte del Granduca Cosimo come "primario matematico e filosofo" senza obbligo di insegnamento. Continua a Firenze l'osservazione dei cieli, scopre le fasi di Venere e il sistema di Saturno, e spiega le macchie solari.

Hanno inizio in quegli anni gli attacchi degli avversari e i problemi con la Chiesa, derivanti dall'adesione alla teoria copernicana. Il 24 febbraio del 1616 quest'ultima viene dichiarata formalmente eretica, e il cardinale Bellarmino ammonisce Galileo a non tenere, insegnare e difendere, né in pubblico né in privato, la dottrina condannata.

Galileo per circa tre anni prosegue allora la sua attività senza clamori. Ma nel 1619 la comparsa di tre comete lo porta a nuove polemiche sui sistemi astronomici e, nel 1623, Galileo espone le proprie teorie nel *Saggiatore*, considerato il manifesto metodologico della scienza moderna.

Con l'impressione, errata, che il clima fosse cambiato, Galileo dà alle stampe nel 1632 il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, opera fondamentale a sostegno del sistema copernicano. L'inquisizione decide di impedirne la diffusione e si avvia il processo contro Galileo.

Il 22 giugno del 1633 viene emessa la sentenza di condanna formale e, nello stesso giorno, Galilei pronuncia l'abiura. Dopo essergli stata assegnata come sede formale della detenzione la casa dell'Arcivescovo di Siena, viene infine deciso il suo trasferimento nella casa di Arcetri.

Ormai cieco, Galileo riesce a far stampare a Leida nel 1638 l'ultima sua opera, *I Discorsi intorno a due nuove scienze*, in cui espone le leggi fondamentali della caduta dei gravi che ha elaborato in oltre trent'anni di studio ed esperimenti.

Muore l'8 gennaio del 1642.

Galileo a Padova, 1592-1610

“Li diciotto anni migliori di tutta la mia età”

Già lettore di matematica allo Studio di Pisa, Galileo si stabilisce a Padova nel 1592, diventando professore di matematica presso l'Università patavina. La sua reputazione è in quel periodo limitata ad una cerchia ristretta di specialisti di geometria, ma quando invece lo scienziato lascia Padova, diciotto anni dopo, egli è ormai famosissimo in tutta Europa. Le sue scoperte in quegli anni sono in effetti rivoluzionarie nell'ambito di diversi settori delle conoscenze scientifiche dell'epoca.

Galileo scopre innanzitutto nel 1604 la legge di caduta dei gravi e, nel 1608, dimostra che i proiettili seguono una traiettoria parabolica. Con questi risultati, in chiara opposizione con le teorie aristoteliche imperanti all'epoca, Galileo non solo getta le basi per una meccanica completamente nuova, ma comincia a raccogliere prove fisiche a favore del sistema copernicano.

Nell'ambito dell'astronomia, molto importante è l'intervento di Galileo, nel 1604, nella questione della cosiddetta “stella nova”, oggetto misterioso la cui intensità luminosa appariva variabile. In un ambiente intellettuale in cui i corpi celesti, quali pianeti e stelle, erano considerati di essenza perfetta ed immutabile, Galileo fa scalpore mostrando che l'oggetto non si muove rispetto alle stelle fisse e che si tratta quindi di una vera e propria stella dalle caratteristiche mutevoli.

L'applicazione del telescopio all'osservazione celeste porta poi Galileo alla pubblicazione, nel 1610, del *Sidereus Nuncius*, opera fondamentale nella storia dell'astronomia. Galileo vi riporta diverse scoperte clamorose, tra cui la morfologia della luna, che appare simile a quella della terra, e l'esistenza dei satelliti di Giove.

Profondamente convinto dell'importanza dell'osservazione e della sperimentazione, Galileo inventa e perfeziona anche diversi strumenti scientifici. Nel 1599, lo scienziato crea addirittura un laboratorio nella propria abitazione a Padova, e assume a tempo pieno un artigiano. Galileo si procura così non solo gli strumenti indispensabili per le proprie ricerche, ma anche apparecchi da vendere.

Tra questi ricordiamo innanzitutto i compassi di proporzione, strumenti già esistenti sotto diverse forme nella seconda metà del Cinquecento e che Galileo perfeziona intorno al 1599. Lo scienziato pisano si dedica anche, a partire dal 1609, alla produzione di telescopi, che gli vengono richiesti con insistenza non appena si sparge la notizia delle straordinarie possibilità offerte dallo strumento. Fino dal 1610, e quindi fra i primi, Galileo compie inoltre osservazioni con microscopi composti, di cui costruisce, regala e vende diversi esemplari per vari anni.

Infine, Galileo rivendica l'invenzione del termometro, che risalirebbe al periodo intorno al 1605, ma lo fa solo dopo che Santorio, professore di medicina presso l'Ateneo patavino, presenta lo strumento in una pubblicazione del 1612. Che Santorio abbia saputo di studi effettuati da Galileo su termometri quando entrambi si trovavano a Padova, è una possibilità che rimane per ora senza alcuna prova.

Galileo Galilei – Studi di meccanica

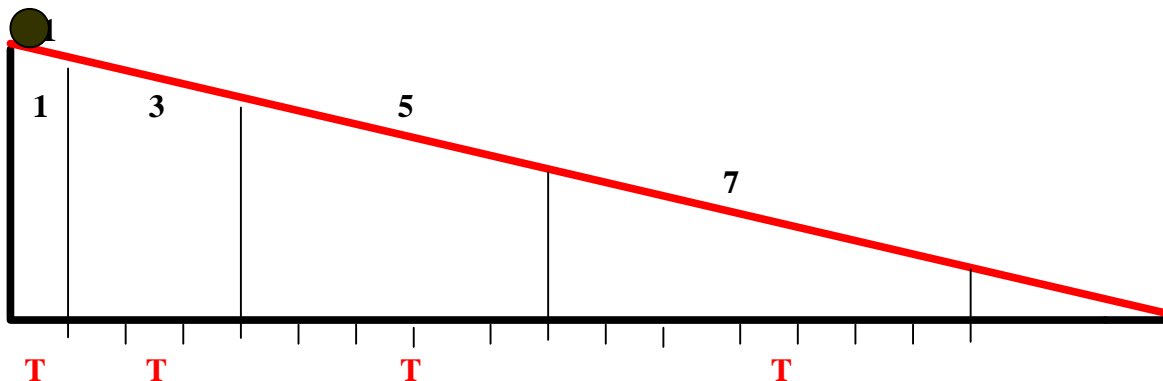
La velocità: All'epoca di Galileo si pensava che, quando un oggetto veniva lasciato cadere, la sua velocità diventasse rapidamente diversa da zero. Si riteneva però che l'accelerazione fosse solamente una fase iniziale e transitoria, durante la quale la velocità passava da 0 a un valore fisso, e che la velocità finale dipendesse unicamente dal peso dell'oggetto e dalla resistenza del mezzo in cui si realizzava la caduta.

Galileo studiò la velocità in diversi modi:

1. Lasciava cadere una pallina da diverse altezze e valutava la profondità della deformazione creata dalla pallina cadendo in uno strato di sostanza deformabile quale la cera. Osservava che la deformazione lasciata dalla pallina nella cera è tanto più profonda quanto maggiore è l'altezza di caduta. L'intensità della “**percossa**”, responsabile della deformazione, è legata alla velocità, e l'esperimento dimostra quindi che la velocità della pallina quando tocca la cera aumenta a secondo dell'altezza di caduta, e che quindi la pallina continua ad accelerare durante la sua caduta.

(Da notare che Galileo concluse che la velocità aumentava proporzionalmente alla distanza percorsa, mentre sappiamo oggi che l'ampiezza della deformazione non dipende direttamente dalla velocità ma dall'energia cinetica della pallina, e quindi dal quadrato della velocità. La velocità è perciò proporzionale alla radice quadrata dell'altezza di caduta)

2. Galileo usò **piani inclinati** per ricavare informazioni sulla caduta libera lungo la verticale analizzando movimenti più lenti di quelli relativi alla caduta libera lungo la verticale. Mentre la sferetta si muoveva lungo il piano inclinato, venivano contrassegnate le posizioni che essa raggiungeva in intervalli tra loro eguali di tempo. Scoprì così, basandosi anche su dimostrazioni matematiche, la **legge oraria di caduta dei gravi**, ossia che le distanze percorse in tempi uguali (T) da un corpo in caduta libera aumentano secondo la sequenza 1, 3, 5, 7, ..., ossia che lo spazio percorso è proporzionale al quadrato del tempo necessario per percorrerlo.



Per misurare il tempo in esperimenti di questo tipo, Galileo, che era un ottimo musicista, non aveva difficoltà a fissare intervalli di tempo uguali suonando o canticchiando un'aria secondo un

certo numero di battute. Per misurare in generale intervalli di tempi brevi, Galileo utilizzò invece un **cronometro ad acqua**. Il fluido passava attraverso un foro da un recipiente ad un altro, si pesava il liquido pervenuto nel recipiente inferiore, e questo dava un'indicazione sul tempo trascorso.

3. Galileo verificò inoltre che i corpi che cadono dalla stessa altezza acquistano la stessa velocità indipendentemente dalla traiettoria percorsa.

Usò a tal fine il cosiddetto **pendolo "interrotto"**, costituito da un'asse piana verticale contro la cui superficie oscilla un pendolo. Sull'asse è tracciata una linea orizzontale e, se spostiamo il peso da una parte, all'altezza della linea orizzontale, lo vediamo scendere e quindi risalire dall'altra parte pressoché alla stessa altezza, quindi ritorna al lato di partenza, sempre lungo il medesimo arco, e così via. Se ora poniamo un piolo lungo il percorso della corda del pendolo, vediamo che quando la corda finisce contro il chiodo, oscilla verso l'alto lungo un altro arco, più breve, ma raggiungendo sempre la stessa altezza. E se invertiamo la procedura, lasciando cadere il peso dalla sommità dell'arco più breve, il peso risale lungo l'arco originario, più ampio, raggiungendo ancora una volta l'altezza originaria.

In altre parole, la velocità acquisita nel punto più basso dell'oscillazione, qualsiasi sia l'arco percorso, è sempre la stessa, tale da fare risalire il peso alla stessa altezza.



E' importante notare che Galileo dedicò molto interesse allo studio dei pendoli, considerandolo in stretta connessione con le proprie ricerche sulla caduta libera dei corpi.

I pendoli: l'isocronismo. Basandosi sulle proprie osservazioni, Galileo si convinse che i pendoli erano isocroni, ossia che il periodo delle loro oscillazioni era sempre lo stesso, indipendentemente dall'ampiezza dell'oscillazione. Sappiamo oggi che i pendoli sono effettivamente isocroni solo per piccole ampiezze di oscillazione. Precisiamo che oltre a lavorare direttamente con pendoli, Galileo si accorse che delle palle, fatte rotolare su superfici semicircolari, mostravano le stesse proprietà di pesi fatti oscillare all'estremità di corde, anche se l'attrito sui binari è ovviamente molto maggiore. Galileo osservò che due palline lasciate cadere da altezze diverse lungo binari semicircolari si mettevano ad oscillare in sincronia, il che confermò la sua ipotesi di isocronismo. In realtà l'ipotesi di Galileo è essenzialmente errata: lasciando cadere una pallina lungo un binario semicircolare, l'ampiezza di oscillazione diminuisce rapidamente a causa dell'attrito e, come abbiamo detto, per oscillazioni abbastanza piccole, l'isocronismo è effettivamente preservato.



Altre proprietà dei pendoli:

- Galileo sostituì nei pendoli oggetti di diverso peso e densità, e concluse che il periodo di oscillazione è indipendente da tali variabili.
- Infine, egli scoprì che esisteva una relazione tra la lunghezza dei diversi pendoli e i loro periodi. Un pendolo quattro volte più lungo di un altro avrà ad esempio un periodo di oscillazione due volte più lungo (il periodo di oscillazione è in effetti proporzionale alla radice quadrata della lunghezza del pendolo).

La bilancia della forza della percossa:

Abbiamo già accennato, nell'ambito della caduta di un grave nella cera, alla nozione di "percossa", responsabile della deformazione. Per anni, Galileo tentò di "misurare" questa cosiddetta "forza della percossa". Ad esempio, come possiamo capire la differenza di effetto prodotto fra appoggiare il martello su un chiodo e colpire il chiodo con un martello in movimento?

Inizialmente, fra il 1605 ed il 1610, e quindi durante il suo soggiorno a Padova, Galileo tentò di "pesare" la forza della percossa con una specie di grande bilancia. Ad una estremità dell'asta, erano fissate due secchie una sopra l'altra, di cui quella superiore, parzialmente riempita d'acqua, era munita di un foro

che poteva essere aperto o chiuso. Con il foro chiuso, veniva fissato all'altra estremità dell'asta un contrappeso che manteneva il sistema in equilibrio. Aprendo poi il foro, si creava un colonna d'acqua fra i due recipienti, e Galileo pensava che la forza della percossa dell'acqua, sommandosi al peso iniziale, avrebbe rotto l'equilibrio della bilancia. Il peso da aggiungere per ripristinare l'equilibrio avrebbe secondo lui permesso di misurare per l'appunto la forza della percossa.

In realtà, il braccio della bilancia si inclinava all'inizio dalla parte dei contrappesi poi, non appena la colonna d'acqua colpiva la secchia posta sotto, la bilancia tornava in equilibrio. Galileo rimase molto sorpreso ma, contro la propria ipotesi iniziale, analizzò i risultati dell'esperimento, concludendo che l'acqua della colonna in caduta, poiché già parte del sistema, non esercitava alcun "peso" supplementare appena colpiva la secchia inferiore, da cui l'equilibrio della bilancia. Lo squilibrio iniziale era legato all'attimo in cui una parte del peso dell'acqua mancava, prima di colpire appunto la secchia di sotto.

E' importante sottolineare che, se questo esperimento non fu conclusivo per misurare la forza della percossa, esso è però emblematico del metodo sperimentale che si afferma in quegli anni in parte proprio grazie a Galileo: si può partire da determinate supposizioni, ma queste vanno sottoposte ad indagini del cui risultato è indispensabile prendere atto, anche se contrario alle supposizioni iniziali. Solo così è possibile edificare un valido edificio teorico.



Capitolo II

LO STUDIO DEI FOSSILI AL MICROSCOPIO

testo a cura di Mariagabriella Fornasiero, Letizia Del Favero e Alessandra Asioli

**Museo di Geologia e Paleontologia
Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica**

LO STUDIO DEI FOSSILI AL MICROSCOPIO

Definizione di fossile

Si definisce fossile il resto di qualsiasi organismo vissuto in epoche passate e conservatosi fino ad oggi all'interno delle rocce sedimentarie, grazie ai processi di fossilizzazione. Generalmente si conservano piú facilmente le parti dure, come per esempio le conchiglie, le ossa, il legno; solo piú raramente si trovano i resti dei tessuti molli (organi interni, pelle). Sono considerati fossili anche le tracce dell'attività degli organismi stessi, quali per esempio le orme e gli escrementi.

I fossili apportano un gran numero di informazioni sul passato del nostro pianeta, permettendo di ricostruire le antiche forme di vita e di capire come siano cambiate nel tempo la geografia (paleogeografia) e le condizioni ambientali (paleoecologia e paleoclimatologia). La presenza di certi organismi fossili in una regione, infatti, può indicare, per esempio, la presenza di mare dove oggi ci sono terre emerse (o viceversa), oppure il sussistere di condizioni ambientali e climatiche diverse da quelle attuali. Un esempio sono i pesci tropicali dell'Eocene di Bolca, o i mammoth vissuti nel Veneto durante l'era glaciale. Lo studio dei fossili, inoltre, è spesso fondamentale per la datazione relativa delle rocce che li contengono (biostratigrafia). Non va infine dimenticato che molti fossili rivestono un importante interesse economico; basta pensare che combustibili come il petrolio e il carbone derivano dai resti di organismi vissuti milioni di anni fa, mentre antiche barriere coralline hanno originato rocce oggi utilizzate come pietre da costruzione pregiate.

L'utilizzo del microscopio nello studio dei fossili permette sia di apprezzare meglio i particolari dei macrofossili, come per esempio l'ornamentazione e la struttura delle conchiglie dei molluschi, sia di osservare i microfossili quali le alghe e i foraminiferi, altrimenti quasi invisibili ad occhio nudo.

La fossilizzazione

La fossilizzazione è quell'insieme di processi chimici e fisici grazie ai quali i resti di organismi vissuti nelle passate ere geologiche hanno potuto conservarsi fino a oggi. Solo una piccolissima parte di quegli organismi ha potuto fossilizzarsi e, probabilmente, solo una piccolissima parte di tutti quei fossili è stata fino ad ora scoperta e studiata.

Affinché avvenga la fossilizzazione è necessario che, dopo la morte, i resti vengano sepolti il piú rapidamente possibile nei sedimenti, al fine di sottrarli da tutti gli agenti che ne potrebbero causare la distruzione (microorganismi responsabili della decomposizione, animali che si nutrono di carogne, azione di correnti, onde e vento, che provocano abrasione, frammentazione e disarticolazione dei resti e così via). Le parti piú resistenti come ossa, denti, conchiglie e legno, hanno piú probabilità di fossilizzare rispetto ai tessuti molli, e sono perciò i fossili piú frequenti.

Dopo il seppellimento sotto ad uno strato piú o meno spesso di sedimenti, i resti degli organismi sono sottoposti agli stessi processi che trasformano i sedimenti in rocce (diagenesi). Tali trasformazioni implicano reazioni chimiche e processi fisici che variano a seconda del tipo di resti e del tipo di sedimento inglobante e che dipendono essenzialmente dalla presenza delle acque impregnanti il sedimento e dai sali in esse disciolti. La fossilizzazione per sostituzione, ad esempio, implica la sostituzione della materia organica originaria con sostanze inorganiche. Questo processo offre risultati spettacolari, poiché permette la conservazione anche delle strutture piú minute, come gli anelli di crescita delle piante.

Il microscopio ottico

Questo strumento è basato sull'uso di raggi di luce nel visibile. Esso è detto anche microscopio composto, in quanto è costituito da una coppia di lenti, oculare e obiettivo.

Parlare di spettro o luce visibile com'è nell'uso comune non è teoricamente corretto, in quanto le radiazioni che costituiscono lo spettro non sono di per se stesse visibili, mentre lo sono gli oggetti luminosi o illuminati che le emettono. Il potere risolutivo di tale microscopio non è molto superiore al millesimo di mm. Ciò è dovuto alla natura della luce e non all'imperfezione delle lenti. L'ingrandimento totale di un microscopio dipende dalle caratteristiche sia dell'obiettivo sia dell'oculare.

La microscopia elettronica

Oltre al microscopio ottico, esiste il microscopio elettronico basato sull'impiego di fasci di elettroni. Questo strumento è molto più potente del microscopio ottico, infatti permette di ingrandire gli oggetti fino a un milione di volte. I microscopi elettronici sono di due tipi: 1) microscopio a scansione, 2) microscopio a trasmissione. Il microscopio a scansione (S.E.M.) è più usato rispetto al microscopio a trasmissione (T.E.M.) in quanto quest'ultimo ha costi di gestione elevati e si avvale di tecniche molto sofisticate, ma permette ingrandimenti molto maggiori. Inoltre le immagini che si ottengono al T.E.M. sono appiattite, mentre le immagini dal S.E.M. sono di aspetto tridimensionale.

ESEMPI DI STUDI

1) Studio dei Foraminiferi

I Foraminiferi sono protozoi (animali unicellulari) provvisti di conchiglia, le cui dimensioni sono simili a quelle dei granelli di sabbia, anche se in taluni casi possono raggiungere i 10cm (ed anche superarli!), pertanto il loro studio viene condotto al microscopio.

Furono menzionati la prima volta da Erodoto (V secolo d.C.) che notò dei foraminiferi fossili nelle pietre usate per la costruzione delle piramidi egiziane, tuttavia fino alla metà del XVIII secolo erano creduti essere dei piccoli molluschi.

I Foraminiferi abitano tutti gli ambienti marini, da quelli lagunari a quelli oceanici e possono essere presenti dai poli all'equatore. Sono divisi in due grandi gruppi: i planctonici (ossia quelli che vivono galleggiando nell'acqua lasciandosi trasportare dalle correnti, senza avere capacità natatorie proprie) ed i bentonici, che vivono nel sedimento dei fondali marini.

I Foraminiferi sono comparsi sulla Terra all'inizio del Cambriano (circa 560 milioni di anni fa) e sono tuttora viventi. Sono inoltre molto importanti negli studi geologici, infatti, sono largamente usati per:

- scoprire l'età di molte rocce (quelle sedimentarie).

Molte specie di Foraminiferi sono vissute sulla Terra occupando vaste aree oceaniche e per intervalli di tempo molto brevi (in altre parole la loro estinzione è avvenuta poco tempo dopo la loro comparsa), quindi queste specie (dette anche "specie guida") sono fondamentali per poter datare una roccia.

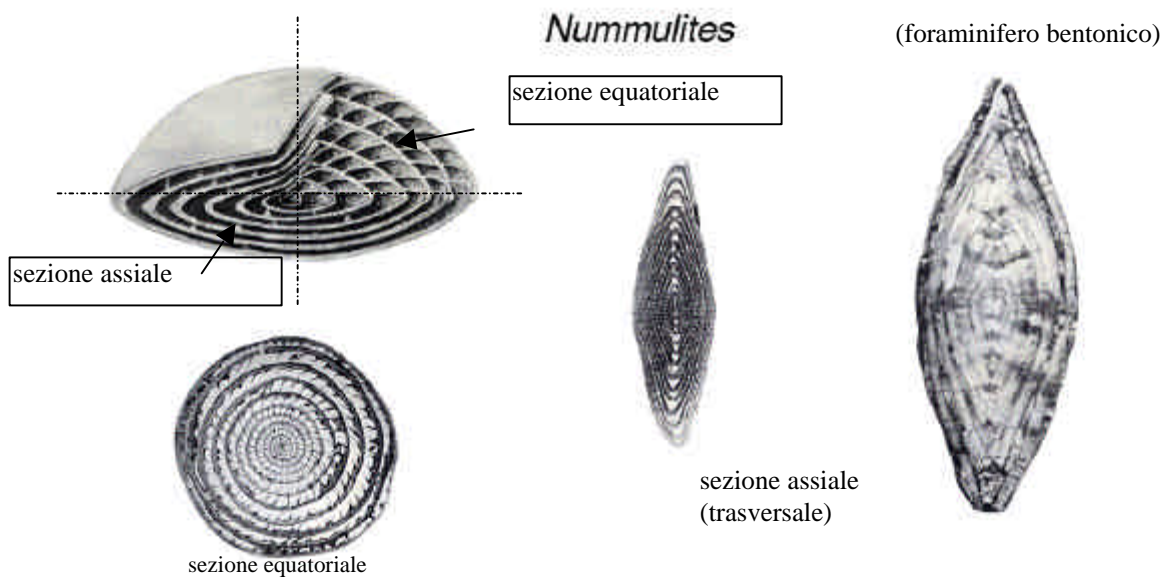
- conoscere l'ambiente in cui i sedimenti si sono formati.

Per esempio, vi sono, tra i foraminiferi planctonici, delle specie che vivono in acque calde, altre in acque fredde ed altre ancora che vivono in acque temperate. Pertanto, sulla base delle specie trovate in una roccia, è possibile capire se quella roccia si è formata durante un intervallo con clima caldo o con clima freddo.

Possiamo usare anche i foraminiferi bentonici a questo scopo, infatti essi vivono in ambienti molto diversi tra loro: ci sono specie tipiche di ambienti lagunari, altre tipiche di scogliera, altre di mare basso e che vivono su piante marine, altre specie ancora che vivono in mare profondo (oltre i 200 metri) e preferiscono fondali ben ossigenati ed infine altre specie che si sono adattate a vivere in sedimenti quasi privi di ossigeno. Pertanto, sempre sulla base delle specie trovate in una roccia, è

possibile ricostruire l'ambiente entro cui i foraminiferi vivevano ed entro cui le rocce si sono formate. In sintesi possiamo dire che i foraminiferi plan-ctonici ci forniscono informazioni sulle masse d'acqua oceaniche, mentre quelli bentonici ci danno un quadro di come era il fondale marino.

Se consideriamo quindi sia le loro dimensioni piuttosto piccole, che ne permettono il ritrovamento in grande numero in piccole quantità di sedimento (talora possono bastare pochi grammi di sedimento o di roccia!) sia le loro potenzialità (datazione e ricostruzioni degli ambienti del passato) se ne giustifica il largo uso che è stato fatto (e ne è tuttora) di questi protozoi sia nel campo della ricerca che in quello dell'industria petrolifera (biostratigrafia, paleoceanografia, paleoclima, ricostruzioni paleoambientali).



2) Studio delle sezioni sottili di rocce al microscopio ottico

Attraverso le sezioni sottili è possibile studiare le rocce al microscopio ottico e riconoscerne la struttura e la composizione mineralogica. Poiché in molte rocce sedimentarie i fossili sono abbondanti, questa tecnica permette di individuare la presenza di microfossili utili per datare la roccia.

Vengono proposte due sezioni sottili di un calcare dell'Eocene medio (~45 milioni di anni) di Barbarano Vicentino (Vicenza). In essa sono riconoscibili molti foraminiferi e frammenti di alghe.

3) Studio delle protoconche dei Gasteropodi

I Gasteropodi sono animali invertebrati appartenenti al phylum dei molluschi. La maggior parte di essi secerne una conchiglia, quasi sempre esterna, che ha la funzione di protezione e nella quale l'animale si ritrae se disturbato.

La parte apicale della conchiglia, secreta durante lo sviluppo embrionale e larvale del gasteropode, costituisce la **protoconca**. Lo studio della sua morfologia può fornire utili informazioni sulla durata dello stadio di vita larvale e sulle sue modalità di svolgimento, anche nelle specie fossili. In alcuni gruppi di gasteropodi, inoltre, la protoconca rappresenta un valido carattere per le determinazioni tassonomiche, come nel caso dei **turridi**.



Esempi di protoconca. Si può notare come la protoconca abbia caratteristiche diverse, avvolgimento, ornamentazione, colore, rispetto a quelle del resto della conchiglia.

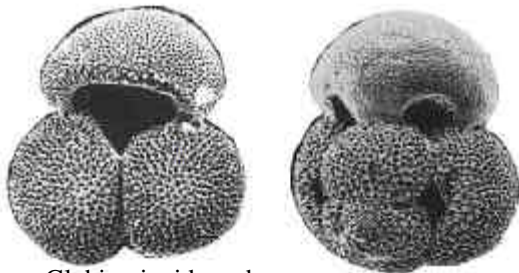
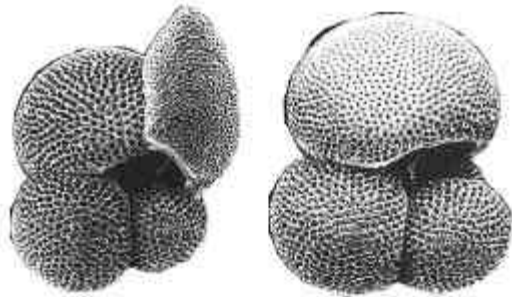
Campione di fango a Globigerine
 Nel preparato contenuto nella busta sono riconoscibili foraminiferi planctonici.

FORAMINIFERI PLANCTONICI

FORME DI ACQUE CALDE

FORME DI ACQUE FREDE

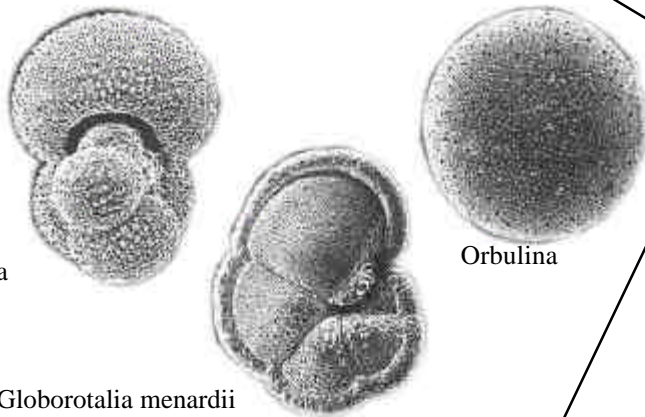
Globigerinoides
sacculifer



Globigerinoides ruber



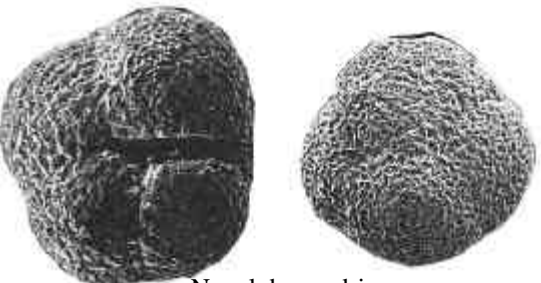
Globigerinoides conglobatus



Globigerinella
aequilateralis

Orbulina

Globorotalia menardii



Neogloboquadrina
pachyderma



Globorotalia
scitula



Globigerina bulloides



Globigerina quiqueloba

FORME DI ACQUE TEMPERATE



Globorotalia
crassaformis



Globorotalia truncatulinoides

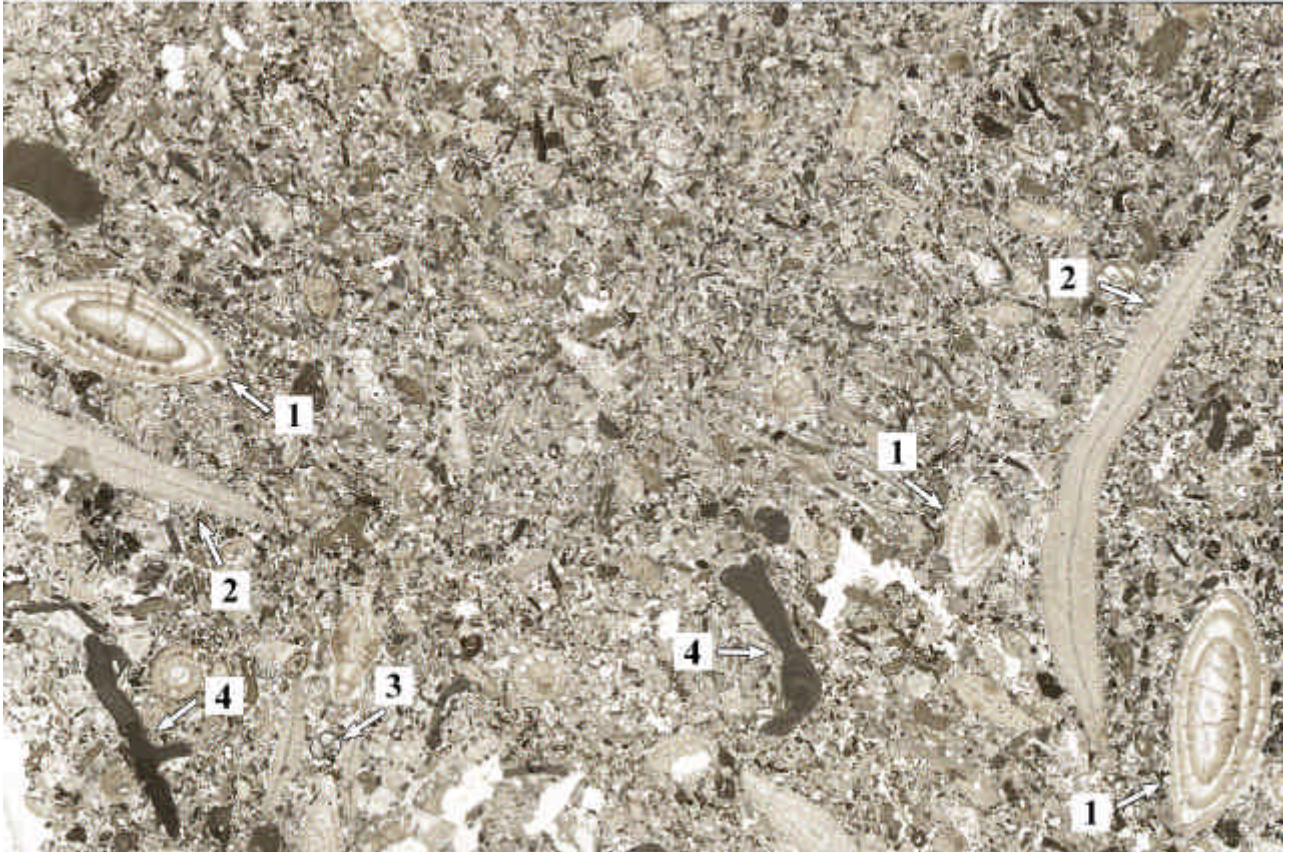


Globorotalia inflata



Neogloboquadrina dutertrei

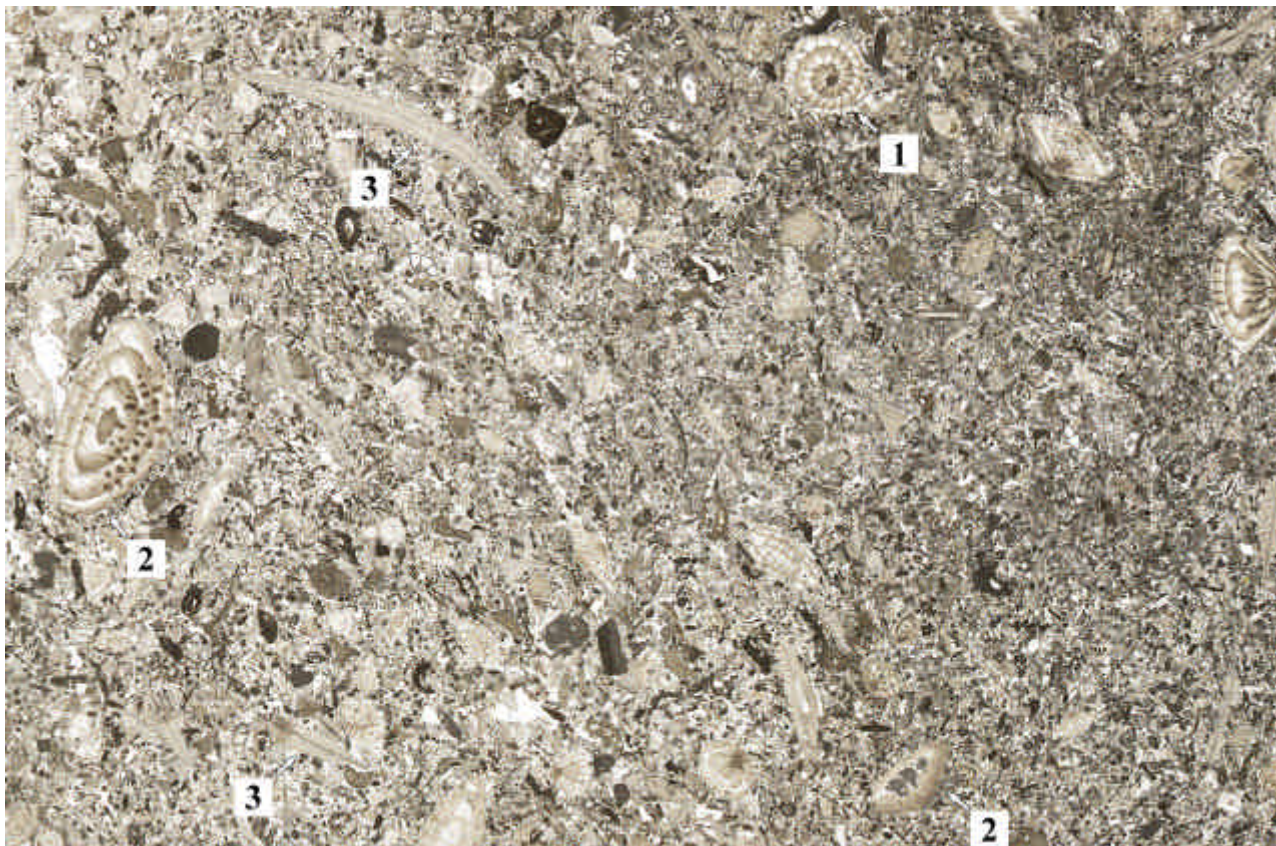
Fotografia della sezione n° 1



Nella sezione sono riconoscibili i seguenti generi di foraminiferi:

- 1) *Nummulites*;
- 2) *Discocyclina*;
- 3) *Rotalia*
- 4) frammenti di alga rossa del genere *Lithothamnium*.

Fotografia della sezione n° 2



Nella sezione sono riconoscibili i seguenti generi di foraminiferi:

- 1) *Nummulites* in sezione equatoriale;
- 2) *Nummulites* in sezione trasversale o obliqua;
- 3) *Discocyclina*.

Studio delle protoconche dei Gasteropodi; nel preparato numero 1 sono conservati esemplari delle seguenti famiglie:

- 12 - Columbelloidæ (fossile)
- 13 - Nassariidæ (Attuale)
- 20 - Nassariidæ (Attuale)

Studio delle protoconche dei Gasteropodi; nel preparato numero 2 sono conservati esemplari delle seguenti famiglie:

- 12 - Cancellariidæ (fossile)
- 13 - Cancellariidæ (fossile)
- 14 - Columbelloidæ (fossile)
- 15 - Cancellariidæ (fossile)
- 21 - Columbelloidæ (fossile)
- 22 - Cancellariidæ (fossile)
- 23 - Triphoridae (fossile)
- 24 - Aphorhaidæ ? (fossile)

Capitolo III

STUDIO DI UNA ROCCIA IN SEZIONE SOTTILE

testo a cura di Claudio Brogiato

Museo di Mineralogia e Petrologia

STUDIO DI UNA ROCCIA IN SEZIONE SOTTILE

Le rocce sono aggregati di minerali e pertanto un primo passo per classificare una roccia è quello di riconoscere le specie mineralogiche che essa contiene.

L'identificazione delle specie mineralogiche può essere fatta direttamente sul campione quando i minerali sono visibili. Quando si tratta di rocce a grana fine o vetrose in cui i minerali non sono visibili ad occhio nudo o con una lente, normalmente lo studio viene effettuato su sezioni sottili utilizzando un microscopio da mineralogia (microscopio polarizzante).

La sezione sottile è una fettina di roccia dello spessore di circa 0,03 mm, in cui, data la sottigliezza, i minerali non risultano più sovrapposti e in genere appaiono trasparenti.

Il microscopio da mineralogia permette di studiare le proprietà ottiche dei minerali. Tale strumento differisce dal microscopio ordinario unicamente per la presenza di due dispositivi polarizzanti (polaroid): il *polarizzatore* che, posto lungo il cammino dei raggi luminosi prima del preparato, è fisso, e l'*analizzatore* che, posto al di sotto dell'oculare, può essere tolto o inserito secondo le necessità.

PREPARAZIONE DI UNA SEZIONE SOTTILE

Per mezzo di seghe circolari a dischi diamantati si asporta dal campione di roccia una lastrina a facce piane e parallele dello spessore di qualche millimetro. Questa viene incollata su un vetrino portaoggetti dopo essere stata levigata sulla faccia d'appoggio.

A questo punto si procede all'assottigliamento con dischi abrasivi fino a raggiungere spessori (0,02-0,04 mm) tali da rendere trasparente la roccia, che viene poi lucidata e coperta con un vetrino coprioggetti.

ALCUNE OSSERVAZIONI AL MICROSCOPIO

Si inizia lo studio di una sezione sottile al microscopio utilizzando un obiettivo a bassi ingrandimenti, in modo da avere un'ampia visione del preparato, e farsi così un'idea generale della struttura della roccia. In seguito si passa ad ingrandimenti maggiori che permettono una visione più particolare.

Utilizzando il solo polarizzatore la sezione sottile ha generalmente l'aspetto di un mosaico di minerali trasparenti, più o meno colorati, con qualche minerale nero (opaco).

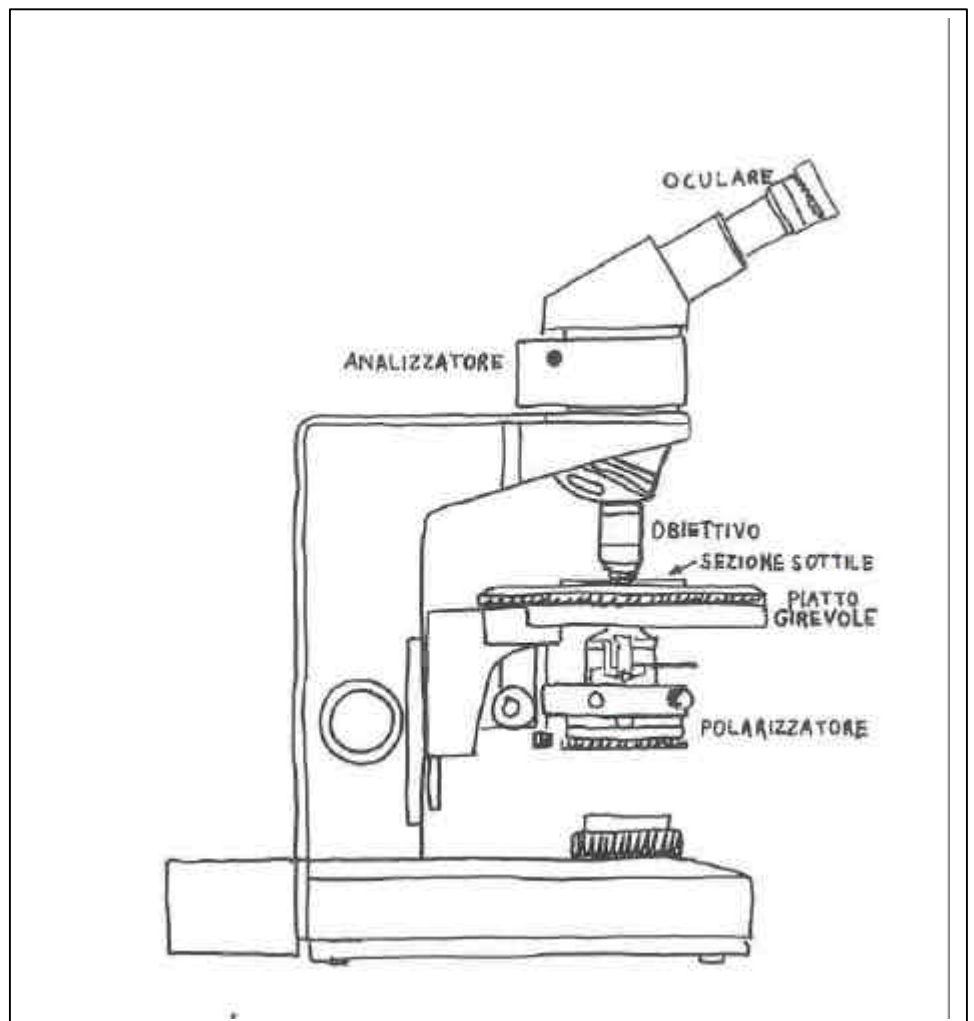
Ruotando il piatto del microscopio i minerali colorati possono cambiare colore; questo fenomeno prende il nome di "pleocroismo".

Introducendo l'analizzatore, i minerali assumono delle colorazioni particolari (colori di interferenza), che scompaiono ruotando il piatto del microscopio ogni 90° (estinzione). Questi colori dipendono dalla natura del minerale e dalla sua orientazione e sono di fondamentale importanza per il suo riconoscimento.

Alcuni minerali (detti "isotropi"), quali ad es. il granato, la fluorite, l'ancime, risultano sempre estinti (neri) in queste condizioni di osservazione.

DESCRIZIONE DELLE SEZIONI SOTTILI CON ANALIZZATORE INSERITO (NICOL INCROCIATI)

- 1) Roccia metamorfica: MARMO (cristalli di calcite per lo più grigiastri con evidenti tracce di sfaldatura, mica a lamelle a colori vivaci e quarzo in piccoli cristalli da bianco a nero).
- 2) Roccia magmatica effusiva: BASALTO (cristalli di plagioclasti disposti a feltro di color da bianco a grigio, olivina e pirosseno di colori vivaci, matrice vetrosa nerastra).
- 3) Roccia metamorfica: MICASCISTO (struttura scistosa pieghettata di mica con grossi granati neri e lenti di cristalli di quarzo da bianchi a neri).
- 4) Roccia metamorfica: MICASCISTO (lamelle di mica a colori vivaci, granati neri, pirosseni a covoni grigio scuri).
- 5) Roccia magmatica intrusiva: GRANITO (quarzo a forma irregolare da bianco a nero, feldspato potassico e plagioclasti bande bianche e nere, biotite da marrone a nerastra).
- 6) Roccia metamorfica: KINZIGITE (granati neri, biotite da marrone a nerastra, sillimanite blu, plagioclasti a bande bianche e nere).



Microscopio polarizzante

Capitolo IV

II CICLO VITALE DEGLI INSETTI

Studio al microscopio stereoscopico degli stadi di *Drosophila*

testo a cura di Margherita Turchetto

Museo di Zoologia

INSETTI

Gli INSETTI fanno parte degli **ARTROPODI**, cioè di quel gruppo di animali invertebrati che possiedono arti articolati: le loro zampe, infatti, e il loro corpo è formato di segmenti che si articolano tra loro, permettendo un'ottima mobilità, sui substrati solidi (terreno e fondali acquatici).

ARACNIDI (RAGNI, SCORPIONI, ACARI)



Gli **ARTROPODI** comprendono **CROSTACEI** (acquatici, come i gamberi)



MIRIAPODI (centopiedi e millepiedi)



INSETTI



Gli INSETTI adulti sono a sessi separati; maschi e femmine hanno spesso un aspetto diverso, con le femmine di solito più grandi dei maschi e i maschi che portano “ornamenti” come corna o altre propaggini cefaliche (es.: cervi volanti). Sono terrestri (solo alcuni hanno larve acquatiche) e perciò sono dotati di un sistema di respirazione aerea fatto di trachee. Sono gli organismi **meglio adattati all'ambiente terrestre**, grazie alla loro cuticola provvista di strati cerosi, che li isola completamente, evitando l'evaporazione dell'acqua interna del corpo. Li troviamo infatti in tutti gli ambienti subaerei, anche in quelli dove altri organismi (animali e vegetali) non sopravvivono, come sui ghiacciai, ai poli e nei deserti caldi.

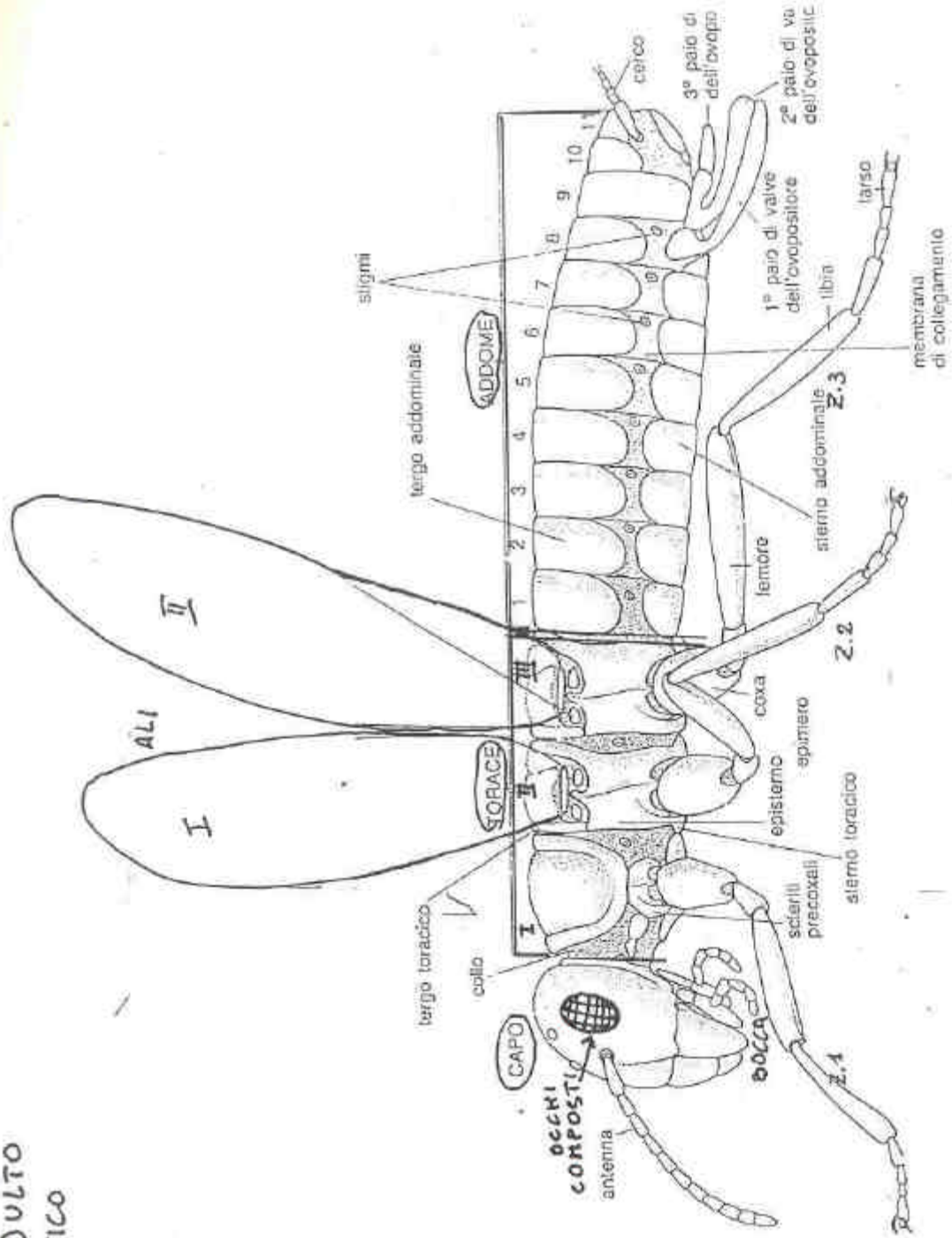
Gli INSETTI adulti si riconoscono per avere 1 paio di antenne, 3 paia di zampe (6) e il corpo diviso in 3 parti:

capo (con 1 paio di antenne e 1 paio di occhi composti)

torace (di 3 segmenti che portano 1 paio di zampe ciascuno e il II e III un paio di ali)

addome (formato da diversi segmenti, che non portano arti)

INSETTO ADULTO
♀ SCHEMATICO



ALI

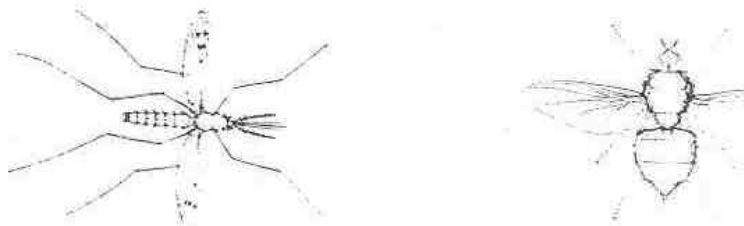
La maggior parte degli INSETTI ADULTI ha evoluto la capacità di volare ed è fornita di 2 paia di ALI sottili e membranose adatte al volo (libellule, farfalle, ecc.)



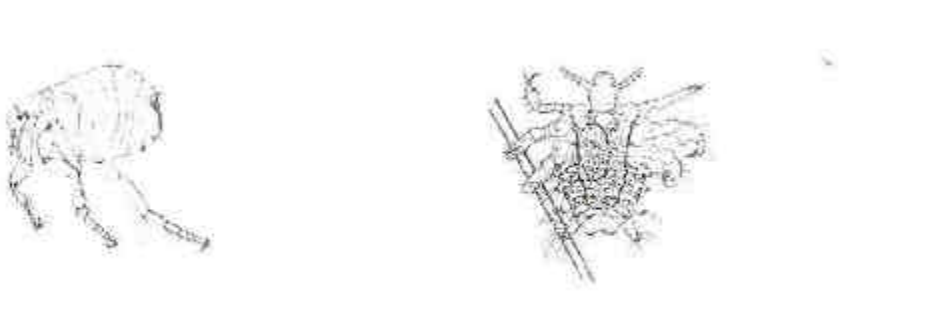
Altri insetti possono avere il primo paio sclerificato, che non serve al volo, ma a proteggere il II paio di ali membranose, che sono le uniche usate per volare, come i Coleotteri (coccinelle, maggiolini, scarabei, ecc...)



Altri insetti hanno perso 1 paio di ali, come i Ditteri (=2 ali)(zanzare, mosche, tafani, ecc..), che hanno solo il primo paio di ali normali e funzionanti, mentre il II paio è ridotto a dei moncherini (bilancierini), che servono a bilanciare il corpo in volo



Infine alcuni insetti hanno perso del tutto le ali perché sono adattati a vivere sulla superficie o all'interno del terreno (formiche operaie) o perché vivono come parassiti esterni attaccati sul corpo dell'ospite (pulci, pidocchi, ecc...)

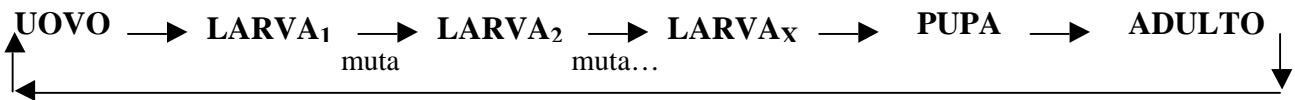


CICLI VITALI degli INSETTI

Gli insetti hanno dei cicli complessi che li portano dalla schiusa dell'uovo, attraverso varie forme larvali, fino alla forma adulta (maschi e femmine); gli adulti si accoppiano e depongono le uova, chiudendo così il ciclo.

Essi hanno una crescita finita: una volta raggiunta la forma adulta non si accrescono più (a differenza, ad esempio, dei crostacei, che continuano a crescere)

Per crescere gli insetti devono compiere delle MUTE: cioè, dal momento che sono rivestiti dalla cuticola, dura ed elastica, ma non estensibile all'infinito, devono spogliarsi della vecchia cuticola, quando diventa stretta e rifarne un'altra più grande. Queste mute avvengono più volte durante la fase larvale. Il ciclo si può riassumere così:

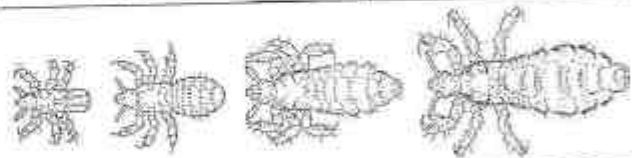
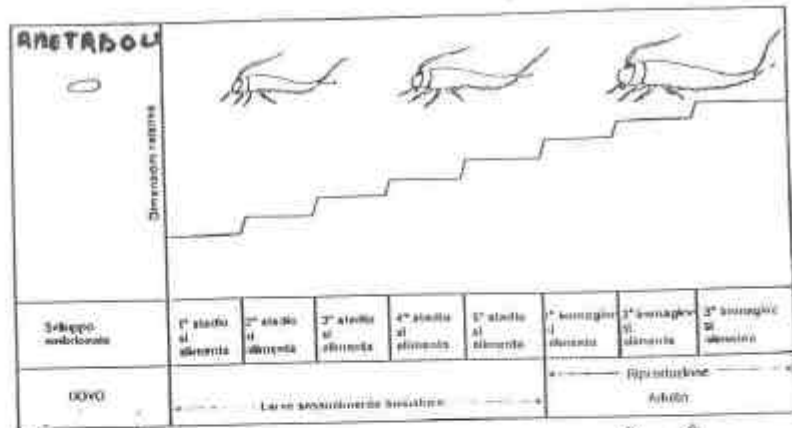


Lo sviluppo può essere diretto, se dall'uovo nasce una forma larvale di aspetto simile all'adulto, che si accresce tramite mute fino alla forma adulta (sessualmente matura).

Oppure indiretto se le forme larvali sono molto diverse dalla forma adulta (e spesso vivono in ambienti diversi), poi hanno un periodo di quiescenza dentro un involucro o un bozzolo (**pupa**) e quindi escono come adulto alato, completamente diverso dagli stadi precedenti. Questo processo di trasformazione prende il nome di **METAMORFOSI** (es.: farfalle, mosche, zanzare, coleotteri).

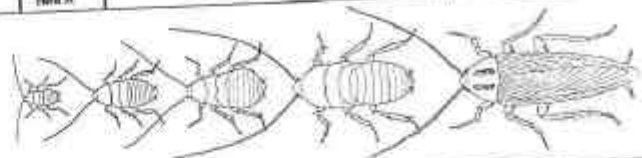
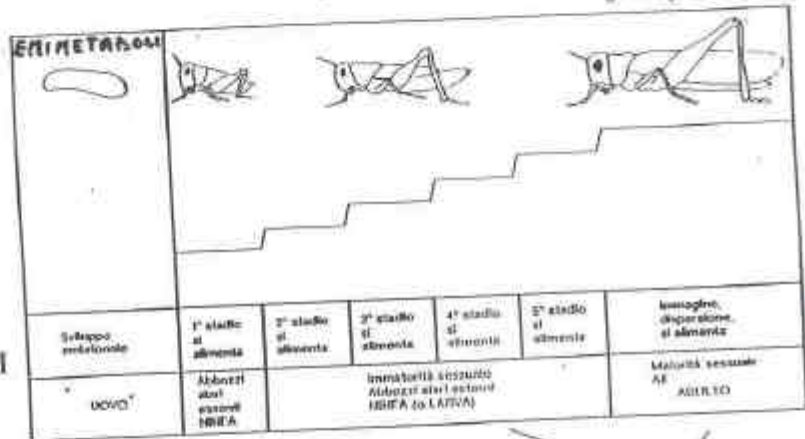
Insetti con SVILUPPO DIRETTO
adulto senza ali

AMETABOLI

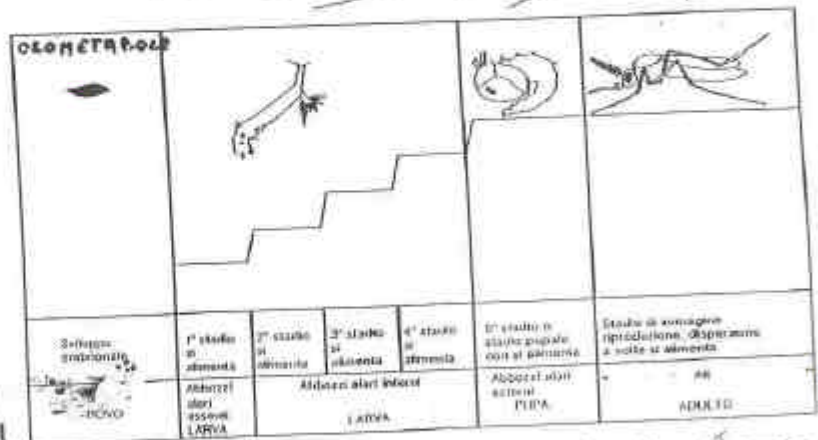


Insetti con SVILUPPO INDIRETTO
adulto con ali

EMIMETABOLI



OLOMETABOLI (con pupa o crisalide) e METAMORFOSI



È possibile la generazione spontanea?

La riproduzione che avviene negli organismi di grossa mole è evidente e quindi nota da sempre, ma la riproduzione dei piccoli organismi sfuggiva all'occhio umano, perciò si è creduto alla generazione spontanea fino a che non si sono potute vedere le uova, anche piccolissime, con l'aiuto di lenti e microscopi. Per gli insetti in particolare era difficile associare le forme larvali, spesso striscianti e simili a vermi, con le forme adulte provviste di ali (pensate alla differenza tra bruco e farfalla)

Perciò molte larve erano ritenute vermi di specie completamente diversa dall'adulto; non essendo evidenti nemmeno le uova ad occhio nudo, era molto difficile ricostruire il ciclo e gli adulti, che si vedevano prendere il volo da substrati diversi, erano ritenuti *generati dalla materia stessa*. Le mosche, ad esempio, si credeva nascessero dalla carne putrescente, dai rifiuti, dal marciume (ancor oggi restano modi di dire popolari tipo “la farina ha fatto i vermi”; il “verme” della mela), le pulci dalla polvere, le zanzare dal fango vicino all'acqua e così via.

Nel **1600** si vide, con l'aiuto del microscopio, che esistevano delle uova piccolissime da cui nascevano larve vermiformi che crescevano e si tramutavano in adulti; le uova erano generate dagli adulti della stessa specie: **nessun organismo poteva generarsi da materia non vivente**.

La dimostrazione di ciò fu data per la mosche da *Francesco Redi* (1626-1697) con un esperimento in cui mise della carne marcescente in fiaschi aperti e in fiaschi chiusi: solo nei fiaschi aperti, la carne, che poteva essere raggiunta in volo dalle mosche, presentava, i “vermi” (larve di mosca), mentre la carne su cui le mosche non potevano deporre le uova non presentava alcun organismo.

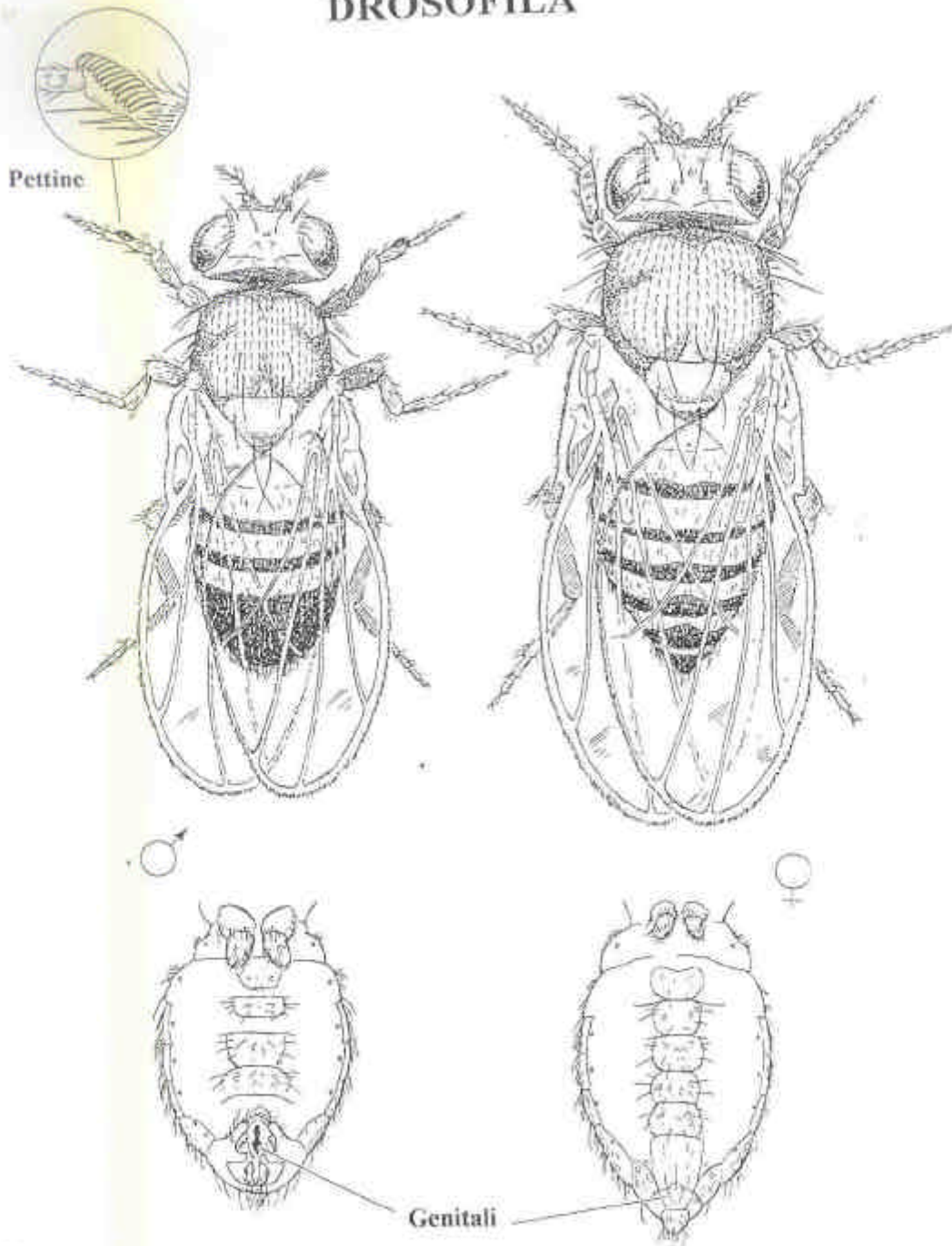
Antonio Vallisneri scoprì il ciclo di altri insetti, parassiti di piante, animali e dell'uomo, come la pulce, che si credeva generata dalla polvere. In realtà il ciclo della pulce comprende **maschi** e **femmine adulti privi di ali** che vivono su uomini e animali succhiandone il sangue; **uova**, che le femmine depongono nelle fessure o nella polvere; **larve** vermiformi striscianti, che si nutrono di organismi del terreno; **pupe**, che non si nutrono, immobili nel loro astuccio ovale; e, infine, **adulti**, parassiti esterni di animali, di cui succhiano il sangue.

Gli antichi Naturalisti, poiché le pupe hanno l'aspetto di uova, credevano che si trattasse di due specie:

1 = verme (UOVO-LARVA)

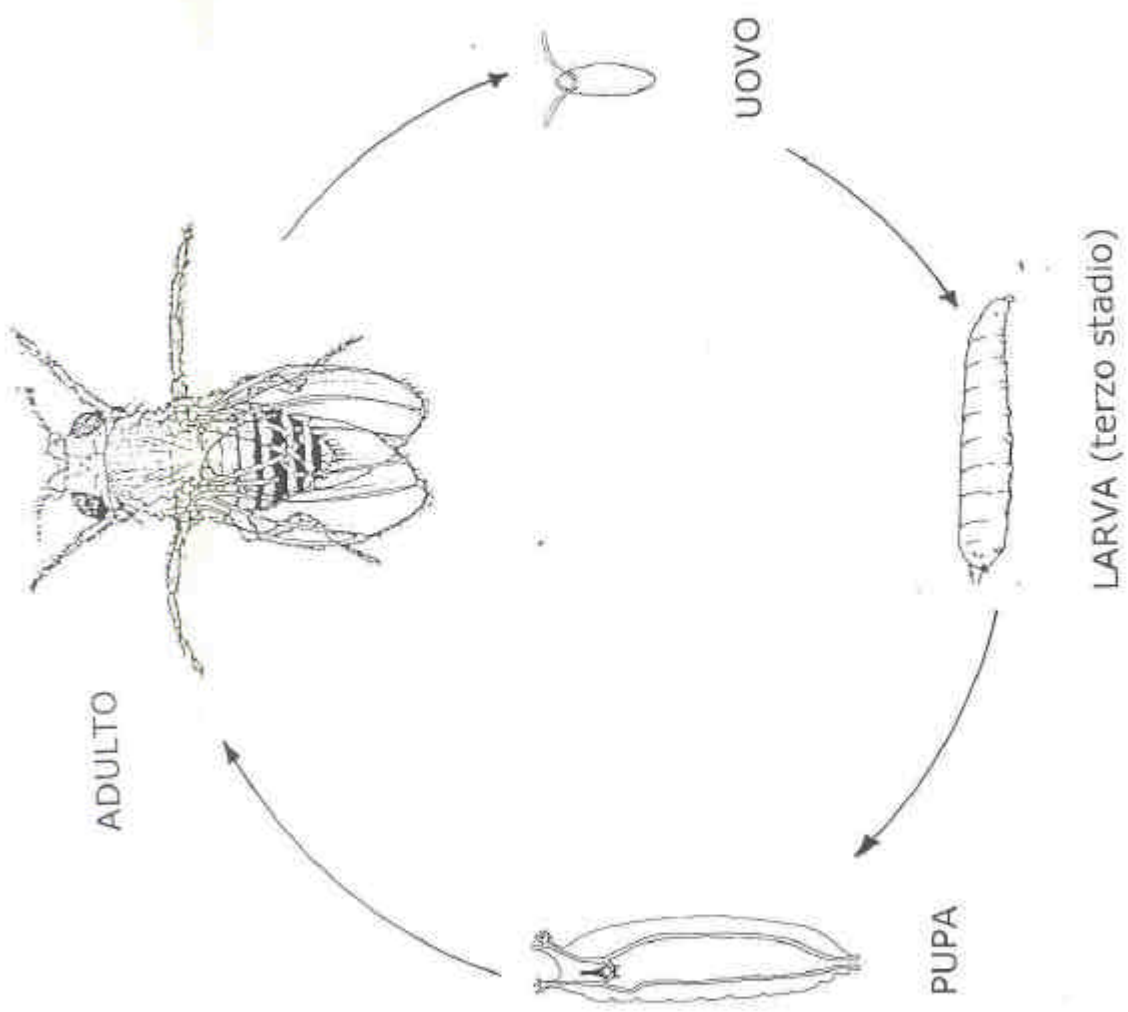
2 = pulce (PUPA-ADULTO)

DROSOFILA



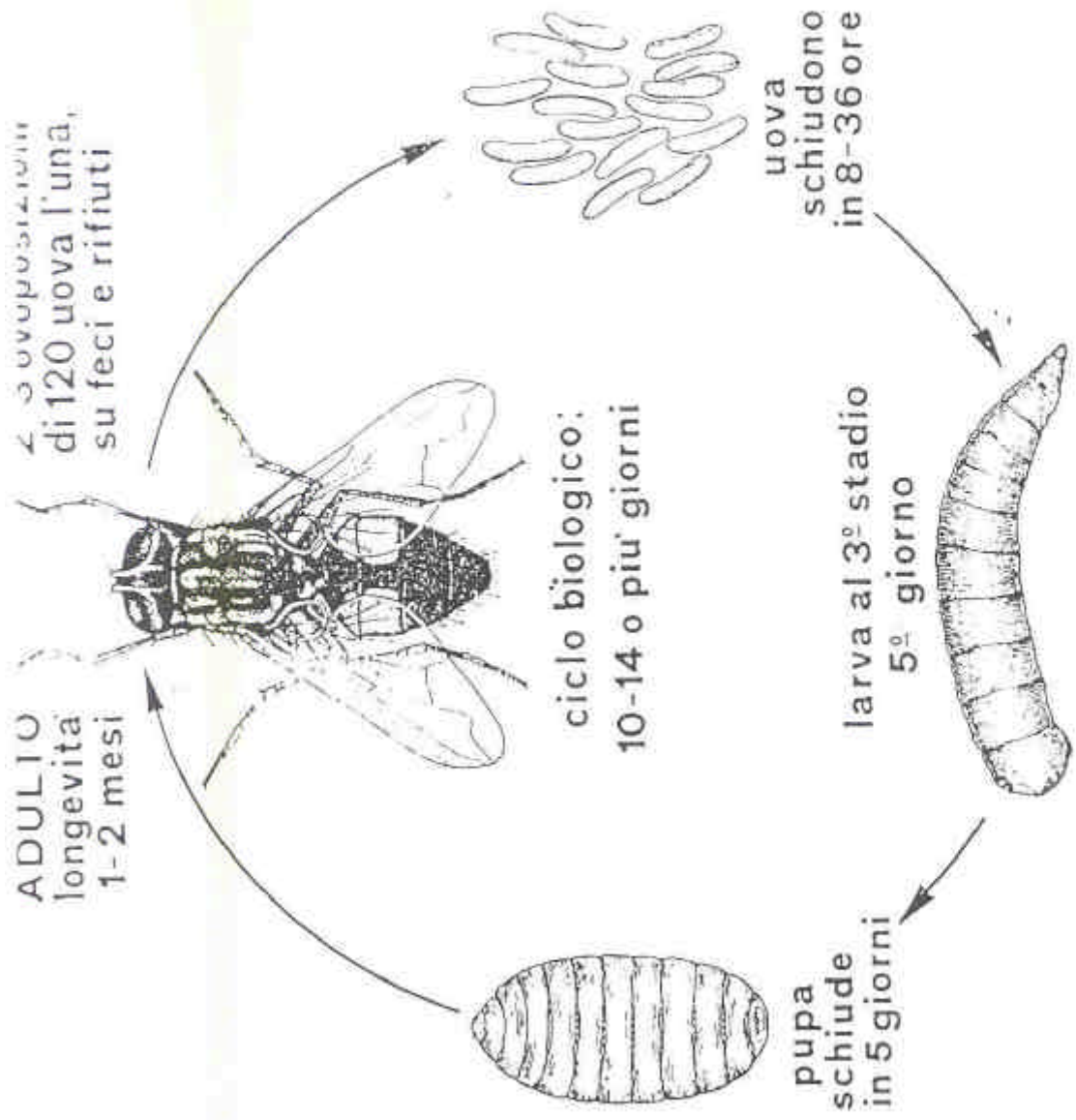
Drosophila melanogaster. Il maschio adulto è più piccolo della femmina, ha l'addome più arrotondato e porta sulle zampe dei "pettini sessuali" (uno dei quali è ingrandito nella figura).

La figura in basso mostra l'addome del maschio (sx) e della femmina (dx) dal lato ventrale



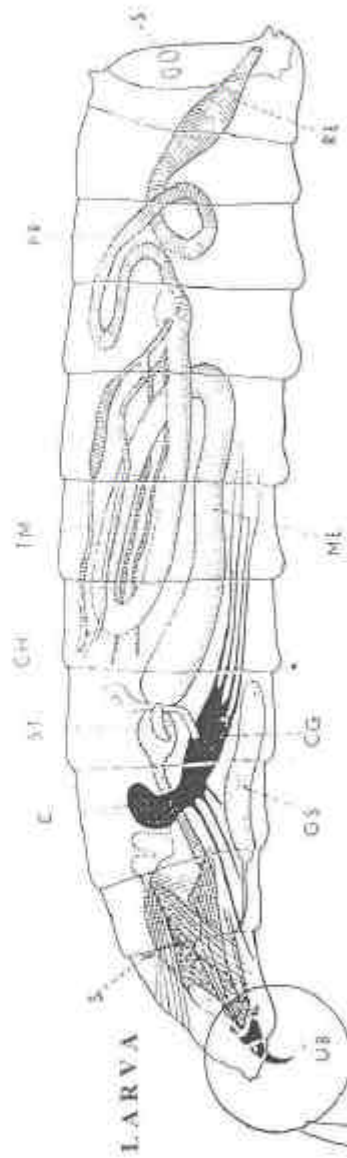
Ciclo di *Drosophila melanogaster*

MOSCA

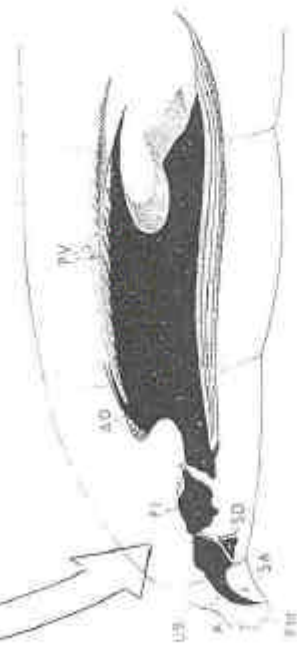


Ciclo biologico di *Musca domestica* (Saccà G., 1954. Enciclopedia Medica Italiana, Sansoni, Firenze, adattato).

MOSCA



Musco sp. Larva in sezione ottica, per mostrare gli organi interni. (Da Wzner):
 C, cervello; CG, catena ganglionare ventrale; CH, ciechi mesenterici; GS, glandole salivari;
 ME, mesentero; PR, proctodeo; RE, retto; S, stigma; ST, stomodeo; TM, tubi malpighiani;
 UB, uncini buccali.

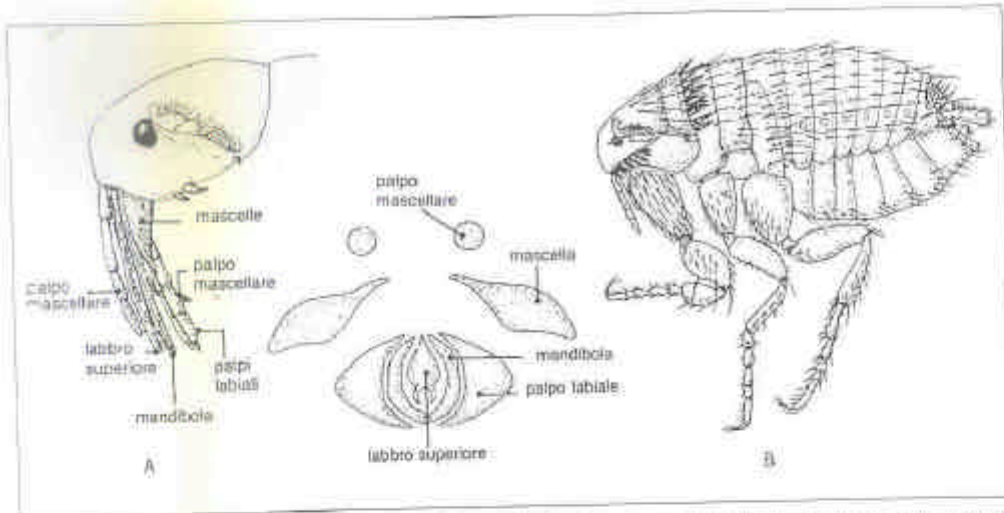


Apparato boccale

(Da M. F. T. Thompson): AD, adduttore; PI, prezo interdentale; PM, pezzo interdentale; PI, sclerite; SD, sclerite dentale; TV, tubo ventrale; UB, uncini buccali; FH, filamento; AD, adduttore; PI, prezo interdentale; PM, pezzo interdentale; PI, sclerite; SD, sclerite dentale; TV, tubo ventrale; UB, uncini buccali; FH, filamento.



A, anellone; SP, spiracoli respiratori posteriori



A) apparato boccale pungente di una pulce, in toto e in sezione trasversale; B) maschio adulto di *Ctenocephalus felis*.

CICLO DELLA PULCE (Vallisneri)

