

GLI ANIMALI INVERTEBRATI

Quali caratteristiche distinguono gli animali dagli altri esseri viventi? Qual è la loro origine evolutiva?

Quali sono gli invertebrati più semplici? Quali le loro caratteristiche principali?

Quali sono i vantaggi della simmetria bilaterale e quali gruppi di invertebrati la presentano?

Quali sono gli invertebrati più complessi? Quali le loro caratteristiche principali?

Perché gli insetti hanno avuto un enorme successo evolutivo?

1 Che cos'è un animale?

Molte leggende ci parlano di strani animali come draghi, liocorni, chimere; numerosi giochi elettronici e *fiction* cinematografiche «inventano» mostri di ogni genere. Tutti questi animali immaginari colpiscono la nostra fantasia, ma sono ben poca cosa rispetto al numero e alla varietà degli animali che vivono oggi sulla Terra. Le forme di vita più straordinarie le troviamo proprio tra quegli organismi che a torto consideriamo «inferiori», chiamati *invertebrati*.

I coralli, gli anemoni di mare, le gorgonie sono per noi strani esseri, perché se ne stanno ancorati al fondo del mare, quasi immobili, e ci appaiono come delicati fiori o ramoscelli carichi di gemme. Se però un pesciolino sfiora i «petali» carnosi degli strani fiori di un anemone di mare, ecco che si svela la loro vera natura (■ *figura 1*). I petali sono in realtà pericolosi tentacoli che, iniettando un liquido tossico, paralizzano il malcapitato. Questo, successivamente, viene portato alla bocca che si apre in mezzo ai tentacoli, ingurgitato e digerito.



a



b

FIGURA 1

a. Quando è sommerso, il pomodoro di mare (*Actinia equina*) dispiega i suoi eleganti tentacoli rossi, che lo fanno assomigliare a un fiore. **b.** Le attinie, tuttavia, non sono affatto pacifiche come potrebbe sembrare: al contrario grazie ai loro tentacoli urticanti, sono temibili predatori.

Tutti gli animali, anche quelli più bizzarri, hanno una caratteristica che li distingue dagli altri esseri viventi: il fatto che «mangiano». Questo vuol dire che per ricavare l'energia e le sostanze di cui hanno bisogno introducono nel proprio corpo il cibo, che è sempre costituito da altri organismi viventi o da loro parti. Il cibo viene poi digerito in una cavità interna. In termini scientifici si dice che gli animali sono **eterotrofi a digestione interna**, per distinguerli dai funghi, che pure sono eterotrofi ma riversano all'esterno del corpo gli enzimi per digerire le sostanze organiche di cui si nutrono: sono cioè *eterotrofi a digestione esterna*.

La maggior parte degli animali che ci sono familiari, però, non se ne sta immobile ad aspettare che arrivi a tiro qualcosa, ma si dà da fare per procurarsi il cibo. E quindi si muove attivamente, nei modi e negli ambienti più diversi: alcuni nuotano, altri volano, altri ancora strisciano, saltano, corrono... Negli animali attivi gli organi di senso, il sistema nervoso e quello muscolare, di varia complessità, lavorano insieme per raccogliere le informazioni dall'ambiente circostante, comunicarle alle varie parti del corpo ed elaborare risposte più o meno rapide.

Nonostante l'enorme diversificazione del regno animale, la definizione di cos'è un animale si può riassumere in pochi punti:

Un **animale** è un organismo pluricellulare, eterotrofo a digestione interna, formato da cellule eucariote, cioè con un nucleo.

per fissare i concetti

- 1 Quali sono le caratteristiche del regno animale rispetto a: tipo di cellula, numero di cellule, nutrizione? Spiega il significato dell'espressione *eterotrofi a digestione interna*.

2 Origine e classificazione degli animali

Quasi tutti gli scienziati ritengono che gli animali, come le piante e i funghi, siano i discendenti di protisti unicellulari. Come sia avvenuto il passaggio dai protisti agli animali primitivi resta tuttavia un problema molto dibattuto e tuttora insoluto.

La comparsa di forme di vita animale sembra sia legata all'accumulo nell'atmosfera dell'ossigeno prodotto dall'attività dei batteri fotosintetici. Può darsi che in condizioni di sufficiente ossigenazione le cellule eucariote dei protozoi si siano aggregate in colonie in cui i vari individui cominciarono a suddividersi i compiti. Si sarebbero così evoluti i primi organismi pluricellulari capaci di assorbire l'ossigeno attraverso la superficie del loro corpo molle e di distribuirlo alle cellule.

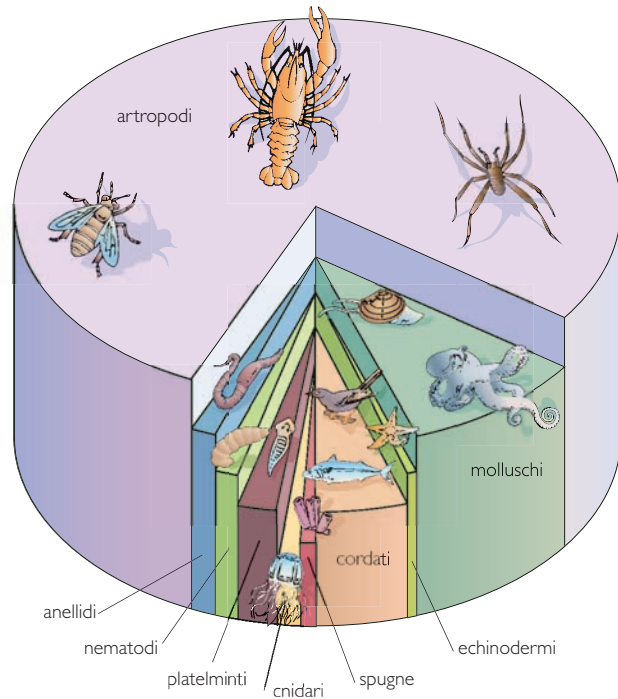


FIGURA 2

Il diagramma mostra le specie viventi appartenenti ai principali gruppi di animali attualmente conosciuti. Gli insetti sono di gran lunga i più numerosi, e ci sono ancora molte specie da scoprire; a ragione potremmo definire quella in cui viviamo come l'era degli artropodi.

Le prime testimonianze di vita animale provengono dai resti fossili di Ediacara, in Australia. Circa 700 milioni di anni fa, in mari poco profondi, viveva una ricca fauna di animali dal corpo molle. Le loro impronte fossili sono conservate nelle rocce sedimentarie. Alcuni paleontologi, studiando i fossili, identificano in questi organismi gli antenati delle meduse e dei vermi più evoluti; altri, invece, li considerano esperimenti evolutivi che non ebbero successo e non lasciarono discendenti.

È certo comunque che in epoca successiva, nel periodo Cambriano (circa 500 milioni di anni fa), i mari erano già popolati da numerosi gruppi di invertebrati, alcuni dei quali somiglianti a quelli oggi viventi. Molti di essi avevano il corpo rivestito da conchiglie o corazze che costituivano un'efficace protezione contro i predatori.

Gli animali oggi viventi, di cui sono state descritte e nominate ben oltre un milione di specie, possono essere classificati in circa 35 **tipi**, o **phyla** (al singolare, **phylum**) sulla base di alcuni caratteri generali, come l'aver uno scheletro esterno oppure interno, la suddivisione del corpo in segmenti, la presenza di zampe, e così via.

Gli **invertebrati** sono gli animali privi di colonna vertebrale, che comprendono oltre 950 000 specie (quindi circa il 95% di quelle note) (■ *figura 3*).

Si sospetta l'esistenza di diversi altri milioni di specie non ancora descritte dagli scienziati. Il che non ci deve sorprendere, soprattutto tenendo conto di fattori come le dimensioni anche piccolissime di certi animali e degli ambienti poco esplorati in cui molti di essi vivono, come i fondali marini e le foreste tropicali.

per fissare i concetti

- 2 Da quali organismi unicellulari si pensa discendano gli animali? Quale condizione ambientale può avere favorito il passaggio dagli unicellulari ai pluricellulari?
- 3 A quando risalgono le più antiche tracce fossili di animali? Quale caratteristica presentava il loro corpo? Qual è la differenza con gli animali i cui resti fossili risalgono a un periodo successivo, il Cambriano?
- 4 A quanto (in percentuale) ammontano le specie di invertebrati sul numero totale di specie animali?

3 Filtratori acquatici: i poriferi

Il gruppo di invertebrati più semplici oggi viventi è quello delle *spugne*, un phylum molto antico che comprende oltre 9000 specie di animali quasi tutti marini, alcuni di acque dolci.

I **poriferi** hanno un corpo a forma di sacco, perforato da numerosi pori, da cui deriva il nome del phylum: poriferi significa infatti «portatori di pori» (■ figura 3a).

Sono organismi pluricellulari molto semplici: non hanno organi e neppure veri e propri tessuti, ma solo cellule differenziate.

L'animale adulto è **sessile**, cioè vive ancorato al fondo marino, e si nutre *per filtrazione*; una spugna può filtrare, in media, due litri di acqua al minuto. Hanno una cavità interna tappezzata da cellule, i **coanociti**, munite di flagelli che, agitandosi di continuo, creano una corrente d'acqua attraverso il corpo della spugna (■ figura 3b). L'acqua entra dai pori, distribuiti sulla superficie esterna del corpo, ed esce da un'apertura più larga chiamata **osculo**. Le particelle di cibo sospese (alghe microscopiche, protozoi, batteri) vengono trattenute come in un filtro quando l'acqua attraversa il corpo della spugna.

La spugna è sostenuta da una specie di «scheletro», formato da piccole spine dette **spicole**. Le morbide spugne da bagno, oggi sostituite con quelle sintetiche, non sono altro che gli scheletri formati da una sostanza elastica, la *spongina*, di una particolare specie, l'*Euspongia officinalis*.

Le spugne si riproducono *per via asexuata* mediante il distacco di frammenti dall'animale genitore (gemmazione); oppure *per via sessuata* mediante

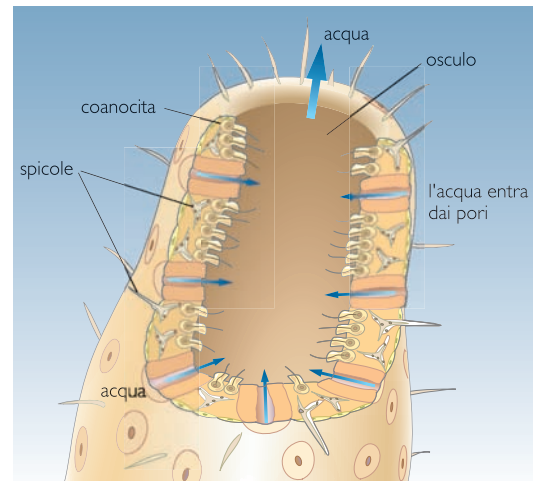


FIGURA 3

Le spugne sono animali acquatici molto semplici, con un corpo tubolare privo di tessuti veri e propri. L'acqua, in cui sono sospese particelle di cibo microscopiche e ricca di ossigeno, fluisce attraverso i piccoli pori inalanti delle pareti della spugna e viene espulsa attraverso l'osculo.

cellule specializzate nella riproduzione: uova e spermatozoi. L'uovo fecondato, lo zigote, va incontro a divisioni e forma una **larva** liberamente natante che, dopo aver vagato nell'acqua, si fissa sul fondo e diventa una nuova spugna. Molti tipi di spugne sono ermafrodite: uno stesso individuo produce cioè sia uova sia spermatozoi.

per fissare i concetti

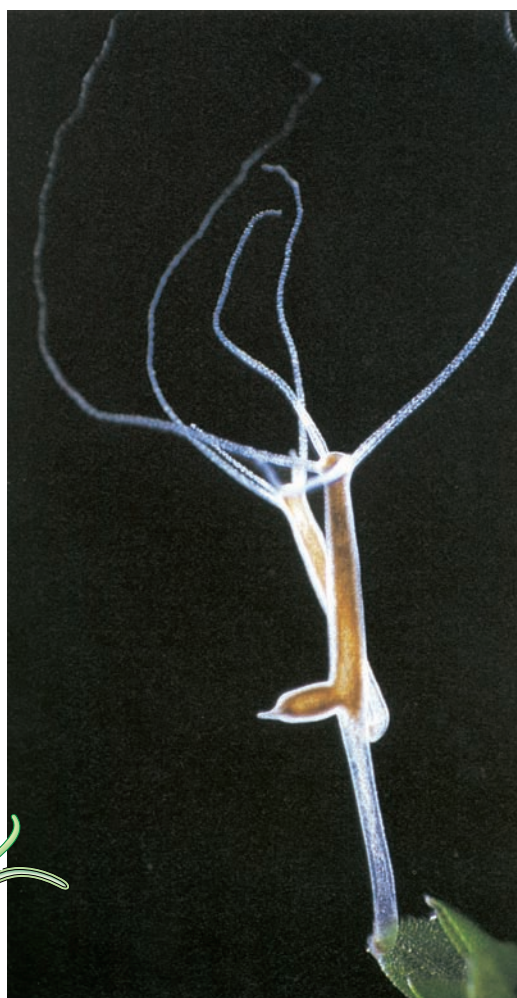
- 5 Perché le spugne non possono essere considerate dei veri e propri organismi pluricellulari?
- 6 Le spugne sono poriferi; spiega il significato del nome del phylum e descrivi come si nutrono.
- 7 Che cosa s'intende con il termine sessile?
- 8 Come avviene la riproduzione nelle spugne?



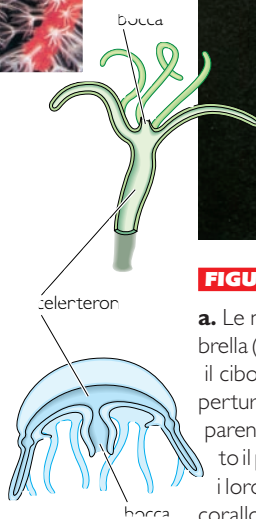
a



c



b



4 I primi predatori: gli cnidari

Con circa 9000 specie, gli **cnidari** sono animali quasi esclusivamente marini che possono presentare, anche in uno stesso individuo, **forme medusoidi** mobili, come le *meduse* (■ figura 4a), e **forme polipoidi** fisse sul fondo (sessili), come le *idre* (■ figura 4b), gli *anemoni di mare*, i *coralli* e le *gorgonie*.

Rispetto ai poriferi, il phylum degli cnidari presenta un'organizzazione del corpo più complessa, con cellule differenziate in tessuti.

In questi animali, infatti, si osserva un primo esempio di tessuto nervoso e di tessuto muscolare.

Il nome cnidari in greco significa «ortica». Infatti, intorno alla bocca e sui tentacoli sono presenti cellule urticanti dette **cnidoblasti**: quando vengono sfiorate, queste cellule estroflettono un lungo filamento che inietta nelle prede, di solito piccoli pesci o crostacei, un veleno irritante e paralizzante.

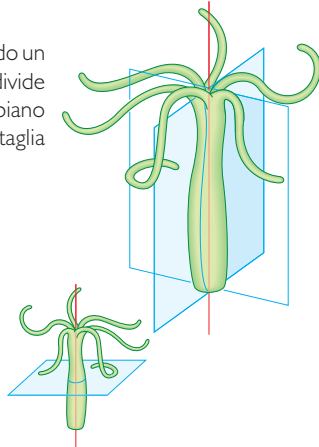
FIGURA 4

a. Le meduse si muovono grazie alle contrazioni dell'ombrella (nella foto, *Rhizostoma pulmo*). I tentacoli convogliano il cibo al centro del corpo della medusa attraverso un'apertura che serve sia da bocca sia da ano. **b.** Le idre sono parenti di acqua dolce delle meduse. Vivono appena sotto il pelo della superficie e predano piccoli organismi con i loro tentacoli, stipati di cellule velenifere. **c.** I polipi di un corallo rosso costruiscono uno scheletro di carbonato di calcio in cui possono ritrarsi quando sono minacciati.

I coralli sono costituiti da piccoli polipi che vivono in immense colonie ramificate sostenute da scheletri calcarei. Questi polipetti, dall'apparenza innocua (■ figura 4c), sono in realtà voracissimi; con le loro cellule urticanti intercettano tutto ciò che è commestibile e nutriente, lo paralizzano e lo ingurgitano. Nel corso delle ere geologiche gli scheletri dei coralli hanno prodotto le più spettacolari e imponenti costruzioni animali che si conoscano: atolli, barriere coralline e catene montuose come le Dolomiti.

FIGURA 5

(a destra) Un'idra, tagliata secondo un piano passante per la bocca, si divide in due metà uguali. (sotto) Un piano che non passa per la bocca la taglia invece in due metà diseguali.



Il corpo degli cnidari, grosso modo a forma di coppa, presenta:

- una primitiva cavità digerente a forma di sacco, il **celenteron**, che si apre all'esterno con una bocca circondata da tentacoli, per cui sono detti anche **celenterati**;
- una organizzazione del corpo a **simmetria raggiata**.

Per spiegare che cosa significa una simmetria raggiata, consideriamo come esempio un'idra, uno degli cnidari più semplici. Il suo corpo viene diviso in due metà uguali da tutti i piani che passano per la medesima retta, detta *asse di simmetria*, che passa attraverso la bocca circondata dai tentacoli (■ figura 5). Se invece il piano non passa attraverso l'asse di simmetria, ma per esempio è perpendicolare a esso, le due metà non sono più uguali. Nell'idra si possono distinguere una *parte superiore*, rappresentata dai tentacoli, e una *parte inferiore*, il calice, ma non un lato destro e uno sinistro.

La simmetria raggiata è presente negli animali immobili come idre, coralli e attinie (per esempio il pomodoro di mare e gli anemoni di mare, ■ figura 1), o in quelli lenti come le meduse.

Infatti, finché un animale vive fisso sul fondo o galleggia sospeso nell'acqua, il cibo e i pericoli gli possono provenire da qualsiasi direzione: gli organi di senso, le strutture difensive e quelle per la cattura devono perciò essere disposti a raggiera.

per fissare i concetti

- 9 Spiega che cos'è la simmetria raggiata. Per quale ragione la simmetria raggiata è presente negli animali marini e non in quelli terrestri?
- 10 Quali sono le due principali forme degli cnidari? Quale delle due è sessile? Quali sono le differenze nel loro aspetto?
- 11 Come si nutrono gli cnidari? Che cos'è il celenteron?
- 12 Che cosa sono gli cnidoblasti? Come funzionano?

5 La simmetria bilaterale per un corpo differenziato

Dopo i celenterati, animali a simmetria raggiata, che per molti aspetti ricordano le piante, arriviamo ora a descrivere animali a noi più familiari, nei quali possiamo distinguere una parte *anteriore* e una *posteriore*, una parte *ventrale* (sotto) e una parte *dorsale* (sopra), una parte *laterale destra* e una parte *laterale sinistra*.

A partire dai vermi, nel corso dell'evoluzione compaiono corpi a **simmetria bilaterale**. Nella simmetria bilaterale (bilaterale = due lati) esiste *un solo piano di simmetria* che divide il corpo in due metà equivalenti equivalenti, destra e sinistra. Gli altri piani dividono l'animale in parti che non sono equivalenti tra loro: il capo e la coda, il dorso e il ventre, e così via (■ figura 6).

Questa forma del corpo si è sviluppata quando gli animali, non più fissi sul fondo sabbioso o sulle rocce, hanno avuto la necessità di andare alla ricerca attiva del cibo, per esempio strisciando sul fondo. Quando un animale si muove in un'unica direzione, ossia in avanti, la probabilità di trovare il cibo oppure di imbattersi in un pericolo è maggiore in corrispondenza dell'estremità che avanza per prima. Il corpo allora si specializza in varie regioni:

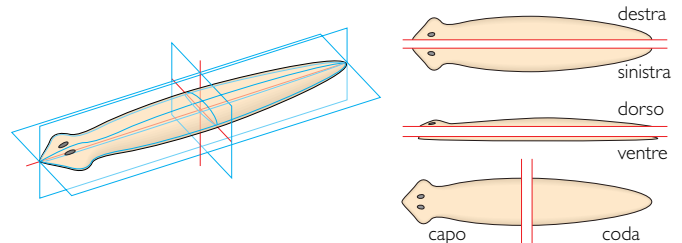


FIGURA 6

La planaria, un piccolo verme piatto, è uno dei più semplici animali a simmetria bilaterale. C'è un solo piano di simmetria, che la divide in due parti uguali: destra e sinistra. Vi si riconoscono anche una parte anteriore e una posteriore.

- una **regione cefalica**, anteriore, che serve per l'esplorazione dell'ambiente e la cattura del cibo, con un *capo* che contiene la bocca, il cervello e molti organi di senso.
- una **regione caudale**, posteriore, che serve per l'espulsione dei prodotti di rifiuto e frequentemente per la riproduzione. Talvolta in questa regione è presente la *coda*, che facilita il movimento spingendo o equilibrando il corpo.
- una **regione ventrale**, inferiore, che è in genere rivolta alla superficie sulla quale il corpo si sposta. In questa parte molto spesso si sviluppano gli *arti*.
- una **regione dorsale**, superiore, che, essendo più esposta all'ambiente, spesso sviluppa *strutture di protezione* come squame, scudi ecc.

Se si escludono gli cnidari e gli echinodermi (ricci e stelle marine), la simmetria bilaterale è presente nella maggior parte degli animali acquatici e in tutti quelli terrestri, uomo compreso. E la ragione è semplice: la quasi totalità degli animali è dotata di movimenti attivi.

per fissare i concetti

- 13** Quali sono le caratteristiche generali di un animale a simmetria bilaterale? Perché la maggior parte delle specie animali ha questo tipo di simmetria?
- 14** Descrivi le regioni del corpo di un animale a simmetria bilaterale. Indicale nel tuo corpo e individua il piano di simmetria.

6 **Vermi piatti, cilindrici e segmentati**

Il termine generico di «vermi» è attribuito nel linguaggio corrente ad animali in realtà diversi, che poco hanno in comune tra loro e che si assomigliano esteriormente solo per il fatto che hanno il corpo molto allungato. Addirittura chiamiamo molto impropriamente «vermi» i bruchi e i bachi, che in realtà sono le forme larvali di farfalle e mosche.

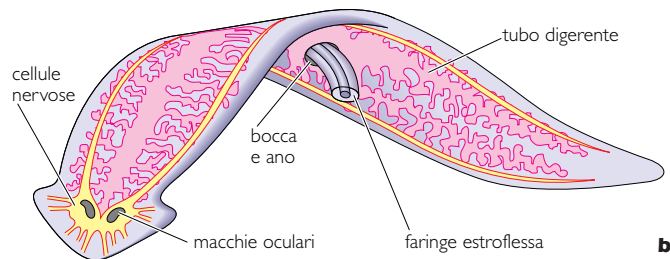
In effetti, questo termine nella classificazione scientifica si riferisce a gruppi ben distinti di animali, che addirittura rientrano in diversi phyla sulla base della loro anatomia. Ci limitiamo a prendere in considerazione i tre principali gruppi: i *platelminti* o *vermi piatti*, i *nematodi* o *vermi cilindrici*, gli *anelidi* o *vermi segmentati*.

I PLATELMINTI O VERMI PIATTI. Al phylum dei **platelminti** appartengono circa 20 000 specie.

I platelminti sono il primo gruppo animale con simmetria bilaterale comparso sulla Terra.

FIGURA 7

a. I vermi piatti vivono in genere sui fondali rocciosi e detritici e spesso, a differenza di questo nella foto, sono mimetici e poco appariscenti. Si muovono in modo molto sinuoso grazie a una muscolatura ben sviluppata. **b.** I platelminti, come la planaria, hanno una sola apertura che funge da bocca e da ano. **c.** Una tenia, parassita comune nei gatti. Tramite una testa armata di ventosa e uncini (**d**) si aggranciano all'intestino dei loro ospiti e assorbono le sostanze già digerite attraverso la superficie del corpo.



Il loro corpo è decisamente appiattito (■ figura 7a): da qui il nome di platelminti (dal greco *platýs* = piatto ed *hélminthos* = verme). Nella regione anteriore, che si differenzia leggermente assomigliando un po' a una testa, si trovano dei semplicissimi organi di senso, le **macchie oculari** (■ figura 6), e una

masserella di cellule nervose che possiamo considerare un cervello molto primitivo.

Le abitudini di vita dei plattelminti sono assai differenti, e molte specie sono parassite di animali. La *planaria*, per esempio, vive libera sul fondo degli ambienti acquatici, nascosta tra il fango o sotto le pietre. Ha il tubo digerente molto ramificato che si collega all'esterno con una sola apertura che serve da bocca e da ano, per introdurre il cibo ed eliminare i rifiuti. Una parte di questo tubo, il **faringe**, può essere estroflessa all'esterno per raccogliere il cibo (■ figura 7b).

La *tenia* è invece un parassita dell'intestino dei vertebrati, uomo compreso (■ figura 7c). Essa manca di una bocca e di un tubo digerente, ma ciò non rappresenta un problema, dal momento che vive nell'intestino dell'ospite, immersa in un brodo di sostanze già digerite che assorbe attraverso la superficie del corpo. La testa del verme, o **scolice**, è munita di ventose e uncini per potersi ancorare alle pareti dell'intestino (■ figura 7d). Il corpo è formato da numerosi segmenti, detti **proglottidi**, e può raggiungere lunghezze notevoli: il «verme solitario» dell'uomo è una tenia che può arrivare a più di 5 metri di lunghezza, mentre quello dei pesci può arrivare addirittura a 20 metri.

I NEMATODI O VERMI CILINDRICI. I nematodi (dal greco *néma* = filamento) comprendono circa 12000 specie di vermi filiformi di ambienti vari.



FIGURA 8

Uno schistosoma maschio, lungo circa 4 cm, che racchiude all'interno la minutissima femmina, di cui si vede sporgere la testa. Questo nematode provoca la bilharziosi, una pericolosa malattia parassitaria molto diffusa in Africa, Sudamerica e Cina. Gli stadi immaturi del verme penetrano dalla pelle nel sangue e si annidano in vari organi.

Complessivamente il corpo dei nematodi può essere considerato costituito da due tubi coassiali, cioè infilati l'uno nell'altro e avvolti intorno allo stesso asse: il tubo interno è l'intestino, che va dalla bocca all'ano; il tubo esterno è il rivestimento corporeo esterno.

Rispetto ai plattelminti, i nematodi presentano un'importante novità evolutiva: la presenza di una seconda apertura del tubo digerente, l'**ano**.

La sua presenza significa che all'interno del corpo il cibo si muove in un'unica direzione, e quindi le scorie non digerite non si mescolano al cibo che è stato appena ingerito. Questo fatto stimola la specializzazione di regioni diverse del tubo digerente che svolgono compiti diversi: la **bocca** ingerisce e frammenta il cibo, lo **stomaco** lo demolisce per mezzo di enzimi digestivi, l'**intestino** assorbe le sostanze semplici digerite. Questa organizzazione si perfeziona successivamente in tutti gli animali.

I nematodi si trovano dappertutto: oltre che nel suolo, nelle acque dolci e in quelle salate, ai tropici come ai poli. La maggior parte di essi sono lunghi meno di 2 millimetri, moltissimi sono microscopici (■ figura 8). (Si stima che in una mela marcia ce ne siano all'incirca 100000!) Alcuni vivono liberi sulla materia in decomposizione e, insieme a funghi e batteri, rappresentano un anello essenziale nella catena naturale del riciclaggio delle sostanze. Altri sono parassiti di piante e animali; gli *ossiuri*, per esempio, sono tipici parassiti intestinali dell'uomo che colpiscono i bambini, che ne ingeriscono le uova giocando con la terra. *Ancylostoma duodenale* è invece un parassita che causa una malattia cronica debilitante, la *anchilostomiasi*: il nematode si fissa con dentelli uncinati nell'intestino dell'uomo, lacerandone i tessuti e provocando gravissime emorragie. Si calcola che circa il 25% della popolazione mondiale può avere contratto questa parassitosi. Durante la costruzione della galleria del San Gottardo in Italia, intorno al 1880, a causa di questo temibile parassita morirono oltre 3000 minatori. Oggi è praticamente debellato nei paesi industrializzati, ma è ancora un vero flagello nelle regioni tropicali e subtropicali; secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) costituisce addirittura uno dei principali problemi sanitari attuali.

GLI ANELLIDI O VERMI SEGMENTATI. Tra le circa 15000 specie di anellidi, *lombrichi* e *sanguisughe* sono piuttosto noti (■ figura 9a e b). Basta osservare un lombrico per capire che la parola «anellide» si riferisce al corpo dell'animale, costituito da tanti «anelli». Questi anelli sono ben evidenti quando il lombrico si sposta in avanti perché si muovono in continuazione: alcuni di essi si accorciano e si allargano, mentre altri si allungano e si restringono.

Se si seziona per il lungo il corpo di un lombrico, ci si accorge che l'aspetto esteriore riflette in realtà il piano di organizzazione interno. Anche interna-

mente, infatti, il corpo è suddiviso in tanti segmenti, in ognuno dei quali si ripetono i principali organi (■ figura 9c).

Gli anellidi presentano cioè una ripetizione lungo l'asse del corpo di segmenti simili, un assetto chiamato **metameria**; i segmenti sono detti **metameri**.

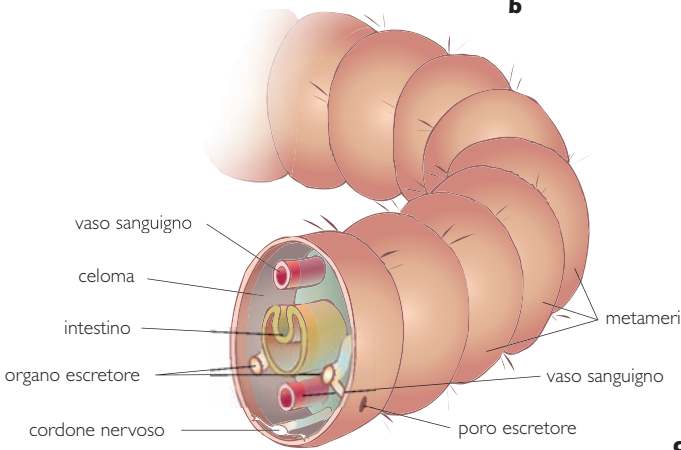


FIGURA 9

a. Il corpo segmentato consente al lombrico di muoversi agevolmente attraverso i cunicoli che scava nel terreno. **b.** Una sanguisuga, un altro anellide, mentre succhia sangue da un ospite. **c.** La struttura metamerica tipica di un lombrico, in cui si vedono alcuni degli organi interni.

La metameria è un'importante conquista dell'evoluzione animale. Immaginatevi per esempio un treno fatto tutto d'un pezzo: avrebbe certamente molte difficoltà nell'affrontare le curve. La divisione in vagoni consente invece al treno di affrontare tutti i percorsi, pur avendo una notevole lunghezza. Non solo, i singoli vagoni possono essere modificati per svolgere funzioni diverse: vagoni letto, vagoni ristorante, vagoni postale, locomotore e così via.

Anche per gli animali un modo relativamente semplice di allungarsi, mantenendo la flessibilità del corpo, è quello di avere dei segmenti mobili. Negli anellidi i segmenti sono ancora tutti simili tra loro; nel phylum degli artropodi (■ paragrafo 7) i segmenti si differenziano assumendo ciascuno funzioni diverse.

Un'altra «invenzione» degli anellidi è il **celoma**, una intercapedine tra l'intestino (il tubo interno) e la superficie del corpo (il tubo esterno).

Esso contiene un liquido che, essendo incompressibile come tutti i liquidi, conferisce rigidità al corpo (■ figura 9c). In pratica funziona come uno scheletro ed è perciò chiamato **scheletro idraulico**, o **idro-scheletro**. Grazie alla flessibilità, dovuta alla metameria, e alla rigidità, dovuta allo scheletro idraulico, gli anellidi sono capaci di scavare gallerie per penetrare nel terreno o nel fango dei fondali.

Gli anellidi sono inoltre il primo gruppo di animali fin qui descritti dotati di un **sistema circolatorio**.

Lo sviluppo di un sistema di vasi chiusi è un altro importante contributo allo sviluppo di corpi più grandi, nei quali l'ossigeno e le sostanze nutritive possono essere distribuiti a tutte le parti del corpo e le sostanze di rifiuto rimosse in tempi rapidi.

La maggior parte degli anellidi sono invece privi di organi specializzati per la respirazione. L'ossigeno dall'esterno penetra attraverso la superficie del corpo, entra nei vasi sanguigni e viene trasportato in circolo insieme alle sostanze nutritive digerite dall'intestino. Questo tipo di ossigenazione è detto **respirazione cutanea**. Poiché per l'assorbimento dell'ossigeno la pelle deve essere mantenuta umida, gli anellidi terrestri, come il lombrico, possono vivere nel terreno bagnato o in superficie, quando l'aria è satura di umidità.

Infine, il **sistema nervoso** degli anellidi decorre per tutta la lunghezza del corpo ed è costituito da ammassi di cellule nervose, detti **gangli**, uniti a catena. Il **ganglio cerebrale**, più grande degli altri, è come un piccolo cervello e comincia a specializzarsi in regioni deputate al controllo delle percezioni sensoriali.

La maggior parte degli anellidi fa parte del *benthos*, vive cioè sul fondo degli oceani e si nutre filtrando l'acqua o ingoiando la sabbia per estrarne

le particelle di cibo. Altri anellidi, come le sanguisughe, vivono invece nei ruscelli e negli stagni, e si attaccano con la bocca a ventosa al corpo di altri animali, uomo compreso, per succhiarne il sangue.

Il lombrico, che tutti conosciamo, è un animale terrestre che vive nascosto nel suolo al buio e all'umido. È un ermafrodita: ciascun individuo possiede cioè organi riproduttivi sia maschili sia femminili. La **fecondazione è incrociata**: questo vuol dire che, quando due lombrichi si accoppiano, ciascuno trasferisce all'altro i propri spermatozoi per fecondarne le uova. Come dire: un incontro, due fecondazioni. L'ermafroditismo è diffuso in tutto il regno animale; con questo espediente, infatti, aumenta la possibilità di riprodursi, in particolare per le specie che si spostano con lentezza, come appunto i lombrichi o le chioccioline.

per fissare i concetti

- 15** Con quali altre forme animali è facile confondere i vermi? Indica i tre phyla principali di vermi e spiega il significato del loro nome.
- 16** Quali sono le principali differenze tra nematodi e platelminti? Cita un platelminto e un nematode parassiti dell'uomo.
- 17** Che cos'è la metameria? Quali sono i vantaggi di avere un corpo metameroico?
- 18** A differenza di quanto solitamente si crede, il lombrico è un animale piuttosto evoluto dal punto di vista biologico. Indica alcune caratteristiche, oltre alla metameria, che convalidano questa affermazione.
- 19** Che cosa s'intende per animali ermafroditi? Perché l'ermafroditismo è un vantaggio per lombrichi e chioccioline?

7

I superspecializzati: gli artropodi

Più di tre quarti delle specie del regno animale appartengono al phylum degli **artropodi**. Non esiste praticamente angolo della Terra dove non si trovino rappresentanti di questo vastissimo phylum, formato da cinque classi principali: i **crostacei** (gamberi, aragoste, granchi), gli **aracnidi** (ragni, scorpioni, zecche), i **chilopodi** (centopiedi), i **diplopodi** (millepiedi) e infine il gruppo più numeroso, gli **insetti** (farfalle, mosche, formiche, api ecc.).

I caratteri degli artropodi che più di altri ne hanno decretato il successo sono: la metameria, le appendici specializzate, l'esoscheletro e gli organi di senso.

- **La metameria.** Gli artropodi, come del resto gli anellidi, possiedono un'organizzazione metameroica del corpo che però non è così evidente. In-

fatti, i segmenti sono disuguali e in numero ridotto perché alcuni di essi si sono fusi tra loro e si sono specializzati assumendo funzioni diverse. In seguito a questi due processi di fusione e specializzazione si sono formate *regioni distinte del corpo* (■ figura 10a). Negli insetti per esempio le regioni sono tre: **capo**, **torace** e **addome**, ciascuna costituita da più segmenti; negli aracnidi il capo e torace sono invece fusi in un'unica regione, il **cefalotorace**.

FIGURA 10

a. In questa mantide religiosa sono ben evidenti capo, torace e addome. **b.** Un centopiedi emerge dal vecchio esoscheletro con uno nuovo fiammante. **c.** L'occhio composto di un insetto è costituito da ommatidi, ciascuno formato da una lente e da un gruppetto di cellule sensibili alla luce.

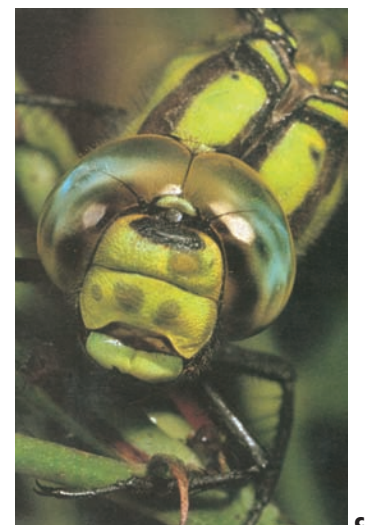
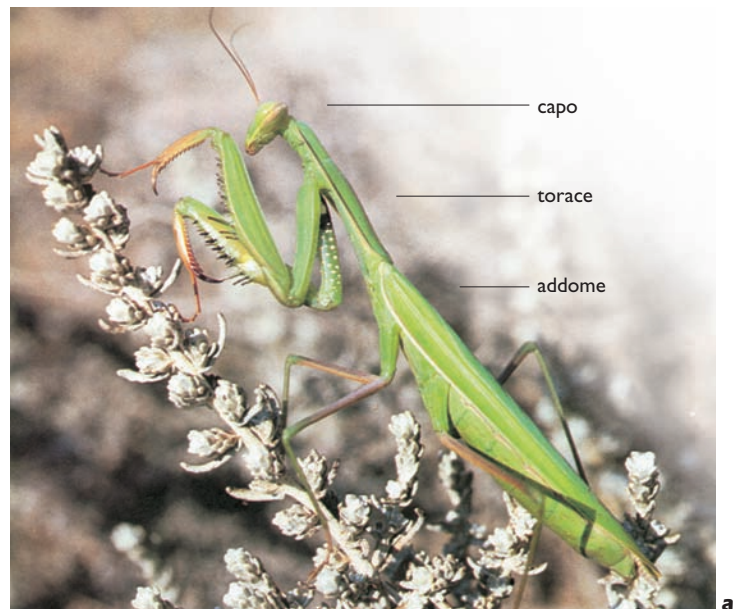


TABELLA 1 Artropodi, le classi principali

	Crostacei (gamberi granchi)	Chilopodi (centopiedi)	Diplopodi (millepiedi)	Aracnidi (ragni)	Insetti
regioni del corpo	<ul style="list-style-type: none"> • cefalotorace • addome 	<ul style="list-style-type: none"> • capo • numerosi segmenti del tronco 	<ul style="list-style-type: none"> • capo • numerosi segmenti del tronco 	<ul style="list-style-type: none"> • cefalotorace • addome 	<ul style="list-style-type: none"> • capo • torace • addome
numero di antenne	2 paia	1 paio	1 paio	assenti	1 paio
numero di arti	minimo 5 paia	1 paio per segmento	2 paia per segmento	4 paia	3 paia + 1-2 paia di ali
respirazione	branchiale o cutanea	tracheale	tracheale	polmonare	tracheale
ambiente di vita	acqua marina o dolce; poche specie terrestri	terrestre; alcune specie di costa marina	terrestre	terrestre; alcune specie di acqua dolce o marina	terrestre; alcune specie di acqua dolce

- **Le appendici.** Quasi tutti i segmenti delle diverse regioni corporee possiedono delle appendici, disposte in coppie, che svolgono compiti specializzati. Sul capo si trovano appendici sensoriali (sensibili al tatto, agli odori e ai sapori), come le *antenne*, e appendici per afferrare e masticare il cibo, come *chele*, *mandibole* e *mascelle*. Dal torace, e talvolta dall'addome, sporgono appendici, *zampe* o *ali*, adattate ai diversi tipi di movimento. Nell'addome, dove si trovano gli organi per la riproduzione, possono essere presenti appendici specializzate nella deposizione delle uova, gli **ovodepositori**.
- **L'esoscheletro.** Tutti gli artropodi possiedono uno scheletro esterno, o **esoscheletro**, che avvolge il corpo come un'armatura. Esso è formato da una sostanza complessa, la **chitina**. Questo rivestimento non serve solo a proteggere il corpo da eventuali predatori, ma anche a sostenerlo e a mantenerlo rigido. L'esoscheletro è costituito da tanti pezzi articolati tra loro, cioè con giunture flessibili tra un pezzo e l'altro; questa soluzione consente all'animale di muoversi con una certa agilità. In particolare quest'articolazione dei pezzi è ben sviluppata e visibile nelle appendici specializzate (zampe, antenne, chele ecc.) che per questo motivo si chiamano anche **arti**, ossia appendici articolate. Il termine artropodi significa appunto animali con «zampe articolate» (dal greco *áarthron* = articolazione e *podós* = piede).

Lo sviluppo di appendici mobili ha richiesto anche la specializzazione della **muscolatura**. La polpa prelibata e gustosa dei gamberi e delle aragoste è in realtà la massa muscolare. A livello degli arti questi muscoli scavalcano come un ponte le giunture e, contraendosi, muovono una parte rispetto all'altra.

Pur vantaggioso per la protezione che assicura, l'esoscheletro presenta una notevole limitazione: per crescere l'animale deve sbarazzarsi dell'armatura che lo tiene imprigionato.

Il rinnovo periodico dell'esoscheletro, che consente la crescita dimensionale degli individui, viene detto **muta** (■ figura 10b).

- **Gli organi di senso.** Un altro svantaggio che presenta l'involucro di chitina è l'isolamento dall'ambiente circostante. Gli artropodi hanno risolto questo problema sviluppando un sistema nervoso e organi di senso particolarmente efficienti che nell'insieme consentono efficaci contatti con il mondo esterno. Analogamente agli anellidi, nel capo è presente un ammasso di cellule nervose, una massa cerebrale complessa suddivisa in regioni, da cui si diparte un cordone nervoso in posizione ventrale. A questo sistema nervoso sono collegati organi di senso molto specializzati: su tutto il corpo si trovano in gran numero *setole* sensibili al tatto; sul capo, oltre alle *antenne*, si trovano gli **occhi**, che sono gli organi di senso più sviluppati. Gli aracnidi hanno **occhi semplici**, gli insetti e i crostacei hanno invece **occhi composti**, cioè costituiti da migliaia di piccoli occhi elementari detti *ommatidi* (■ figura 10c).

La classificazione degli artropodi è molto complessa, come si può immaginare pensando al numero complessivo delle specie. La ■ tabella 1 inquadra le caratteristiche delle cinque classi principali, che verranno trattate nei tre successivi paragrafi.

per fissare i concetti

- 20** Quali sono le somiglianze e le differenze nella struttura metamerica del corpo tra anellidi e artropodi?
- 21** Che cos'è l'esoscheletro e quali funzioni svolge? Di che sostanza è fatto? Perché è necessario il processo di muta?
- 22** Spiega il significato del termine artropodi. Come fanno gli artropodi a muovere le loro appendici?

8

**Artropodi acquatici
e corazzati: i crostacei**

I crostacei sono la classe più popolosa e più varia di animali marini. A differenza di quanto si crede, nel mare esistono molte più specie di crostacei che di pesci. Diversi crostacei abitano anche le acque dolci: ne sono esempi il *gambero di fiume* (■ figura 11a) e il raro *granchio di fiume*.

Il corpo dei crostacei è interamente racchiuso nell'esoscheletro costituito da chitina impregnata di sali di calcio.

Questo spesso rivestimento «crostoso», che ha dato il nome al gruppo, è costituito da pezzi articolati tra loro, come si può notare quando si «sbuccia» un gamberetto.

I segmenti del corpo, ben visibili in genere nella regione ventrale, sono organizzati in tre regioni: capo, torace e addome. In alcune specie, però, capo e torace sono fusi in un'unica regione, il cefalotorace. Questa regione si nota bene negli scampi e nelle aragoste, in cui il capo e il torace sono avvolti da una specie di scudo protettivo detto **carapace**.



a



b

FIGURA 11

a. Il gambero di fiume, che un tempo popolava in abbondanza i fiumi dell'Italia settentrionale, fu vittima intorno al 1880 di un fungo parassita che ne decimò le popolazioni. Oggi è raro e il suo nemico principale è l'inquinamento delle acque. **b.** Gli isopodi sono tra i pochi crostacei terrestri, come questi comuni porcellini di terra.

In alcune specie di crostacei, tipicamente granchi e gamberi, un paio di arti sono sviluppati a forma di robuste pinze: si chiamano **chele** e rappresentano una temibile arma. A livello della bocca si trovano le **mandibole**, che sono arti specializzati per afferrare, lacerare e masticare il cibo.

Un'altra caratteristica che distingue i crostacei dagli altri artropodi è il fatto che, vivendo nell'acqua, respirano con le **branchie**, sottili lamelle in cui il sangue scorre proprio sotto la superficie, dove avviene lo scambio gassoso.

Il sangue contiene un pigmento bluastro, chiamato **emocianina**, che ha il compito (in modo analogo alla nostra emoglobina) di catturare e trasportare l'ossigeno disciolto nell'acqua che scorre sulle branchie.

I crostacei vivono negli ambienti acquatici più diversi: lungo le coste così come in mare aperto, nelle acque superficiali come negli abissi, nei laghi, nei fiumi e persino nelle acque sotterranee; alcuni vivono nella zona di confine tra acqua e terra, come i granchi e i *balani*, che vivono attaccati agli scogli. E vi sono infine crostacei che riescono a vivere lontano dall'acqua: sono i cosiddetti «porcellini di terra» (*isopodi*), che si trovano spesso nei giardini, sotto sassi o vasi (■ figura 11b).

per fissare i concetti

- 23** Da quale caratteristica dell'esoscheletro prendono il loro nome i crostacei?
- 24** Descrivi l'organizzazione del corpo dei crostacei. In quali ambienti sono molto diffusi?

9

**I padroni delle terre emerse:
gli insetti**

Rispetto agli invertebrati che abbiamo finora descritto, gli **insetti** sono stati capaci di affrancarsi del tutto dagli ambienti umidi e di colonizzare con enorme successo le terre emerse, in una vastissima varietà di habitat. Pochissimi sono invece gli insetti che vivono nelle acque dolci in tutti gli stadi vitali, mentre nessun insetto vive in acque marine.

Come per le piante, così per gli animali, il passaggio dall'ambiente acquatico a quello terrestre ha richiesto la soluzione di una serie di problemi. Un animale terrestre deve avere:

1. strutture di *sostegno* e di *locomozione* adatte per spostarsi sulla terraferma;
2. dispositivi per evitare la *disidratazione*, cioè l'eccessiva perdita di acqua dal corpo;
3. organi per gli *scambi respiratori* tra l'atmosfera e l'interno del corpo;
4. strutture per consentire la *fecondazione* e lo sviluppo degli embrioni anche in assenza di acqua.

In tutto il mondo sono circa 3000 le specie di zanzare, e una sessantina vivono in Italia. La più comune e diffusa nei centri abitati è senz'altro la *Culex pipiens*, che di solito non è portatrice di malattie e provoca soltanto fastidiose irritazioni epidermiche. Maschio e femmina si nutrono di liquidi vegetali (linfa e nettare) e il loro apparato boccale, di tipo pungente-succhiante (■ figura 14), è perfettamente adattato a perforare i tessuti vegetali.

Quando la femmina porta le uova fecondate, però, si trasforma nel temuto flagello che conosciamo, che in certe zone del nostro paese induce a tapparsi in casa, al riparo con tutte le finestre protette da fitte zanzariere. La femmina punge la vittima, che riesce a localizzare anche a 35 m di distanza, e inietta la saliva anticoagulante e a effetto vasodilatatore: quando la proboscide incontra un capillare, comincia a succhiare il sangue, circa cinque milionesimi di litro. Da questo momento, dopo quarantotto ore le uova maturano nutrite dal sangue, quindi la zanzara si porta in un ristagno d'acqua e depone le sue 100-300 uova (■ figura A); da esse in un paio di giorni nascono le larve, che in circa due settimane, e dopo diverse mute, volano come adulti. E il ciclo ricomincia.

Zanzare del genere *Anopheles*, portatrici del plasmodio della *malaria* (un protozoo) pullulavano nelle zone palu-



FIGURA A

La femmina della zanzara *Culex* depone e allinea le uova in un ammasso galleggiante.

dose d'Italia prima delle bonifiche di alcuni decenni fa. Queste temibili zanzare sono oggi state debellate quasi completamente nei paesi industrializzati, ma restano un grave problema sanitario nei paesi tropicali dell'Africa e del Sudamerica, dove ogni anno trasmettono la malaria a 250 milioni di persone, uccidendone due milioni. Il rischio malaria è quindi reale quando si viaggia in queste regioni: per questo chi vi si reca per lavoro o per turismo è obbligato a seguire una profilassi antimalarica a base di farmaci molto potenti, una cura che deve iniziare prima del viaggio, che deve perdurare dopo il rientro e che deve essere accompagnata sul posto con l'uso di repellenti e zanzariere per diminuire le possibilità di contatto.

Nell'ultimo decennio è stata poi segnalata in Italia una nuova specie, che ha riempito le cronache per la sua fasti-



FIGURA B

La zanzara tigre, *Aedes albopictus*, è inconfondibile per le ali maculate.

diosità e formidabile espansione di popolazione, l'inconfondibile zanzara tigre (*Aedes albopictus*), con ali nere punteggiate di bianco e originaria dell'Asia (■ figura B). A differenza della *Culex pipiens* che è prevalentemente notturna, la tigre è anche diurna e molto aggressiva. Sembra però che non sia portatrice di malattie.

Oltre alla malaria, le zanzare possono trasmettere altre pericolose infezioni, come la *leishmaniosi* provocata da un altro protozoo (che viene trasmessa anche dai pappataci, moscerini che pungono di giorno) e parassitosi, come la *filariosi* nei cani (molto raramente nell'uomo), una gravissima malattia dovuta a nematodi.

per fissare i concetti

- Per quale motivo le femmine di zanzara succhiano il sangue?

L'esoscheletro è la soluzione ai primi due problemi: fornisce sostegno al corpo e una ideale superficie di attacco per i muscoli. Inoltre è impermeabile e perciò impedisce la perdita di acqua dai tessuti.

Per assorbire l'ossigeno atmosferico, gli insetti hanno invece trovato una soluzione originale, completamente diversa dai polmoni dei vertebrati terrestri o dalle branchie di altri invertebrati: le **trachee** (■ figura 12).

Esse sono piccoli tubi cavi comunicanti con l'esterno, che si ramificano in ogni parte del corpo e convogliano direttamente l'ossigeno dell'aria a tutte le cellule. Le trachee si aprono all'esterno con piccoli fori muniti di valvole (*stigma*) che, regolandone l'apertura, riducono anche la perdita di acqua dal corpo. Le trachee, nelle quali quindi penetra diretta-

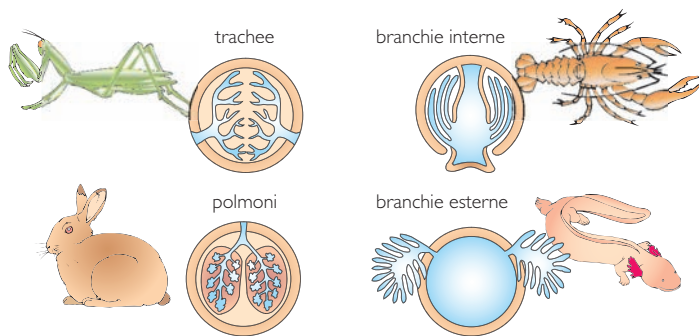


FIGURA 12

Le trachee degli insetti e i polmoni dei vertebrati (vedi UD 5) sono strutture adatte allo scambio gassoso nell'ambiente terrestre. Le branchie invece sono adatte allo scambio di gas nell'ambiente acquatico.

mente l'aria atmosferica e dalle quali esce l'anidride carbonica respirata, occupano fino al 50% del corpo e sono così efficienti nel rifornimento dell'ossigeno da rendere inutile la presenza di un pigmento respiratorio adibito alla cattura e al trasporto dell'ossigeno: nel sistema circolatorio degli insetti scorre infatti un liquido incolore (perché privo di pigmenti) detto **emolinfa**, che serve solo per il trasporto di cibo e altre sostanze.

Negli insetti la fecondazione è interna, ossia gli spermatozoi vengono introdotti nell'ovidotto della femmina. In questo modo l'acqua non è più necessaria per l'incontro dei gameti. La **fecondazione interna** è quindi la soluzione del quarto problema.

LA DIVERSIFICAZIONE DEGLI INSETTI. Grazie a queste caratteristiche vincenti, la classe degli insetti ha potuto diversificarsi e conquistare ogni ambiente: si conoscono almeno 750 000 specie di insetti, ma alcune stime ritengono che le specie oggi viventi sulla Terra siano circa 3 milioni. Mentre il piano organizzativo corporeo è simile nelle sue linee essenziali in tutti gli insetti, ogni gruppo sistematico presenta caratteristiche peculiari.

Il corpo degli insetti è nettamente diviso in tre regioni: *capo*, *torace* e *addome* (il termine insetto, in latino, significa proprio «tagliato») (■ *figura 13*).



FIGURA 13

Questa è la regina di un formicaio. È evidente la suddivisione in: capo, con antenne e apparato boccale; torace, con tre paia di zampe; addome, privo di arti. Mancano le ali.

TABELLA 2 I principali ordini di insetti

Ordine	Esempi
Collemboli , 8000 specie	collemboli (insetti terricoli primitivi)
Efemerotteri , 2000 specie	effimere
Odonati , 4500 specie	libellule, zigotteri, anisotteri
Dermateteri , 1300 specie	forficule o forbicine
Mantoidei , 1800 specie	mantidi religiose
Blattari , 3000 specie	blatte o scarafaggi
Isotteri , 2000 specie	termiti
Fasmidi , 2500 specie	insetti stecco
Ensiferi , 8000 specie	cavallette, grilli, grillotalpa
Celiferi , 7000 specie	locuste
Anopluri , 400 specie	pidocchi
Omotteri , 50 000 specie	cicale, afidi, cocciniglie, psille
Eterotteri , 58 000 specie	cimici, idrometre, notonette, gerridi, scorpioni d'acqua
Planipenni , 7000 specie	formicaleone
Coleotteri , 400 000 specie	scarabei, ditischi, cervi volanti, maggiolini, coccinelle, lucciole
Imenotteri , 100 000 specie	api, vespe, calabroni, bombi, formiche
Lepidotteri , 140 000 specie	farfalle diurne e notturne
Ditteri , 100 000 specie	mosche, moscerini, zanzare

- Il capo porta un paio di antenne, un paio di occhi composti e tre paia di appendici che formano l'**apparato boccale**;
- sul torace vi sono sempre tre paia di zampe e normalmente anche due paia di ali;
- l'addome è privo di arti; a volte, tuttavia, sono presenti appendici per la deposizione delle uova, trasformate in alcuni casi (api, vespe, calabroni) in pungiglione.

Alcuni insetti, come le cavallette, hanno un apparato boccale *masticatore* con robuste mascelle per tritare le foglie (■ *figura 14*). Altri, come le zanzare e gli afidi, hanno un apparato boccale *pungente-succhiante* adatto a forare la pelle degli animali e succhiare il sangue (*vedi* scheda, p. D75) o a penetrare nei tessuti delle piante per aspirare la linfa. Altri ancora, come le farfalle, hanno un apparato boccale *lambente-succhiante*, formato da una lunga proboscide avvolta a spirale per estrarre il nettare dai fiori.

Gli insetti più primitivi, come i *collemboli*, i microscopici insetti del suolo, sono privi di ali. Alcuni, come i *pidocchi* e le *pulci*, nell'evoluzione hanno perso le ali come adattamento alla vita parassitaria; *formiche* e *termiti* perdono invece le ali nella vita adulta. Talvolta un paio di ali è assai modificato: nei coleotteri, come la *coccinella*, le ali anteriori sono molto ispessite e svolgono funzione protettiva (*eli-*

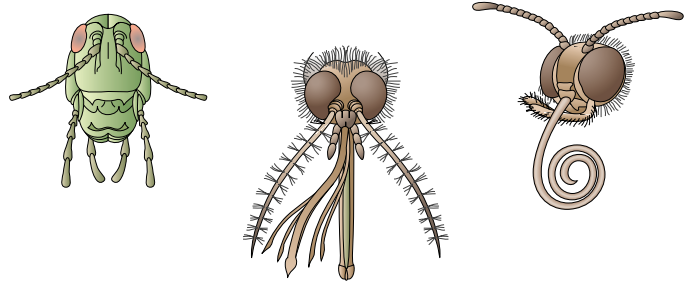


FIGURA 14

(nella foto) L'apparato boccale di una cimice. **a.** Formiche, cavallette e la maggior parte degli insetti triturano il cibo grazie al loro apparato masticatore. **b.** Mandibola e mascelle sono trasformate in taglienti stilette che vengono utilizzati per perforare pelle o tessuti vegetali, per esempio nelle zanzare. **c.** Nelle farfalle le mandibole sono atrofizzate e le mascelle sono allungate e scanalate, a formare una sorta di cannucchia avvolgibile perfetta per aspirare i liquidi.

tre), nelle mosche quelle posteriori sono ridotte a piccole clave con il compito di stabilizzare il volo (*bilancieri*).

La **tabella 2** dà un'idea della straordinaria diversificazione della classe degli insetti.

RIPRODUZIONE E METAMORFOSI. Come la maggioranza degli animali, gli insetti si riproducono sessualmente e depongono **uova**, cioè sono **ovipari**. Le loro uova, come quelle di quasi tutti gli invertebrati, sono piccole e povere di materiali di riserva: perciò quando l'uovo si schiude esce una larva che ha bisogno di un lungo periodo di sviluppo. Lo sviluppo di questo tipo è detto *indiretto* e, nella maggior parte dei casi, procede per tappe che comportano drastici mutamenti, una vera e propria **metamorfosi**.

Due sono i tipi di metamorfosi cui vanno incontro gli insetti durante il loro sviluppo:

- alcuni insetti (*grilli, libellule, cicale e scarafaggi*) subiscono una **metamorfosi incompleta** (■ *figura 15*). Le loro larve, chiamate **ninfe** o **pupe**, sono all'inizio prive di ali e si trasformano in adulti alati attraverso una serie di mute.
- in tutti gli altri (*mosche, zanzare, farfalle, coccinelle, api* ecc.) lo sviluppo avviene per **metamorfosi completa** (■ *figura 16*, a p. seguente). La larva, che in genere prende il nome di **bruco**, dopo un

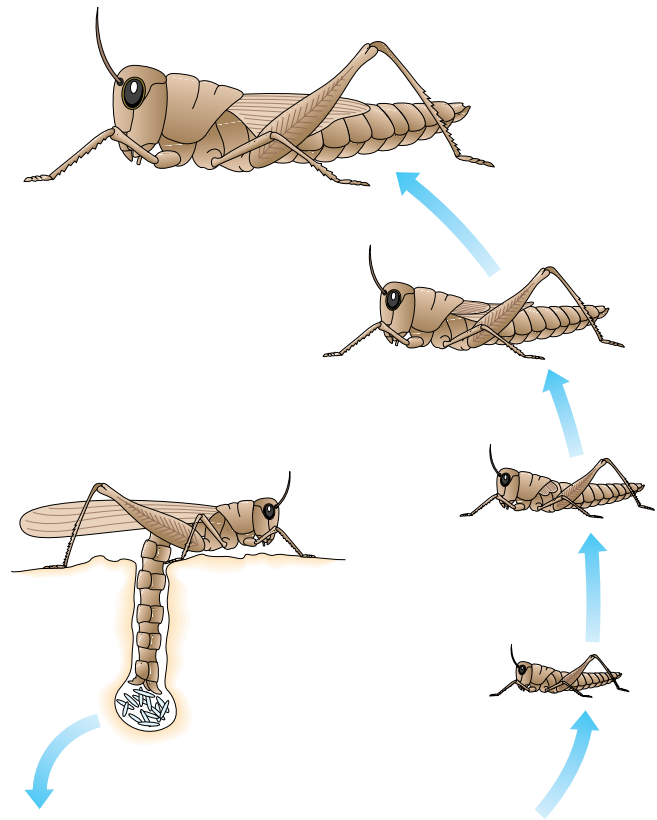


FIGURA 15

(in basso) Dalle uova che la locusta depone nella sabbia umida esce una ninfa che si trasforma presto in un adulto in miniatura. Attraverso stadi successivi, l'insetto arriverà fino allo stadio di adulto maturo, con le ali del tutto sviluppate.



**FIGURA 16**

La farfalla monarca, con una metamorfosi completa, passa da bruco a crisalide, appesa alla pianta. Durante la maturazione della crisalide si cominciano a notare le sembianze dell'insetto adulto.

periodo di intensa alimentazione e rapida crescita, diventa una **pupa** che si rinchiude in un bozzolo. La pupa è uno stadio apparentemente inattivo: non si nutre e non si muove. In realtà, durante questo periodo, si formano gli organi e le ali dell'adulto. Alla fine di questo processo, dai rivestimenti pupali si libera l'adulto sessualmente maturo, pronto cioè a riprodursi.

per fissare i concetti

- 25** Descrivi l'organizzazione del corpo degli insetti e spiega i motivi del loro successo biologico. In quali ambienti sono molto diffusi?
- 26** Da quali strutture è formato e come funziona l'apparato respiratorio degli insetti? Perché il sangue degli insetti non contiene ossigeno?
- 27** Fai qualche esempio di adattamento dell'apparato boccale a un particolare tipo di alimentazione.
- 28** In che cosa consiste la metamorfosi? Indica quali stadi attraversa un insetto che subisce una *metamorfosi completa* e descrivi ciascuno di essi.

10

Altri artropodi terrestri: aracnidi, chilopodi e diplopodi

Gli **aracnidi**, come *ragni* e *scorpioni*, sono una classe di artropodi ben adattati all'ambiente terrestre, anche se non hanno avuto lo stesso successo degli insetti, con i quali spesso vengono confusi.

Gli aracnidi si distinguono dagli insetti molto semplicemente, contando le zampe e/o i segmenti corporei: mentre gli insetti ne hanno tre paia, con il corpo diviso in tre regioni, gli aracnidi hanno quattro paia di zampe e il corpo diviso in due sole regioni: il *cefalotorace*, che deriva dalla fusione del capo con il torace, e l'*addome*.

Dal cefalotorace sporgono appendici articolate. La prima coppia si sviluppa in forma di tenaglie, i **cheliceri**, strumenti assai versatili che servono per afferrare, nutrirsi, iniettare il veleno. Quelle della seconda coppia sono dette **pedipalpi**, e servono ad afferrare il cibo. A queste seguono le quattro paia di zampe.

Gli aracnidi sono privi di antenne e anche di mandibole, per cui non possono masticare il cibo, ma devono ingerirlo in forma semiliquida. Gli aracnidi, tuttavia, sono in prevalenza carnivori predatori e la loro specializzazione consiste nel trattenere la preda in prossimità della bocca, riversare al suo interno gli enzimi digestivi, e quindi risucchiare la poltiglia liquida prodotta da questa digestione esterna. Se si osservano i resti di un insetto finito nella rete di un ragno il corpo appare integro, ma se si guarda bene non è che un guscio vuoto, è un esoscheletro il cui contenuto è stato risucchiato.

FIGURA 17

Gli scorpioni, come questo *Vejovis*, usano le loro quattro paia di zampe per spostarsi e per scavare. Questa femmina trasporta la sua prole al sicuro in un rifugio.



Negli *scorpioni* il sottile addome segmentato termina con un pungiglione velenoso (■ figura 17). Con la coda ripiegata ad arco in avanti usano il pungiglione per paralizzare e uccidere la preda; per afferrarla utilizzano la seconda coppia di appendici, i pedipalpi, che hanno forma di robuste pinze.

Un altro vasto gruppo di aracnidi è quello degli *acari* e delle *zecche*. Di acari ve ne sono molte specie, soprattutto minuscole, che vivono prevalentemente nel suolo, tra le foglie in decomposizione o in pozze d'acqua. Alcuni acari sono di dimensioni microscopiche, come quelli che vivono tra i tessuti (lenzuola, tende, tappeti) e provocano in alcune persone delle allergie (■ figura 18a). Le zecche vivono da parassiti su altri animali: uccelli, cavalli, cani, gatti e perfino l'uomo. Oltre che fastidiosi, questi parassiti sono pericolosi perché, succhiando il sangue, possono trasmettere all'ospite microrganismi che causano gravi infezioni.

Le classi dei chilopodi e dei diplopodi includono, rispettivamente, i *centopiedi* e i *millepiedi* (■ figura 18b). Questi animali conservano un corpo nettamente metameroico con numerosi segmenti, senza una differenziazione tra torace e addome. Nei **chilopodi** ciascun segmento porta un paio di zampe, nei **diplopodi** due paia. Si tratta di artropodi terrestri presenti un po' dappertutto, che raggiungono la massima diffusione negli ambienti umidi tropicali e subtropicali.

per fissare i concetti

29 Descrivi le principali differenze nella struttura corporea tra i ragni e gli insetti.

30 In quale caratteristica i centopiedi e i millepiedi differiscono dalle altre classi di artropodi?

FIGURA 18

a. Gli acari vivono nella polvere domestica, nei tappeti, nei divani, nelle moquette. **b.** Nei diplopodi, come questo millepiedi, ciascun segmento, eccettuati pochi anteriori e posteriori, porta due paia di zampe.



a



b

11 Corpo molle e conchiglia: i molluschi

I **molluschi** sono il secondo phylum animale per numero di specie: circa 100 000. Essi hanno avuto origine nel mare circa 500 milioni di anni fa, e sebbene alcuni si siano successivamente adattati alle acque dolci e agli ambienti terrestri, la maggior parte vive ancora oggi negli oceani.

I molluschi sono un gruppo molto eterogeneo per forma e grandezza: dalla minuscola *chiocciola* lunga neppure un centimetro al *calamaro* gigante che può raggiungere i 18 metri di lunghezza, tentacoli compresi.

Nonostante la loro grande diversità, i molluschi hanno una caratteristica in comune: hanno tutti un corpo molle privo di metameria.

Il corpo così vulnerabile è racchiuso nella maggior parte dei casi dentro una **conchiglia** molto dura costituita da carbonato di calcio (*calcare*).

Nella maggior parte dei molluschi adulti si distinguono:

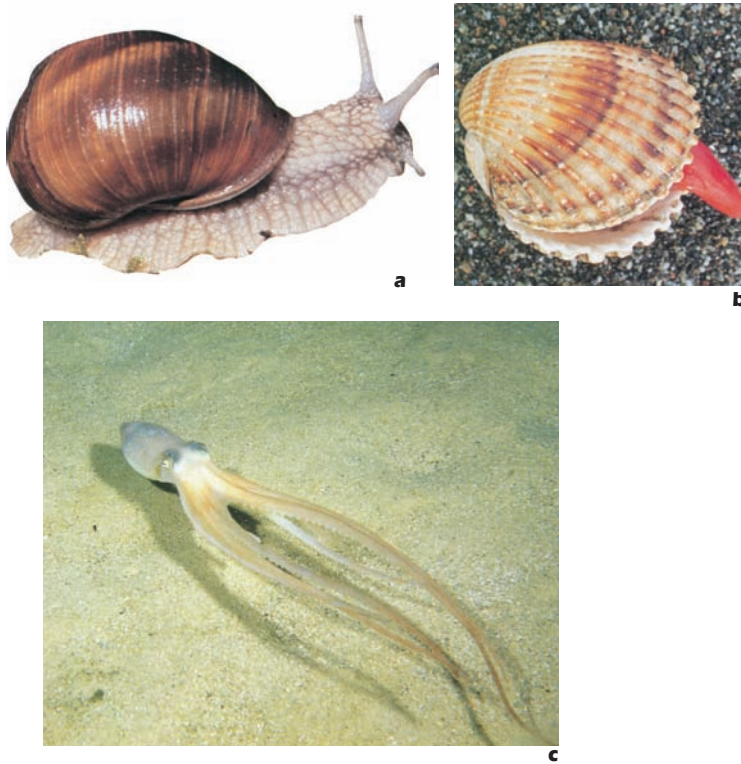
- il **capo** con gli organi di senso e la bocca;
- il **mantello**, che forma il resto del corpo ed è costituito da muscoli molto sviluppati;
- i **visceri**, cioè gli organi interni (stomaco, intestino, cuore, reni ecc.), tutti ben sviluppati e racchiusi nel mantello;
- il **pie**, una massa muscolare esterna, particolarmente sviluppata e di forma varia, che serve ai molluschi per spostarsi (da qui il suo nome).

Sono tre le classi principali dei molluschi: i *gasteropodi* (chiocciole e lumache), i *bivalvi* (ostriche, vongole, cozze) e i *cefalopodi* (seppie, polpi, calamari).

I **gasteropodi** comprendono oltre i tre quarti di tutti i molluschi e sono diffusi, oltre che in mare, nelle acque dolci e sulla terraferma. Hanno una conchiglia avvolta a spirale, formata da un solo pezzo. Essa serve da protezione per l'animale che, essendo molto lento, non è in grado di sfuggire ai predatori. Vi sono però anche specie prive di conchiglia esterna, come le *limacce* dei prati.

I gasteropodi hanno un piede molto sviluppato, con il quale strisciano sui fondali o sui terreni umidi (■ figura 19a). Il piede si trova in posizione ventrale, sotto il tubo digerente, da cui il nome di questa classe, che significa letteralmente «stomaco-piede». La bocca è munita di un apparato raschiatore, la **radula**, una specie di lingua con dentelli che sporgendo fuori dalla bocca viene usata per grattare la vegetazione degli scogli e persino per perforare le conchiglie di altri molluschi.

Ai **bivalvi** appartengono molluschi che conducono una vita sedentaria. La loro conchiglia è formata da due pezzi (*valve*) tenuti insieme da una specie di

**FIGURA 19**

a. La chiocciola terrestre si sposta grazie al robusto piede muscolare. Nella regione della testa sono evidenti le antenne e gli occhi. **b.** La conchiglia dei bivalvi è fatta da due valve incernierate. **c.** Il polpo può spostarsi a grande velocità con un movimento a propulsione; in caso di pericolo espelle una cortina di inchiostro prodotto da speciali ghiandole.

cerniera e chiusi da potenti muscoli (■ figura 19b). Di solito la conchiglia è semiaperta e mostra un coloratissimo mantello, come nelle *tridacne*, ma non appena si prospetta un pericolo viene subito richiusa ermeticamente.

Nei bivalvi il corpo è più o meno schiacciato, senza un capo distinto. Il piede forma una specie di scalpello che, sporgendo dalla conchiglia, serve all'animale per affondare nella sabbia. L'alimentazione nei bivalvi avviene mediante filtrazione dell'acqua, che viene convogliata nell'organismo dall'azione di due **sifoni**: uno che introduce l'acqua (*inalante*) e uno che la emette (*esalante*). Le particelle di cibo in sospensione rimangono intrappolate dentro il corpo del mollusco. A causa di questo meccanismo, i bivalvi che vivono vicini a scarichi di fognatura, come le *cozze*, possono concentrare dentro i loro corpi batteri e virus patogeni, come quelli del tifo e dell'epatite, ed essere quindi pericolosi se mangiati crudi.

I **cefalopodi** oggi viventi sono privi di conchiglia, con il vantaggio di poter condurre una vita più attiva. Nella *seppia* la conchiglia è infatti un «organo

vestigiale», cioè un ricordo del passato evolutivo che non ha più funzionalità. Essa è ridotta a una semplice lamella calcarea situata all'interno del corpo e viene comunemente chiamata «osso di seppia». Nei *polpi* la conchiglia manca del tutto. Tra i cefalopodi, solo il genere *Nautilus* la conserva.

Il nome cefalopodi significa «piede a livello della testa», perché ciò che nelle altre forme viene chiamato piede nei cefalopodi si è suddiviso per formare attorno alla testa un gran numero di **tentacoli**, dotati di rapidi movimenti e forniti di ventose per catturare le prede. A differenza degli altri molluschi, infatti, i cefalopodi sono animali molto veloci e temibili carnivori. La loro bocca è provvista di una specie di **becco corneo**.

Il mantello dei cefalopodi è molto ricco di muscoli e quando si contrae spinge fuori a forza l'acqua attraverso uno stretto imbuto, derivato dal piede: l'animale viene così spinto all'indietro per propulsione a getto (■ figura 19c).

Questo modo di vita attivo ha portato allo sviluppo di un cervello e di organi di senso efficienti; in particolare gli occhi sono molto complessi e assomigliano agli occhi dei vertebrati.

per fissare i concetti

- 31** Quali parti si possono individuare nel corpo di un mollusco? A che cosa serve la radula?
- 32** Quali sono le principali classi del phylum molluschi? In quale classe il piede e il mantello sono più specializzati e progrediti?
- 33** Come si nutre una vongola? Come mai vongole e cozze possono trasmettere agenti patogeni all'uomo che se ne ciba?

12 A simmetria raggiata e spinosi: gli echinodermi

Il phylum degli **echinodermi** comprende relativamente poche specie, circa 6000, adattate a un unico ambiente, il mare, e comprende animali come i *gigli di mare*, le *oloturie* (o «cetrioli di mare») i *ricci di mare*, le *stelle marine* (■ figura 20a-c).

Il nome echinodermi deriva dal greco e vuol dire «pelle spinosa». E infatti le caratteristiche principali del phylum sono:

- la simmetria raggiata, ben evidente nelle stelle e nei ricci di mare;
- il **dermascheletro**, uno scheletro costituito da piccole placche e spine calcaree disposte appena al di sotto dello strato più superficiale della pelle.

La simmetria raggiata e lo scheletro non articolato rendono questi animali adatti a una vita sedentaria. I lenti movimenti che riescono a compiere sui fon-

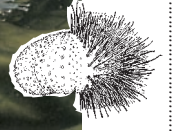
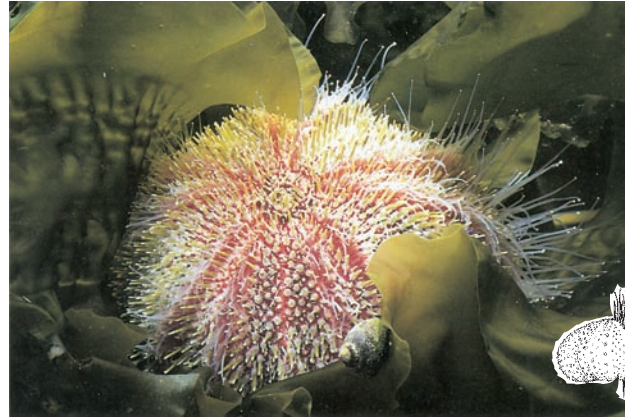
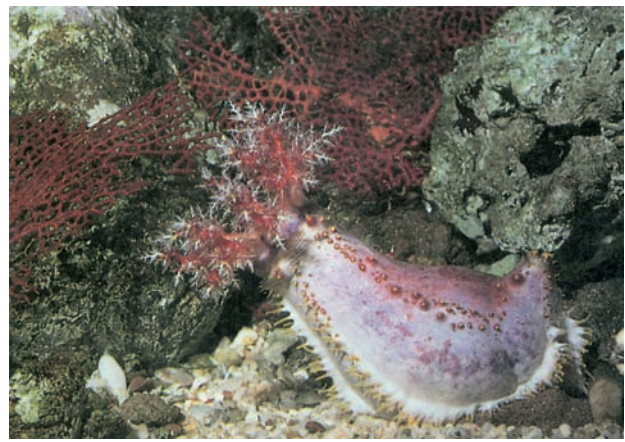


FIGURA 20

a. Le stelle di mare sono predatori. **b.** I pedicelli di questo riccio *Echinus*, tipici di tutti gli echinodermi, servono per nutrirsi, per la pulizia personale, per gli spostamenti. **c.** Pur essendo un echinoderma, il cetriolo di mare non ha una simmetria raggiata, ma i pedicelli gialli sono allineati su 5 file, tante quante le braccia di una stella di mare.



dali marini o attaccati agli scogli sono dovuti alla presenza di appendici mobili, i **pedicelli ambulacrali**, che fuoriescono dai pori del dermascheletro.

I pedicelli fanno parte di un ingegnoso sistema idraulico, l'**apparato acquifero** o **ambulacrale**. Esso è formato da una serie di canali in cui circola l'acqua. Da questi canali si dipartono i pedicelli ambulacrali alla cui base c'è un'ampolla piena di liquido. Quando l'ampolla si contrae, la pressione dell'acqua provoca l'estensione dei pedicelli che terminano con una piccola ventosa con la quale possono aderire a qualsiasi superficie.

La simmetria raggiata degli echinodermi può far pensare a organismi molto primitivi, affini alle spugne e alle meduse. L'osservazione delle loro larve riserva però notevoli sorprese. Le larve degli echinodermi, infatti, non assomigliano agli adulti. Esse hanno simmetria bilaterale, ma il fatto più sorprendente è che assomigliano nell'aspetto alle larve di alcuni animali più evoluti, i **cordati**, di cui parleremo nel prossimo paragrafo. Questa somiglianza nello stato larvale tra gli echinodermi e i cordati (e quindi i vertebrati) ha permesso di stabilire un certo grado di parentela tra questi due gruppi di animali, apparentemente così diversi sia per organizzazione anatomica sia per modi di vita.

per fissare i concetti

- 35** Da quale caratteristica deriva il nome *echinodermi*?
- 36** Qual è la funzione dell'apparato acquifero? Come funzionano i pedicelli ambulacrali?
- 37** Quale indizio c'è che gli echinodermi siano animali evoluti più di quanto la loro struttura corporea faccia pensare?

13 Verso i vertebrati: i cordati

Nessuno di noi potrebbe immaginare di essere imparentato con animali dal corpo gelatinoso che vivono in colonie fissi sui fondali marini, volgarmente detti «sputi di mare» e con terminologia scientifica *ascidie* (■ figura 21a, a p. seguente). Ebbene, le larve delle ascidie nuotano come piccoli girini muovendo la coda, che è resa rigida da un cordoncino sottile (■ figura 21b). Questa struttura di sostegno, la **corda dorsale**, compare anche negli embrioni dei vertebrati. Le ascidie sono perciò classificate nello stesso phylum a cui appartengono tutti i vertebrati, compresa la nostra specie: il phylum dei **cordati**.

I cordati sono un gruppo di animali molto vario, adattato ai più diversi ambienti (pensate ai vertebrati: pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi).

Tutti i cordati hanno, almeno in uno stadio della loro vita, la **corda dorsale**, il **tubo neurale**, le **fessure branchiali**.

- La **corda dorsale** è una struttura cilindrica sottile e flessibile che serve per il sostegno e il movimento del corpo. Nei *vertebrati*, che rappresen-



FIGURA 21

a. Nonostante l'apparenza gelatinosa, le ascidie sono animali molto vicini ai vertebrati. In genere, vivono in colonie ancorate al fondo e si cibano di plancton. **b.** La larva di ascidia è molto diversa dalla forma adulta: nella foto s'intravede la corda dorsale. **c.** Un anfiosso adulto.

tano il gruppo più numeroso ed evoluto dei cordati, la corda dorsale è presente solo allo stadio embrionale; essa viene sostituita durante lo sviluppo dalla **colonna vertebrale** (■ figura 22).

- Il **tubo neurale** è un cordone di tessuto nervoso che corre appena al di sopra della corda dorsale. Nei vertebrati la parte anteriore si ingrossa e forma il **cervello**, la parte posteriore costituisce invece il **midollo spinale**, che corre dentro la colonna vertebrale.
- Le **fessure branchiali** sono una serie di aperture nella regione della gola che mettono in comunicazione il primo tratto del tubo digerente con l'esterno. Esse hanno la funzione di far circolare l'acqua dentro il corpo in modo da estrarne l'ossigeno e le particelle di cibo.

Nei pesci, con la comparsa di robuste mascelle munite di denti, le fessure branchiali conservano solo la funzione respiratoria. Nei vertebrati terrestri, che respirano ossigeno atmosferico, le fessure branchiali compaiono solo nei primissimi stadi di sviluppo dell'embrione, e successivamente la respirazione avviene per mezzo di polmoni.

I cordati condividono altre caratteristiche. Essi hanno, tranne rarissime eccezioni, una **simmetria bilaterale** con un capo distinto, qualche forma di **segmentazione** (nei vertebrati la colonna vertebrale, le costole e i muscoli intercostali) e un **celoma** ben sviluppato.

I cordati più semplici, oggi scarsamente rappresentati, sono organismi esclusivamente acquatici con una organizzazione anatomica piuttosto primi-

tiva. Gli **urocordati** (o **tunicati**), come le ascidie, hanno la corda dorsale solo durante lo stadio larvale e solo nella coda. I **cefalocordati** hanno la corda che si estende per tutta la lunghezza del corpo anche nell'adulto: nell'**anfiosso**, un animaletto di pochi centimetri che vive sotto la sabbia e ritenuto da molti studiosi simile ai vertebrati primitivi, alla corda dorsale sono attaccati fasci di muscoli con disposizione segmentata (■ figura 21c). La contrazione alternata dei muscoli di un lato e di quelli del lato opposto provoca un movimento ondulatorio, simile a quello dei pesci, che determina la spinta in avanti dell'animale.

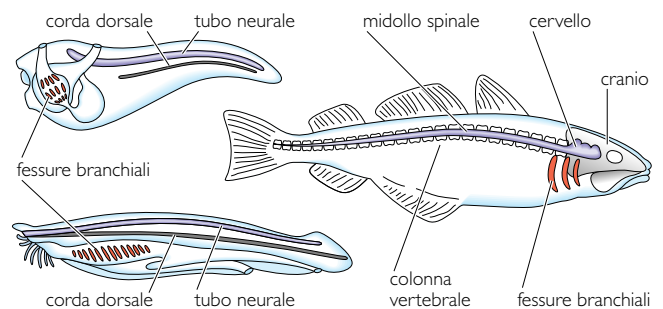
Ai **vertebrati**, il gruppo oggi più rappresentativo dei cordati, è interamente dedicata la prossima UD.

per fissare i concetti

- 37** Che cos'è la corda dorsale? A che cosa serve?
38 Quali sono, oltre alla corda dorsale, le altre caratteristiche comuni ai cordati?
39 Quali sono i cordati invertebrati?

FIGURA 22

La corda dorsale dell'ascidia e dell'anfiosso diventa la colonna vertebrale del pesce.



Quali caratteristiche distinguono gli animali dagli altri esseri viventi? Qual è la loro origine evolutiva?

Gli organismi classificati nel regno animale sono **pluricellulari**, costituiti da **cellule eucariote** ed **eterotrofi a digestione interna**. Gli animali, costretti a cercare attivamente le fonti di cibo, hanno dovuto acquisire la capacità di muoversi. Il fatto di essere pluricellulari ha permesso l'evolversi di cellule, tessuti e organi specializzati.

Si pensa che i primi animali si siano evoluti a partire da protisti unicellulari. I fossili di animali primitivi risalgono a 700 milioni di anni fa. Si hanno testimonianze che circa 500 milioni di anni fa, nel Cambriano, i mari erano popolati da numerosi gruppi di invertebrati.

Quali sono gli invertebrati più semplici? Quali le loro caratteristiche principali?

Il regno degli animali è suddiviso in circa **35 phyla** (al singolare **phylum**). Gli **invertebrati** sono gli animali privi di colonna vertebrale, e comprendono il 95% delle specie note, mentre i **vertebrati** costituiscono una piccola percentuale. In totale le specie animali sono ben oltre un milione.

Gli invertebrati più semplici sono in prevalenza acquatici, o comunque legati ad ambienti umidi:

- Il phylum dei **poriferi** o **spugne** comprende animali acquatici dal corpo semplice, con cellule specializzate per diversi compiti ma non organizzate in tessuti. Sono fissi al substrato (**sessili**) e filtrano l'acqua attraverso piccole aperture della superficie cutanea, i **pori**.
- Il phylum degli **cnidari** o **celenterati** (polipi, meduse) comprende animali acquatici a **simmetria raggiata**, provvisti di **cellule urticanti**; il loro canale digerente ha una sola apertura, la **bocca**.
- Il phylum dei **platelminti** o **vermi**

piatti comprende animali appiattiti, con un tubo digerente a fondo cieco, legati agli ambienti terrestri umidi o vivono da parassiti.

- Il phylum dei **nematodi** o **vermi cilindrici** comprende animali filiformi a sezione cilindrica, i primi ad avere una seconda apertura corporea: l'**ano**. Molti nematodi sono parassiti responsabili di gravi malattie nell'uomo.
- Il phylum degli **anelidi** o **vermi segmentati** comprende vermi più complessi, con il corpo formato da tanti segmenti uguali, chiamati **metameri**. Oltre alla **metameria**, negli anelidi compare il **celoma**, una cavità in cui sono sospesi gli organi interni.

Quali sono i vantaggi della simmetria bilaterale e quali gruppi di invertebrati la presentano?

La **simmetria bilaterale** compare quando gli animali cominciano a muoversi attivamente alla ricerca di cibo. Nel loro corpo si distinguono una **regione cefalica** (anteriore) e una **caudale** (posteriore), in genere con una coda. La regione **ventrale** (in basso) e **dorsale** (verso l'alto) possono specializzarsi con strutture differenziate (ispessimenti, setole), così come le parti laterali, che sviluppano **appendici** atte al movimento (zampe, arti). La simmetria bilaterale in sostanza rende più complessi ed efficienti gli animali, permettendo anche la conquista di ambienti diversi da quello acquatico.

Sono a simmetria bilaterale i phyla: **platelminti**, **nematodi**, **anelidi**, **artropodi**, **molluschi**, **echinodermi** (solo gli stadi larvali), **cordati**.

Quali sono gli invertebrati più complessi? Quali le loro caratteristiche principali?

Gli invertebrati più complessi sono sia acquatici sia terrestri:

- Il phylum degli **artropodi** è il più numeroso e diffuso del regno animale.

Sono animali **metamerici**, con i segmenti del corpo che si differenziano per forma, struttura, dimensioni e funzioni. Vi si distingue un **capo**, un **torace** e un **addome**; il primo e secondo segmento sono talvolta riuniti in un **cefalotorace**. Possiedono un **esoscheletro** di chitina articolato. Le principali classi sono: i **crostacei** (acquatici), gli **insetti**, gli **aracnidi**, i **chilopodi** e i **diplopodi**, tutte terrestri.

- Il phylum dei **molluschi** comprende animali con corpo molle di solito protetto da una **conchiglia** calcarea, nella maggior parte dei casi esterna, ma in qualche caso interna oppure assente.
- Il phylum degli **echinodermi** comprende animali esclusivamente marini, con **simmetria raggiata** nello stadio adulto, ma con stadio larvale a simmetria bilaterale, il che li fa assomigliare alla larva dei cordati. Per questo gli echinodermi sono considerati invertebrati evoluti.
- Il phylum dei **cordati** comprende sia animali invertebrati (**urocordati** e **cefalocordati**) sia i **vertebrati**. Tutti i cordati presentano, in qualche stadio della loro vita, una **corda dorsale**, delle **fessure branchiali** e un **tubo neurale**.

Perché gli insetti hanno avuto un enorme successo evolutivo?

Il successo e la diversificazione degli insetti sono legati a efficienti adattamenti all'ambiente. L'**esoscheletro** chitinoso mantiene in forma il corpo, fornisce punti di attacco ai muscoli, e impedisce la disidratazione. Le **ali** hanno permesso la diffusione cosmopolita del phylum.

Gli apparati boccali e sensoriali altamente specializzati hanno permesso lo sfruttamento di risorse alimentari diversificate.

Inoltre, il **sistema respiratorio** è costituito dalle **trachee**, tubi cavi che sono in diretta connessione con l'aria esterna e che raggiungono ogni cellula ramificandosi capillarmente all'interno.

A Scegli il completamento **corretto** delle seguenti affermazioni.

1 Hanno simmetria bilaterale:

- a** stella di mare e idra.
- b** lombrico e mosca.
- c** planaria, riccio di mare e medusa.
- d** anemone di mare e giglio di mare.

2 Ha un sistema circolatorio ben sviluppato:

- a** la spugna.
- b** la tenia (verme solitario).
- c** la medusa.
- d** il lombrico.

3 Quali dei seguenti caratteri non possono essere presenti in un animale che vive sulla terraferma?

- 1** simmetria raggiata
- 2** respirazione mediante trachee
- 3** fecondazione esterna
- 4** apparato boccale filtrante
- 5** dentatura specializzata

Sono corrette:

- a** 1, 3, 4
- b** 1, 2, 4
- c** 2, 3, 5
- d** 2, 3

4 Gli aracnidi hanno

- a** le antenne.
- b** cinque paia di zampe.
- c** robuste mandibole.
- d** corpo diviso in due regioni.

5 Il sangue degli insetti non trasporta ossigeno perché

- a** le cellule degli insetti non ne hanno bisogno.
- b** l'ossigeno arriva alle cellule mediante le trachee.
- c** gli insetti sono organismi anaerobi.
- d** l'ossigeno arriva alle cellule attraverso l'esoscheletro.

B Scegli il completamento **errato** delle seguenti affermazioni.

6 La planaria

- a** ha bocca e ano distinti.
- b** ha simmetria bilaterale.
- c** è un plateminta.
- d** vive nel fango degli stagni.

7 I nematodi

- a** hanno un esoscheletro.
- b** sono vermi cilindrici.
- c** hanno bocca e ano.
- d** sono in gran parte parassiti.

8 Gli anellidi

- a** sono animali metamerici.
- b** hanno simmetria bilaterale.
- c** sono privi di celoma.
- d** hanno uno scheletro idraulico.

9 Gli artropodi

- a** sono animali metamerici.
- b** hanno un esoscheletro.
- c** hanno arti articolati.
- d** sono tutti terrestri.

10 Gli echinodermi

- a** hanno larve con simmetria raggiata.
- b** sono esclusivamente marini.
- c** hanno il dermascheletro.
- d** hanno l'apparato acquifero.

11 I cordati

- a** sono tutti invertebrati.
- b** hanno il celoma.
- c** hanno il tubo neurale nella regione dorsale.
- d** hanno tutti le fessure branchiali allo stadio embrionale.

D O M A N D E & P R O B L E M I

1 Collega ciascuna classe di artropodi (a sinistra) con la descrizione appropriata (a destra).

- | | |
|--|---|
| <p>a crostacei</p> <p>b aracnidi</p> <p>c diplopodi</p> <p>d insetti</p> | <p>1 hanno un paio di antenne e 3 paia di zampe</p> <p>2 hanno l'esoscheletro impregnato di sali minerali e respirano con le branchie</p> <p>3 hanno un corpo diviso in due regioni e 4 paia di zampe</p> <p>4 hanno il corpo formato da numerosi segmenti, ciascuno con 2 paia di arti</p> |
|--|---|

2 Scrivi i nomi con i quali vengono indicati nella classificazione scientifica i phyla degli invertebrati descritti qui sotto.

- a** animali marini a forma di sacchetto con cellule urticanti
.....
- b** vermi privi di metameria con corpo piatto
.....
- c** vermi segmentati con bocca e ano
.....
- d** animali marini con dermascheletro
.....
- e** animali con corda dorsale e fessure branchiali
.....

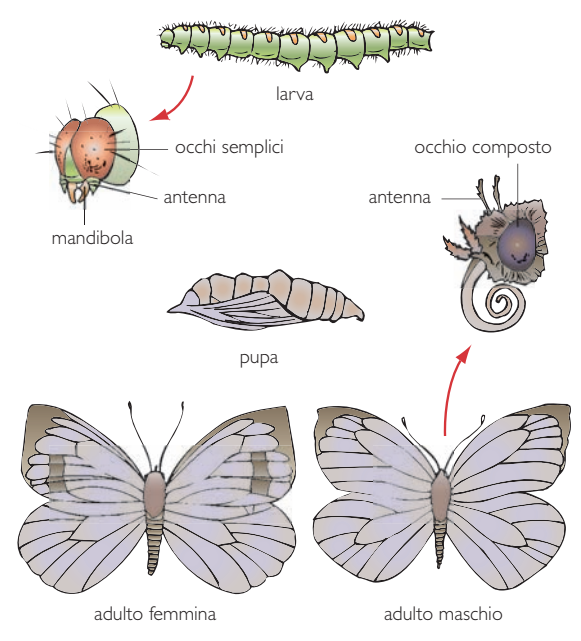
3 Le meduse, i polipi, le stelle e i ricci di mare hanno simmetria raggiata; le loro larve hanno invece simmetria bilaterale. Prova a spiegare il motivo di questa differenza tra giovani e adulti.

4 Quali dei seguenti caratteri sono presenti in tutti gli insetti?

- a** apparato boccale succhiante
- b** 3 paia di zampe
- c** I paio di antenne
- d** fecondazione interna
- e** esoscheletro

5 La figura mostra la larva, la pupa e l'adulto, maschio e femmina, della farfalla cavolaia; mostra anche il capo ingrandito della larva e dell'adulto. Osserva bene e rispondi alle domande.

- a** Che tipo di apparato boccale presentano la larva e l'adulto? Qual è la loro alimentazione?
- b** Nella pupa non sono presenti né un apparato boccale né altri organi. Come spieghi tutto ciò? Che cosa accade durante questo stadio della metamorfosi?
- c** La larva ha organi di senso poco sviluppati (antenne rudimentali, occhi semplici), mentre l'adulto li ha sviluppati (antenne lunghe, occhi composti). A che cosa attribuisce queste differenze?
- d** Come viene definita la modalità di sviluppo della cavolaia? Quali vantaggi porta agli insetti?



6 Anellidi e artropodi presentano un'organizzazione del corpo metamERICA. Quali vantaggi può dare? Confronta i due tipi di metameria e spiega le differenze.

7 Un tempo i vertebrati erano considerati un phylum, oggi invece vengono classificati nel phylum cordati insieme ad animali come l'ascidia e l'anfiosso. Sai spiegare perché?