



210
BIBLIOTECA DELLE SCIENZE FISICHE E NATURALI

D.^R C. CLAUS

Professore di Zoologia e Anatomia comparata
all'Università di Vienna

MANUALE

DI

ZOOLOGIA

Traduzione italiana sulla quinta edizione tedesca

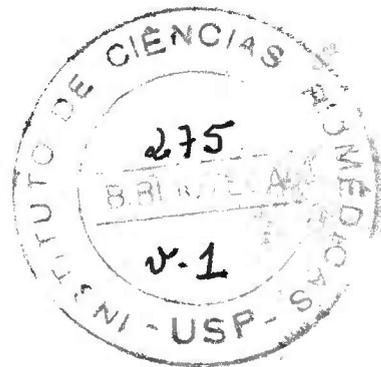
DEL DOTTOR

G. CATTANEO

Professore d'Anatomia comparata all'Università di Genova

PARTE PRIMA

con 435 figure intercalate nel testo



CASA EDITRICE

DOTT FRANCESCO VALLARDI

MILANO, Corso Magenta, 48. NAPOLI, S. Anna dei Lombardi, 36.

TORINO, Carlo Alberto, 5. FIRENZE, Alfani, 41. GENOVA, Piazza Fontane Marose. ROMA, Belsiana, 60. BOLOGNA, Farini, 10.
PADOVA - PALERMO - CATANIA

OL45
C616m

1

v.1

Proprietà letteraria

PREFAZIONE ALLA QUINTA EDIZIONE

Con questa nuova revisione, il presente libro, che nelle prime quattro edizioni aveva il titolo di **Trattato di Zoologia**, indi, ridotto a forma più breve, quello di **Manuale di Zoologia**, si pubblica per la nona volta, ed entra nel suo venticinquesimo anno di vita. Per quanto io abbia procurato di evitare possibilmente un aumento di volume, tuttavia per approfondire i varî argomenti scientifici, non potei a meno di introdurre numerose aggiunte e variazioni, le quali, insieme alla necessaria inserzione di nuove incisioni in legno, portarono un aumento non indifferente nel numero delle pagine. Io nutro tuttavia la speranza che il mio libro, anche in questa forma nuovamente accresciuta, riceverà la stessa benigna e favorevole accoglienza che ebbe finora; e specialmente da quegli studenti, che intendono iniziarsi seriamente alla nostra scienza, l'aumento dell'opera verrà approvato. Quantunque solo la cognizione di una piccola parte del contenuto basti per le prove di molti studenti, specialmente di medicina, tuttavia la materia, nel suo insieme, è esposta in modo completo e armonico. Le parti speciali possono servire ad elucidare e documentare la parte generale, la quale introduce alle scienze della morfologia e della fisiologia degli animali su ampî fondamenti comparativi. Perciò anche mi parve più desiderabile una esposizione minuta e fondamentale, piuttosto che una trattazione superficiale e breve, la quale (come mostrano parecchie libere versioni assai abbreviate fatte sulla traccia del mio libro, o imitazioni apparse in lingua tedesca come guide per gli studenti, o in tedesco ritradotte con varie modificazioni) si raggiunge solo a danno di un indirizzo severo e proporzionale, e più non corrisponde alle esigenze di un trattato scientifico.

Mi è di speciale soddisfazione l'osservare che tal modo di trattazione, da me iniziato, ottenne favore e approvazione anche fuori dell'Austria e della Germania, come lo provano le traduzioni in francese (con tre edizioni), in inglese e in russo (ciascuna con due edizioni), e le altre, quest'anno incominciate, in ispagnuolo (Montaner e Simon, Barcellona) e in italiano (Vallardi, Milano).

La stampa cominciò al principio del 1889, e durò quasi un anno e tre quarti; ciò spiega perchè non si sia tenuto conto dei lavori più recenti, e siano state necessarie delle aggiunte correttive ai capitoli sugli animali inferiori (1).

Rendo particolari grazie, di nuovo, al prof. C. Grobben, per la cura speciale da lui posta nella correzione della stampa.

Vienna, Ottobre, 1890.

L' AUTORE.

(1) Le aggiunte e correzioni qui accennate, che si trovavano in appendice all'edizione tedesca, furono intercalate ai loro luoghi nell'edizione italiana. Fu aggiunta l'indicazione di alcuni recenti lavori.
(Nota del Traduttore).

PREFAZIONE. ALL' EDIZIONE ITALIANA

A tutti è noto quale elevato posto tenga la ZOOLOGIA fra le scienze moderne. Essa si presta, anzitutto, ad applicazioni importanti all' agricoltura e all'economia sociale, insegnandoci a distruggere gli animali nocivi e a propagare gli utili; ha applicazioni ancor più importanti nella medicina, fornendoci la conoscenza dei numerosi e spesso dannosi parassiti. Ma il suo ufficio è anche più alto nell'ordine scientifico. Le forme organiche sono unite fra loro da rapporti di parentela, e noi stessi formiamo parte della serie zoologica, onde, studiando le leggi generali della vita, impariamo a meglio conoscere noi stessi. La ZOOLOGIA, mostrandoci il vero valore dei tessuti e della cellula (che può anche trovarsi come un organismo liberamente vivente), la connessione tra gli animali attuali e quelli fossili, e il significato delle forme embriologiche (che ripetono transitoriamente, negli animali superiori, forme definitive negli inferiori), è divenuta quasi un campo centrale, in cui si raggruppano e si lumeggiano a vicenda tutti quegli studî speciali, che si conoscono sotto il nome di *anatomia umana e comparata, istologia, fisiologia, paleontologia, embriologia*.

Di questa scienza non esiste un trattato recente ed esteso nella nostra lingua; onde abbiamo pensato di recare in italiano l'opera dell'illustre prof. CLAUS di Vienna. Tra i varî indirizzi scientifici, l'autore seppe tenere un cammino sicuro, dando sviluppo non meno alla parte sistematica, che alle cognizioni anatomiche ed embriologiche. Evoluzionista convinto, egli sottopone però le opinioni dei varî autori a un severo esame, mantenendo nel campo evolutivo un *criticismo*, fecondo di ulteriori progressi.

L'opera consta di oltre 900 pagine, con 869 incisioni. Precede la *parte generale*, in cui si tratta della organizzazione e dei tessuti degli animali, delle loro funzioni, del loro sviluppo. V'è un ampio riassunto della storia della scienza, con un'esposizione attraente e ragionata della teoria di Darwin. Segue la *parte speciale*.

Questa contiene la descrizione delle numerose forme animali, che il CLAUS ripartisce in 9 tipi: *Protozoi, Celenterati, Echinodermi, Vermi, Artropodi, Molluschi, Molluscoidi, Tunicati, Vertebrati*. Per ogni argomento trovasi una copiosa bibliografia.

L'edizione italiana contiene poi alcune aggiunte, fatte col consenso dell'autore, per tener conto delle ultime novità della scienza.

Essendo obbligatorio lo studio della zoologia per gli studenti di medicina e chirurgia, di farmacia, di veterinaria, d'agricoltura, di scienze naturali, confidiamo che quest'ottimo trattato, non meno utile al principiante che allo scienziato, si diffonderà ben presto nelle scuole e nei laboratorî italiani, compensando l'editore dei gravi sacrificî sostenuti per pubblicarlo.

PARTE GENERALE

Corpi naturali organici e inorganici.

Nel mondo sensibile si distinguono dei corpi viventi, o organizzati, e dei corpi privi di vita, o inorganici. I primi, gli animali e le piante, sono dotati di movimento e subiscono svariate modificazioni, tanto nel loro insieme, quanto nelle loro parti, in seguito a un continuo scambio della materia che li compone. I corpi inorganici, invece, si trovano in uno stato di quiete, non assolutamente rigida e invariabile, ma senza quella autonomia di movimenti, che ha luogo nello scambio materiale. Nei corpi organizzati riconosciamo un'organizzazione, un'unione di parti eterogenee (organi), in cui le varie sostanze subiscono delle modificazioni chimiche; negli inorganici osserviamo una massa più omogenea, sebbene non sempre eguale quanto alla posizione e al modo di combinazione delle molecole, le cui parti persistono nell'equilibrio delle loro forze finchè l'unità del tutto non viene turbata. Nei corpi inorganici, nei cristalli, la materia è in equilibrio stabile, mentre nei viventi ha luogo una corrente materiale.

Sebbene le proprietà e le modificazioni dei corpi viventi siano strettamente sottoposte alle leggi fisico-chimiche, e tale dipendenza vada facendosi sempre più sentita coi progressi della scienza, tuttavia l'organismo è caratterizzato da alcuni speciali ordinamenti materiali, di natura non bene nota, e da alcune speciali condizioni, non bene chiarite nella loro essenza. Queste condizioni, che si possono dire *vitali*, senza perciò dubitare della loro connessione coi processi materiali, distinguono chiaramente l'organismo da ogni corpo inorganico, e consistono: 1.º nel modo di origine; 2.º nel modo di conservazione; 3.º nella forma e struttura.

L'origine dei corpi viventi non può ripetersi da agenti fisico-chimici in una data combinazione e sotto date condizioni di calore, pressione, elettricità, ecc.; secondo l'esperienza, è necessaria la preesistenza di esseri eguali o assai somiglianti, da cui essi vengono generati. Nello stato

attuale delle nostre cognizioni, la generazione spontanea (*generatio œquivoca*), sia pure per gli esseri più bassi e più semplici, non può ammettersi come attualmente operante (Pasteur), sebbene recentemente alcuni naturalisti (Pouchet) siano giunti, per mezzo di esperienze degne di nota, ma d'esito dubbio, all'opposto parere. La generazione spontanea, qualora fosse provata, renderebbe un gran servizio ai nostri sforzi di spiegazioni fisico-chimiche; *essa anzi è un postulato necessario, per spiegare la prima apparizione degli organismi.*

Il secondo e più importante carattere dell'organismo, a cui si connette la conservazione della vita, è il continuo rimutamento delle sostanze che compongono il corpo, il così detto *scambio della materia*. Ogni fenomeno di accrescimento suppone l'assorbimento e la trasformazione di particelle materiali. Ogni movimento, ogni secrezione, ogni estrinsecazione della vita si basa sullo scambio della materia, sulla distruzione e la neoformazione di combinazioni chimiche. A queste distruzioni e produzioni si connettono due proprietà necessarie dei viventi, cioè l'assorbimento degli alimenti e l'escrezione. Le sostanze che principalmente subiscono delle trasformazioni nello scambio materiale, sono le sostanze *organiche* (così dette perchè si presentano unicamente negli organismi), cioè le combinazioni ternarie e quaternarie del carbonio (nelle prime entra ossigeno, idrogeno e carbonio, nelle seconde vi si unisce anche l'azoto), e soprattutto gli albuminoidi. Queste combinazioni sono sdoppiate dall'animale in composti più semplici in seguito a ossidazioni, e sono invece sintetizzate dalle piante per un processo di sostituzione da composti più semplici o, in ultima istanza, anche dai corpi elementari inorganici. Ma, come le proprietà fondamentali generali dell'organismo (elasticità, peso, porosità) coincidono così completamente con quelle dei corpi inorganici, che è possibile formulare una teoria generale della costituzione della materia, così tutte le diverse sostanze semplici che compongono l'organismo si trovano anche nella natura inorganica. Non esiste insomma nell'organismo una speciale *sostanza viva*, più che non vi esista una forza vitale estranea ai processi naturali della materia.

Per lungo tempo, basandosi sul modo di aggruppamento degli atomi, si stabilì un marcato contrasto tra i corpi organici e gli inorganici, e le combinazioni del carbonio si considerarono come prodotti esclusivi dell'organismo. Ora però è dimostrato che non solo queste due sorta di combinazioni hanno le stesse leggi di costituzione e di aggruppamento atomico, ma che un non piccolo numero di combinazioni organiche può essere artificialmente prodotto per sintesi dai suoi elementi (urea, alcool, aceto, zucchero, amido, ecc.).

Questi fatti rendono verosimile la possibilità di sintetizzare molte combinazioni organiche, compresi gli albuminoidi, e conducono alla conclusione che le forze, le quali operano la formazione degli esseri organici, siano le stesse di quelle che agiscono nei corpi inorganici. Però,

quand' anche nell' avvenire si potessero sintetizzare artificialmente gli albuminoidi, non si sarebbe con ciò ancora creata la sostanza protoplasmatica con la sua struttura molecolare, come trovasi nella cellula vivente. Bisogna perciò attribuire alle proprietà dei corpi, e specialmente al complicato ordinamento molecolare della materia viva, le particolari funzioni dell'organismo, cioè lo scambio materiale, il moto e l'accrescimento.

Certamente lo scambio materiale, così importante per gli organismi, può, in certe condizioni, essere temporaneamente interrotto o anche soppresso, senza che l'organismo perda la facoltà di vivere. Disseccando o raffreddando certi organismi inferiori e i loro germi, si può sospendere o *rendere latente* la vita per mesi e anni, e, rendendo poi loro l'acqua, o il calore, si possono risuscitare questi corpi apparentemente morti, ma rimasti ancora vitali (*Anguillula tritici*, Rotiferi, uova di *Apus*, di *Branchipus*, di *Ostracodi*; — rane, insetti acquatici, semi delle piante).

Una terza proprietà dei corpi vivi sta nella sua forma generale e nel modo di riunione delle sue parti (*organizzazione*).

La forma dell'individuo inorganico, del cristallo, è limitata da linee rette, incontrantisi sotto determinati angoli, e da superfici piane o raramente sferiche, matematicamente determinabili, e tal forma rimane invariabile. Invece la forma dell'organismo (1), in causa del suo stato semifluido, è meno nettamente determinabile, e può variare entro certi limiti. La vita quindi si estrinseca come una serie ininterrotta di variazioni; l'accrescimento e la variazione della forma va di pari passo coi movimenti della materia. L'organismo comincia come una semplice cellula, e da questo primo abbozzo, consistente in un uovo o germe, si sviluppa in seguito a differenziamenti lentamente progredienti, e a trasformazioni delle sue parti, fino a un certo punto in cui acquista la facoltà di riprodursi; in seguito regredisce e finisce col decomporsi nei suoi elementi. Perciò il substrato del corpo organico possiede una costituzione più o meno molle e solubile, la quale è necessaria tanto per le trasformazioni chimiche dei componenti, (*corpora non agunt nisi soluta*), quanto per le modificazioni della forma generale; esso non è omogeneo, ma è formato di parti solide, semiliquide e liquide, costituenti aggregazioni di elementi particolarmente configurati. Il cristallo presenta invero, ad onta della formazione delle sue molecole per mezzo di gruppi atomici omogenei, un ordinamento di questi ineguale secondo le direzioni dello spazio, e perciò una struttura eterogenea; ma non presenta delle unità diverse, l'una all'altra subordinata, che, come gli organi del corpo vivente, servano da strumenti di diverse funzioni. Gli organi

(1) Il fatto che v'è un certo numero di prodotti solidi di secrezione negli organismi, come gusci, nicchi ecc., le cui formesi lasciano matematicamente determinare, non annulla il valore di questa distinzione.

alla loro volta, sono composti, nella loro fina struttura, di diverse parti (tessuti, o organi di grado inferiore), i quali hanno per unità elementare la *cellula*, e per loro punto d'origine la cellula germinale (*ovo-cellula* e *spermatoblasto* (fig. 1).

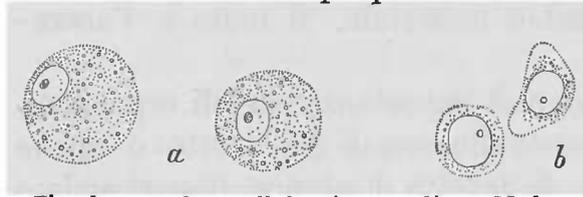


Fig. 1. — a Ovo-cellula giovane d'una Medusa. b Cellule madri degli spermatozoi (spermatoblasti) di un vertebrato, di cui una in moto ameboide

La cellula ha proprietà ben diverse da quelle del cristallo, e già riunisce in sè le proprietà dell'organismo vivo. Essa non deve essere definita come una vescicola circondata da una membrana, e con un contenuto liquido e un nucleo (Schwann), ma come un *grumettino di sostanza albuminoide semiliquida (Protoplasma) racchiudente di solito un corpo omogeneo, vescicolare, il nucleo*, e circondato spesso da una membrana anista. Quando questa ancora non esiste, la vita si estrinseca per mezzo del moto ameboide, più o meno distinto. Il protoplasma

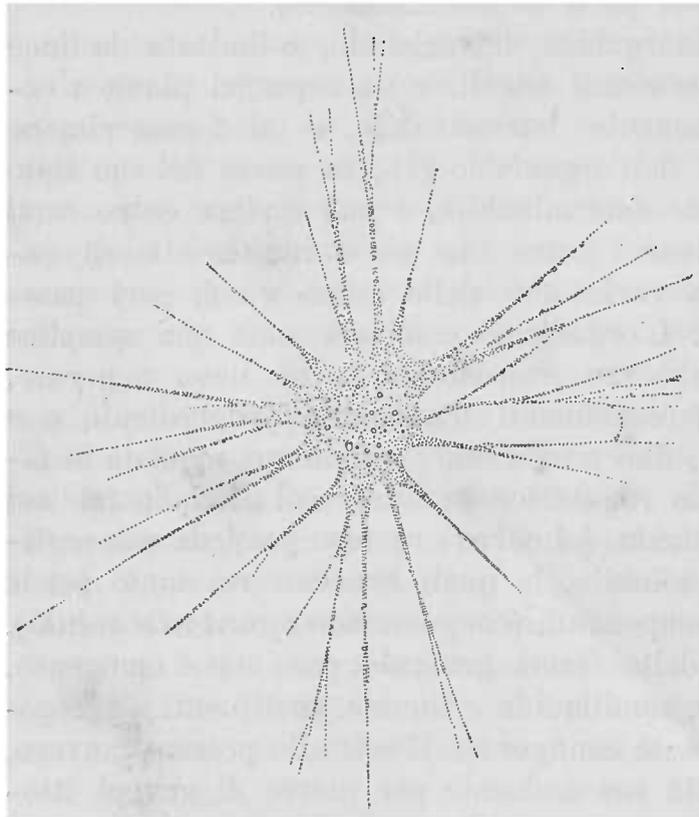


Fig. 2. — *Amoeba (Protozoen) porrecta* (da Max Schultze).

semiliquido può emettere e ritirare dei prolungamenti o processi di forma variabile (fig. 2).

In questa fondamentale forma organica, di cui sono composti tutti i tessuti e organi degli animali e delle piante, vi sono già tutti i caratteri di un organismo. *La cellula è la prima forma di organismo, è l'organismo più semplice.*

Mentre la sua origine dipende dalla preesistenza di altre cellule della stessa natura, la sua conservazione è resa possibile dallo scambio della materia. La cellula si nutre e secerne, cresce, si move, muta forma, si riproduce e ha una

propria organizzazione molecolare. Con la partecipazione del nucleo, essa produce, per divisione o formazione endogena di cellule figlie, nuove unità della sua specie, e fornisce i materiali necessari alla formazione dei tessuti, all'accrescimento e alle mutazioni del corpo. *A ragione si riconosce nelle cellule la forma speciale della vita, e a vita nell'attività propria della cellula* (Virchow).

Questo concetto della importanza della cellula come criterio dell'organizzazione e come la più semplice forma di vita, non si può impugnare ammettendo che esistono forme viventi ancor più semplici della cellula (secondo la data definizione), e che sembrano prive di nucleo (cellule di alcuni funghi *Schizomiceti*, *Protamebe*) (fig. 2), poichè recentemente, in alcuni organismi che si ritenevano privi di nucleo (Batteri, Moneri) (1), fu trovato un corpo centrale che deve considerarsi come un nucleo. Perciò il gruppo dei Moneri di Haeckel può essere notevolmente limitato, se pure non è a dubitarsi della esistenza attuale di un gruppo speciale di organismi citodici. Però siccome il nucleo rappresenta un differenziamento del protoplasma, non è assolutamente esclusa la possibilità di forme protoplasmatiche omogenee.

Vi sono dei corpi omogenei, privi di struttura anche se osservati coi più forti ingrandimenti, e che tuttavia, per le loro manifestazioni vitali, sono indubbiamente organismi, sebbene senza una vera organizzazione, ossia *organismi senz'organi*, ma che pur devono avere una organizzazione, risultante dalla loro struttura molecolare. Alcuni schizomiceti (*Micrococcus*) sono così piccoli, che è difficile, nei singoli casi, distinguerli dai granuli materiali, tanto più che presentano solo moti browniani (2) (fig. 3). Tuttavia, il protoplasma vivente, con la sua costituzione intima, ancora in gran parte ignota, è l'esclusivo criterio determinante la cellula e l'organismo elementare.

Sebbene le dette proprietà stabiliscano una opposizione essenziale tra i corpi viventi e i minerali, non bisogna perder di vista il fatto che negli organismi più semplici, pure dotati di fenomeni nutritivi e riproduttivi, non si può scoprire una organizzazione, e che molti esseri inferiori, tolti all'azione del calore e dell'acqua, perdono momentaneamente lo scambio materiale e i fenomeni vitali, sebbene conservino la loro vitalità. E siccome la materia organica che li forma è costituita di combinazioni, che si possono comporre sinteticamente anche all'infuori dell'organismo, si può giu-

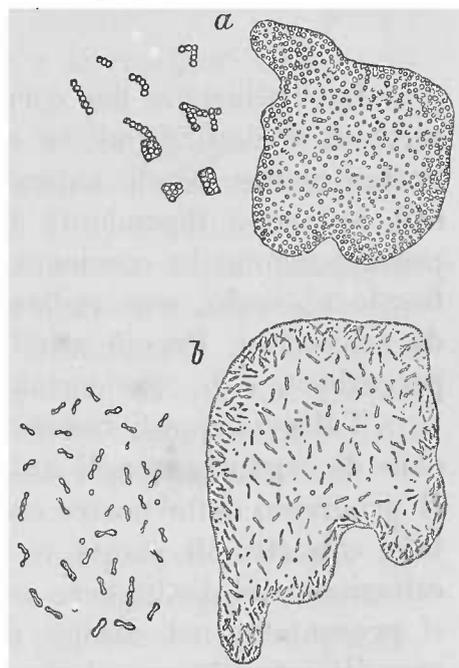


Fig. 3. — Schizomiceti, da F. Cohn. a *Micrococcus*, b *Bacterium termo*. Batteri della putrefazione, entrambi in moto libero e in forma sociale (*Zoo-gloea*).

(1) Vedi Büschli. Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. Leipzig, 1890, e *Protozoa* nei Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs.

(2) Recentemente, in gran parte dei batteri furono scoperte delle ciglia, organi di movimento.

stamente ammettere l'ipotesi secondo cui gli esseri organici più semplici si sarebbero formati, sotto condizioni che ci sono ancora ignote, dagli inorganici, in cui vi sono gli stessi elementi chimici che negli organismi (1). Perciò, non esistendo una differenza fondamentale di materia e di energia nel cristallo e nell'essere organico, la prima apparizione della vita potrebbe (con Du Bois-Reymond) essere considerata solo come la soluzione di un difficile problema di meccanica.

Animali e piante (2).

La distinzione dei corpi viventi in animali e piante riposa su una serie di nozioni primitive e antichissime, impresse di buon'ora nella nostra mente. Negli animali osserviamo dei movimenti liberi e degli atti autonomi dipendenti dalle condizioni interne dell'organismo, che presuppongono la coscienza e la sensibilità; nelle piante, in gran parte fissate al suolo, non vediamo la locomozione e delle attività derivanti da sensazioni. Perciò attribuiamo agli animali il moto volontario e la percezione, e li consideriamo come organismi *psichici*.

Tuttavia, questi concetti si limitano a un gruppo relativamente piccolo di organismi, agli animali e piante superiori che ne circondano. Il progresso delle nostre osservazioni ci persuade a mutare nella scienza tale concetto di piante e animali. Poichè, mentre non vi può essere esitazione nel distinguere un vertebrato da una fanerogama, le difficoltà si presentano nel campo degli organismi più semplici e bassi. Molti animali inferiori non hanno locomozione libera, nè chiari segni di sensibilità e coscienza, mentre vi sono delle piante dotate di moto libero e irritabilità. Occorre, dunque, confrontare partitamente le proprietà delle piante e degli animali, e discutere il problema se v'è una netta distinzione fra le due forme d'organismi, tra l'uno e l'altro regno.

(1) La questione della generazione spontanea come una subitanea riunione degli elementi a formare l'organismo anche più semplice, è una questione mal posta. La chimica ci insegna che per sintetizzare le combinazioni organiche meno complesse non basta avvicinare i componenti, ma bisogna operare secondo dati e graduali procedimenti, componendo prima delle combinazioni binarie, ecc. A maggior ragione, dunque, bisogna ammettere che la via che conduce dagli elementi ai primi organismi sia stata lunga e complicata; anzi non si può assegnare un istante preciso in cui le combinazioni carboniche comincino ad essere *vive*. Anche l'origine della vita dev'essere stata un fenomeno lento e graduale, secondo le condizioni offerte dal nostro globo in antichissimi tempi, cosicchè il problema dell'*archigonia* non si risolve come un problema a sè, ma si dissolve in una serie di problemi fisico-chimici.

(2) V. Siebold. *Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis*. Erlangae, 1884. — C. Gegenbaur. *De animalium plantarumque regni terminis et differentiis*. Lipsiae, 1860. — C. Claus, *Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens*. Leipzig, 1863.

1.° Nella forma ed organizzazione generale pare che vi sia un'essenziale contrapposizione tra piante e animali. L'animale, sotto una forma esterna compatta, possiede una quantità d'organi interni di struttura complessa, mentre la pianta stende i suoi organi nutritivi ed escretori come appendici esterne a larga superficie. Qui prevale lo sviluppo esterno delle superfici endosmotiche, là l'interno. L'animale ha una apertura boccale per l'introduzione dell'alimento solido e liquido, che viene digerito e assorbito nell'interno d'un intestino, il quale sta in unione con svariate glandule (gl. salivali, fegato, pancreas), mentre i residui solidi della digestione sono espulsi sotto forma di masse fecali, e i prodotti regressivi azotati vengono eliminati, per lo più sotto forma liquida, dai reni. Per la circolazione del liquido nutritivo (sangue), v'è una pompa pulsante (cuore) e un sistema di vasi sanguigni, e la respirazione è compiuta dai polmoni negli animali subaerei, e per lo più dalle branchie nei subacquei. L'animale finalmente ha organi riproduttivi interni, un sistema nervoso e degli organi dei sensi come strumenti delle sensazioni, e una muscolatura pei movimenti. Nella pianta, invece, l'apparecchio vegetativo è assai più semplice. Non si introducono nutrimenti solidi. Mancano bocca e ano. Le radici assorbono il nutrimento liquido, mentre le foglie, agendo come organi respiratori e assimilanti, introducono ed esalano i gas. Mancano i complicati apparecchi degli animali; un parenchima più omogeneo, composto di cellule e vasi, in cui si movono i succhi, compone il corpo delle piante. Gli organi riproduttivi stanno all'esterno, e non esistono nervi e organi dei sensi.

Però dette differenze non sono decisive, o al più valgono per gli animali e le piante superiori, ma col semplificarsi dell'organizzazione a poco a poco scompaiono. Già nei vertebrati, e più ancora nei molluschi e negli artropodi, si riduce il sistema respiratorio e circolatorio. I polmoni e le branchie possono mancare come organi speciali, e possono essere sostituiti dall'involucro esterno del corpo. I vasi sanguigni si semplificano assai spesso, e spariscono insieme col cuore, e il sangue si move in correnti più irregolari nella cavità del corpo o in lacune tra gli organi. Anche gli organi della digestione si semplificano. Le glandule salivali e il fegato cessano di presentarsi come annessi necessari dell'intestino, il quale diventa un tubo a fondo cieco, ramificato o semplice (Trematodi), la cui parete può unirsi con la parete del corpo, e si riduce alla cavità gastreale nell'interno del corpo (Celenterati). Possono mancare anche la bocca e l'intestino (Cestodi) e l'introduzione dell'alimento liquido può avvenire per endosmosi come nelle piante, o per mezzo di appendici radiceiformi penetranti nel corpo di altri animali (Rizocefali). Finalmente mancano i nervi e gli organi dei sensi in organismi che, come le spugne e i protozoi, son pure considerati come animali. Nelle prime i muscoli sono rappresentati da cellule contrattili, nei secondi da differenziamenti del protoplasma (Miofani). In seguito a

stamente ammettere l'ipotesi secondo cui gli esseri organici più semplici si sarebbero formati, sotto condizioni che ci sono ancora ignote, dagli inorganici, in cui vi sono gli stessi elementi chimici che negli organismi (1). Perciò, non esistendo una differenza fondamentale di materia e di energia nel cristallo e nell'essere organico, la prima apparizione della vita potrebbe (con Du Bois-Reymond) essere considerata solo come la soluzione di un difficile problema di meccanica.

Animali e piante (2).

La distinzione dei corpi viventi in animali e piante riposa su una serie di nozioni primitive e antichissime, impresse di buon'ora nella nostra mente. Negli animali osserviamo dei movimenti liberi e degli atti autonomi dipendenti dalle condizioni interne dell'organismo, che presuppongono la coscienza e la sensibilità; nelle piante, in gran parte fissate al suolo, non vediamo la locomozione e delle attività derivanti da sensazioni. Perciò attribuiamo agli animali il moto volontario e la percezione, e li consideriamo come organismi *psichici*.

Tuttavia, questi concetti si limitano a un gruppo relativamente piccolo di organismi, agli animali e piante superiori che ne circondano. Il progresso delle nostre osservazioni ci persuade a mutare nella scienza tale concetto di piante e animali. Poichè, mentre non vi può essere esitazione nel distinguere un vertebrato da una fanerogama, le difficoltà si presentano nel campo degli organismi più semplici e bassi. Molti animali inferiori non hanno locomozione libera, nè chiari segni di sensibilità e coscienza, mentre vi sono delle piante dotate di moto libero e irritabilità. Occorre, dunque, confrontare partitamente le proprietà delle piante e degli animali, e discutere il problema se v'è una netta distinzione fra le due forme d'organismi, tra l'uno e l'altro regno.

(1) La questione della generazione spontanea come una subitanea riunione degli elementi a formare l'organismo anche più semplice, è una questione mal posta. La chimica ci insegna che per sintetizzare le combinazioni organiche meno complesse non basta avvicinare i componenti, ma bisogna operare secondo dati e gradualità procedimenti, componendo prima delle combinazioni binarie, ecc. A maggior ragione, dunque, bisogna ammettere che la via che conduce dagli elementi ai primi organismi sia stata lunga e complicata; anzi non si può assegnare un istante preciso in cui le combinazioni carboniche comincino ad essere *vive*. Anche l'origine della vita dev'essere stata un fenomeno lento e graduale, secondo le condizioni offerte dal nostro globo in antichissimi tempi, cosicchè il problema dell'*archigonia* non si risolve come un problema a sè, ma si dissolve in una serie di problemi fisico-chimici.

(2) V. Siebold. *Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis*. Erlangae, 1884. — C. Gegenbaur. *De animalium plantarumque regni terminis et differentiis*. Lipsiae, 1860. — C. Claus, *Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens*. Leipzig, 1863.

1.° Nella forma ed organizzazione generale pare che vi sia un'essenziale contrapposizione tra piante e animali. L'animale, sotto una forma esterna compatta, possiede una quantità d'organi interni di struttura complessa, mentre la pianta stende i suoi organi nutritivi ed escretori come appendici esterne a larga superficie. Qui prevale lo sviluppo esterno delle superfici endosmotiche, là l'interno. L'animale ha una apertura boccale per l'introduzione dell'alimento solido e liquido, che viene digerito e assorbito nell'interno d'un intestino, il quale sta in unione con svariate glandule (gl. salivari, fegato, pancreas), mentre i residui solidi della digestione sono espulsi sotto forma di masse fecali, e i prodotti regressivi azotati vengono eliminati, per lo più sotto forma liquida, dai reni. Per la circolazione del liquido nutritivo (sangue), v'è una pompa pulsante (cuore) e un sistema di vasi sanguigni, e la respirazione è compiuta dai polmoni negli animali subaerei, e per lo più dalle branchie nei subacquei. L'animale finalmente ha organi riproduttivi interni, un sistema nervoso e degli organi dei sensi come strumenti delle sensazioni, e una muscolatura pei movimenti. Nella pianta, invece, l'apparecchio vegetativo è assai più semplice. Non si introducono nutrimenti solidi. Mancano bocca e ano. Le radici assorbono il nutrimento liquido, mentre le foglie, agendo come organi respiratori e assimilanti, introducono ed esalano i gas. Mancano i complicati apparecchi degli animali; un parenchima più omogeneo, composto di cellule e vasi, in cui si muovono i succhi, compone il corpo delle piante. Gli organi riproduttivi stanno all'esterno, e non esistono nervi e organi dei sensi.

Però dette differenze non sono decisive, o al più valgono per gli animali e le piante superiori, ma col semplificarsi dell'organizzazione a poco a poco scompaiono. Già nei vertebrati, e più ancora nei molluschi e negli artropodi, si riduce il sistema respiratorio e circolatorio. I polmoni e le branchie possono mancare come organi speciali, e possono essere sostituiti dall'involucro esterno del corpo. I vasi sanguigni si semplificano assai spesso, e spariscono insieme col cuore, e il sangue si move in correnti più irregolari nella cavità del corpo o in lacune tra gli organi. Anche gli organi della digestione si semplificano. Le glandule salivari e il fegato cessano di presentarsi come annessi necessari dell'intestino, il quale diventa un tubo a fondo cieco, ramificato o semplice (Trematodi), la cui parete può unirsi con la parete del corpo, e si riduce alla cavità gastreale nell'interno del corpo (Celenterati). Possono mancare anche la bocca e l'intestino (Cestodi) e l'introduzione dell'alimento liquido può avvenire per endosmosi come nelle piante, o per mezzo di appendici radiceiformi penetranti nel corpo di altri animali (Rizocefali). Finalmente mancano i nervi e gli organi dei sensi in organismi che, come le spugne e i protozoi, son pure considerati come animali. Nelle prime i muscoli sono rappresentati da cellule contrattili, nei secondi da differenziamenti del protoplasma (Miofani). In seguito a

riduzioni siffatte dell'interna struttura, si comprende come anche nei fenomeni estrinseci e nel modo d'accrescimento, alcuni animali inferiori come i poriferi, i polipi e i sifonofori, si avvicinino spesso alle piante, con cui prima si confondevano, specialmente quando erano privi di

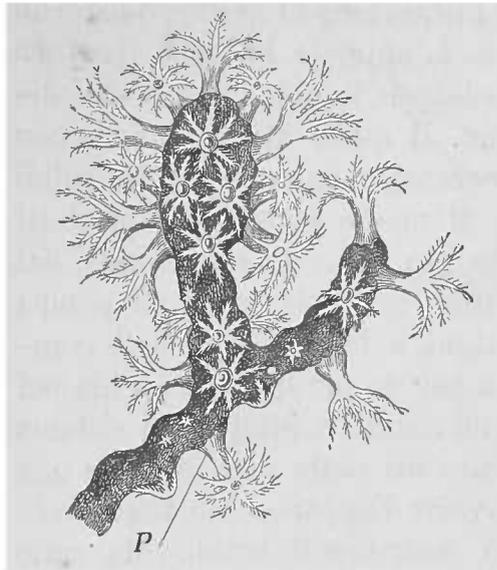


Fig. 4. — Ramo d'un polipaio di *Corallium rubrum*, o corallo nobile, da Lacaze-Duthiers, P Polipo.

locomozione (Zoofiti) fig. 4, e 5). In questo caso il concetto di « individuo » presenta nel regno animale le stesse difficoltà che nel regno vegetale.

2.° *Fra i tessuti vegetali e animali* esiste una differenza più importante. Mentre le cellule dei vegetali mantengono la loro forma originaria e la loro autonomia, le cellule animali subiscono delle modificazioni grandissime a spese della loro indipendenza. Perciò i tessuti vegetali sembrano ammassi cellulari omogenei per quanto diversamente composti, con cellule ben conservate e nettamente fra loro distinte; mentre i tessuti animali sono formazioni altamente eterogenee di struttura assai variabile, in cui le cellule non sono sempre ravvisabili come tali, e si possono invece distinguere dei territori cellulari. Il motivo di questo diverso modo di comportarsi dei tessuti sta nella diversa struttura delle cellule stesse, poichè le cellule vegetali sono rivestite, in-

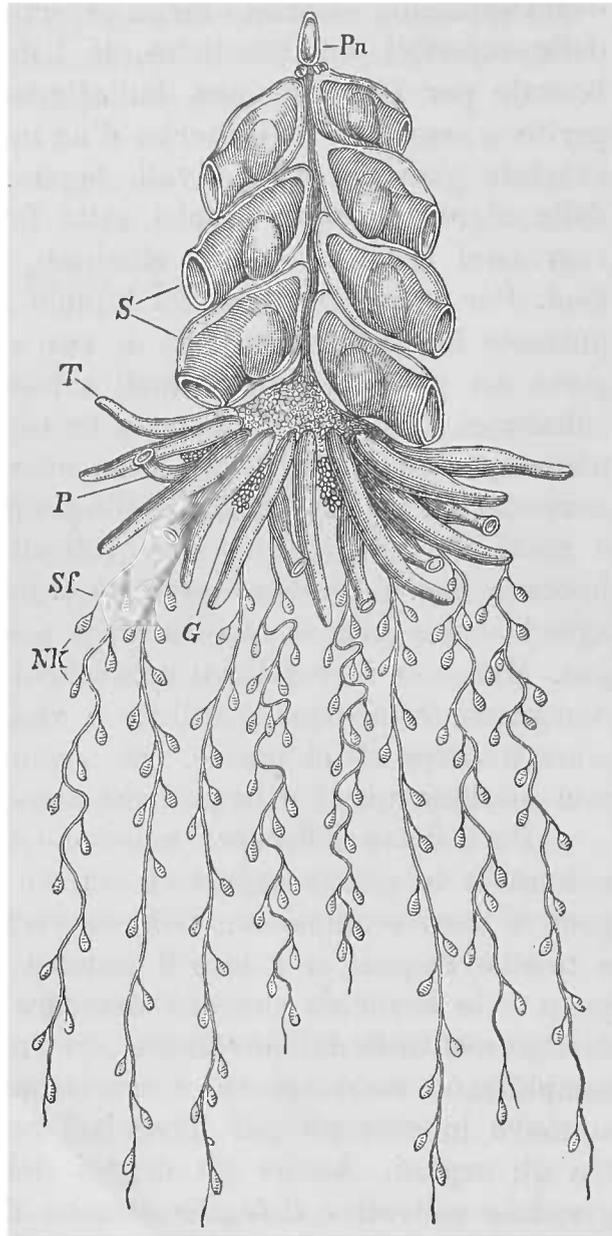


Fig. 5. — *Physophora hydrostatica*. Pn Pneumatoforo, S Campanelle natanti, disposte in due serie sull'asse comune, T Tentacoli, P Polipi o tubi gastrici, con filamenti pescatori Sf, Nk nematocisti posti sui fili pescanti, G Grappoli d'individui riproduttori.

torno al loro otricolo primordiale (strato limitante ispessito di protoplasma) di una densa membrana non azotata, la capsula cellulosa, mentre le cellule animali posseggono solo una sottilissima membrana non azotata, o, invece di essa, uno strato superficiale più denso del contenuto semiliquido. Tuttavia, vi sono anche delle cellule vegetali con otricolo primordiale nudo (cellule primordiali); e, per converso, alcuni tessuti animali, con le loro cellule incapsulate e autonome, somigliano ai vegetali (corda dorsale, cartilagine, cellule di sostegno nei tentacoli degli idroidi (fig. 6). Anche la pluricellularità non si può considerare, come fanno molti autori, quale una caratteristica necessaria dell'animalità, poichè non ci sono solo alghe e funghi unicellulari, ma anche animali costituiti d'una sola cellula più o meno complicata (Protozoi).

3.º Meno ancora si può trovare un criterio nel modo di riproduzione. Nelle piante predomina la riproduzione per spore e gemme; però la riproduzione agamica ha luogo anche negli animali inferiori. La generazione sessuale tanto negli animali come nelle piante riposa sugli stessi processi, cioè sull'unione degli elementi maschili (corpuscoli seminali) e femminili (ovocellula), la cui forma presenta nei due regni una grande analogia e che si riducono tutti alla cellula. La struttura e la posizione degli organi riproduttori all'interno o all'esterno del corpo offrono tanto meno dei punti di partenza per la distinzione degli animali dalle piante, inquantochè sotto questo rapporto vi sono in ciascuno dei due regni delle grandissime differenze.

4.º La composizione chimica e i processi di scambio materiale sono assai diversi nelle piante e negli animali. Una volta si dava un grande valore al fatto che le piante sono composte specialmente di combinazioni ternarie e gli animali invece di combinazioni quaternarie azotate, e si dava una importanza preponderante nel primo caso al carbonio, nel secondo all'azoto. Tuttavia, le combinazioni ternarie, come i grassi e gli idrati di carbonio, sono assai sviluppati anche negli animali, mentre le sostanze proteiche quaternarie hanno grande importanza nelle parti attive delle piante, in cui ha luogo un processo di neoformazione. Il protoplasma contenuto nella cellula vegetale vivente è ricco di azoto e contiene dell'albumina analoga, secondo le reazioni microchimiche, al *sarcode* o sostanza contrattile degli animali inferiori. Inoltre quei vari corpi albuminoidi che si chiamano fibrina, albumina e caseina, si trovano anche nelle piante.

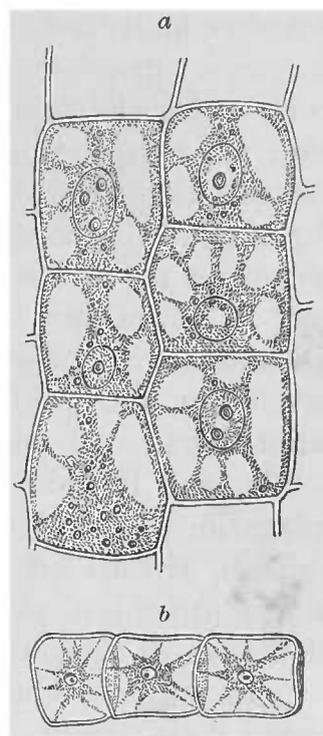


Fig. 6. — a Parenchima vegetale, secondo Sachs.
b Cellule assili dei tentacoli d'una *Campanularia*.

Fra le materie che si trovano nelle piante, e sono da esse prodotte, hanno grande importanza la *clorofilla* e la *cellulosi*. Questa, ammassata nel legno, parte costitutiva della membrana cellulare e riconoscibile per la sua caratteristica colorazione azzurra coll'acido solforico e il iodio, fu trovata anche nel mantello dei tunicati, e si riconobbe che essa è anche una produzione animale. La clorofilla invece, che dà alle foglie il color verde, può, con grande verosimiglianza, essere considerata come un prodotto esclusivamente vegetale, e presenta perciò un gran valore, quando si tratta di determinare la natura vegetale di un organismo, tanto più che la sua presenza è collegata collo scambio materiale chiamato, nei vegetali, assimilazione. Veramente si trovarono grani di clorofilla in molti animali, specialmente inferiori, come infusorî (*Stentor*, *Paramœcium*), polipi (*Hydra*) e vermi (*Bonellia*), ma non si potè dimostrare ch'essi sono prodotti da questi animali. Recenti investigazioni hanno dimostrato (1) che in tutti questi casi la formazione di clorofilla è dovuta ad alghe unicellulari (*Zoochlorella*) penetrate nel corpo dell'animale. La presenza della clorofilla in tali casi si spiega per mezzo di speciali condizioni sociali (*Simbiosi*) tra gli animali e le alghe unicellulari, condizioni per cui le alghe hanno assicurata una protezione e un luogo di dimora per vegetare, e gli animali hanno il vantaggio dello scambio materiale prodotto dalla clorofilla, con introduzione di ossigeno e materiale organico. Se questa spiegazione sia valevole per tutti i casi in cui si trova clorofilla negli animali, rimane ancora a stabilirsi definitivamente. D'altra parte, molte piante (funghi e piante parassite) mancano di clorofilla, cosicchè la mancanza di clorofilla non basta a indicare un organismo come animale.

In istretta relazione con la clorofilla, così importante per l'organismo delle piante, lo scambio materiale di queste prende un indirizzo speciale, affatto diverso da quello degli animali.

Oltre ad alcuni sali (fosfati e solfati alcalini e terrosi), la pianta assorbe acqua, acido carbonico, nitrati e composti ammoniacali, e da queste combinazioni inorganiche binarie forma le combinazioni organiche di alto grado. L'animale, oltre all'acqua e ai sali, introduce un nutrimento organico, soprattutto combinazioni carboniose (adipi) e corpi albuminoidi azotati, i quali, nel corso dello scambio, si scompongono in acqua, acido carbonico, e prodotti di decomposizione azotati come la creatina, la tirosina, la leucina, l'urea, e l'acido urico, ippurico, ecc. La pianta, per mezzo della clorofilla e sotto l'influenza della luce, forma, verosimilmente nei granuli di clorofilla, le combinazioni albuminoidi, a spese soprattutto dell'acido carbonico e dell'acqua, e di

(1) Géza Entz. Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere. (Trad. ed. di una pubblicazione in ungherese del 1876) *Biol. Centralblatt*, 1882. K. Brandt. Ueber die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls. *Archiv. f. Anat. und Physiol.* 1882 — e — *Mittheilungen der zool. Station in Neapel*. Vol. IV. 1883.

corpi contenenti azoto (*assimilazione*), ed esala dell'ossigeno che l'animale alla sua volta assorbe per mezzo dei suoi organi respiratori, per mantenere il suo scambio materiale. Così la nutrizione e la respirazione sono fra loro vicendevolmente collegate nei due regni, ma in senso esattamente inverso. La vita animale consiste nell'analisi delle combinazioni più complesse ed è in massima un processo d'ossidazione, per mezzo del quale le energie *latenti* sono trasformate in energie *vive* (moto, termogenesi, luce, ecc.). Per converso, l'attività vitale della pianta si basa, per ciò che riguarda l'assimilazione, su fenomeni di sintesi, ed è in massima un processo di riduzione, che trasforma calore, luce e forze vive in forze latenti.

Tuttavia, anche questa differenza non è un criterio applicabile in tutti i casi. Molte piante parassite e quasi tutti i funghi, in corrispondenza con la mancanza di clorofilla, non hanno il potere dell'assimilazione, ma assorbono sostanze già organiche; hanno inoltre una respirazione analoga a quella degli animali, poichè introducono ossigeno ed esalano acido carbonico. Anche tra le piante fanerogame con clorofilla, alcune possono prendere come nutrimento delle sostanze organiche.

Alcuni anni or sono l'attenzione dei naturalisti, specialmente per opera di Hooker e Darwin (1), fu attirata sui notevoli fenomeni di nutrizione e di digestione, peraltro già osservati nel secolo scorso da Ellis, di una serie di piante, le quali, a modo degli animali, catturano piccoli organismi, specialmente insetti, e, con un processo chimico analogo a quello della digestione, ne assorbono la materia organica per mezzo di numerose glandule superficiali (foglie della *Drosera rotundifolia* (fig. 7), della *Dionaea muscipula* (fig. 8), e delle foglie tubulari della *Nepenthes*. A ciò

si aggiunga, come fu da lungo tempo dimostrato mercè le ricerche di Saussure, che l'assorbimento di ossigeno, a determinati intervalli, è necessario per tutte le piante; che alcune parti non verdi delle piante e quindi mancanti di clorofilla, e che le parti verdi quando

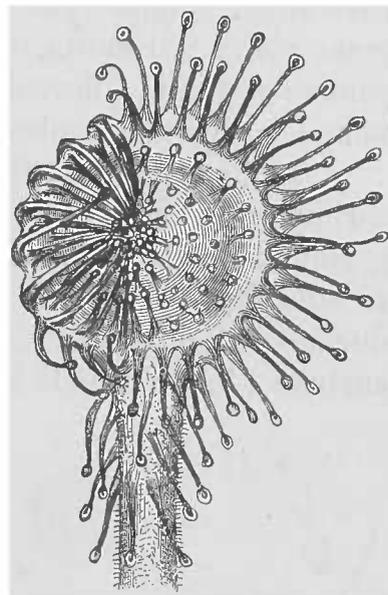


Fig. 7. — Foglia della *Drosera rotundifolia* con una parte dei tentacoli ripiegati (Da Darwin)

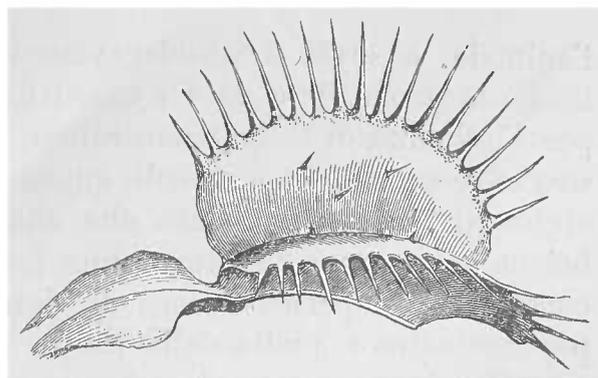


Fig. 8. — Foglia aperta della *Dionaea muscipula* (da Darwin).

(1) Vedi specialmente Ch. Darwin, *Insectivorous plants*. London, 1875.

manca la luce solare e durante la notte, presentano un assorbimento d'ossigeno e un'esalazione di acido carbonico come gli animali. Quindi nelle piante, oltre il comune processo di disossidazione, esiste regolarmente anche un processo di ossidazione analogo allo scambio materiale degli animali, per mezzo del quale una parte delle sostanze assimilate viene nuovamente decomposta. L'accrescimento delle piante è impossibile senza l'introduzione di ossigeno e la produzione di acido carbonico. Quanto più esso è rapido, tanto maggior quantità d'ossigeno viene introdotta, come si vede nei semi in germinazione, e nelle gemme fogliali e floreali, che si sviluppano rapidamente; esse in poco tempo consumano molto ossigeno ed esalano acido carbonico.

Anche i movimenti del protoplasma stanno in connessione con l'assorbimento d'ossigeno, non meno della produzione di calore durante la germinazione e dei fenomeni luminosi (*Agaricus olearius*). Finalmente vi sono degli organismi (cellule di fermento, schizomiceti), i quali producono delle combinazioni azotate albuminoidi, ma non assimilano il carbonio, introducendo invece degli idrati di carbonio (Pasteur, Cohn).

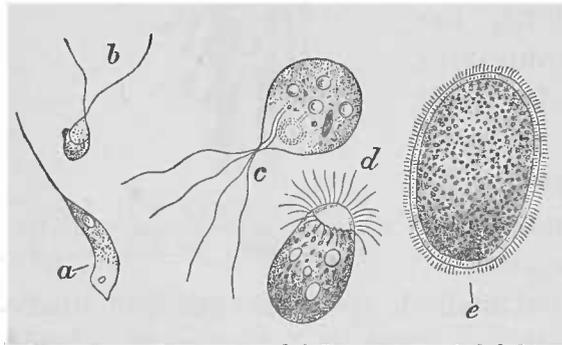


Fig. 9. — Zoospore *a* del *Physarum*, *b* del *Noctostroma*, *c* dell' *Ulothrix*, *d* del *Bedogonium*, *e* della *Vaucheria* (da Reinke).

Questi organismi, per riguardo alle combinazioni ternarie, si comportano come gli animali, ma possono d'altra parte sintetizzare le sostanze proteiche.

5.° Il moto volontario e la sensibilità si ritengono come i caratteri principali dell'animalità. Anzi una volta si pensava che la possibilità della libera locomozione fosse una proprietà necessaria del-

l'animale, e perciò si consideravano le colonie fisse di polipi come piante, finchè le prove date da Peyssonell della natura animale dei polipi, per l'influenza di insigni naturalisti, furono generalmente accettate nello scorso secolo. Solo più tardi, quando si scoprirono le spore mobili delle alghe (fig. 9), fu assodato che anche le piante e le loro forme embrionali possono presentare una locomozione, e allora si cercarono i caratteri che permettessero di determinare il movimento volontario, per distinguere quello delle piante da quello degli animali.

Per lungo tempo si contrappose la contrattilità ai movimenti omogenei e rigidi delle piante. Invece dei muscoli, che negli animali inferiori mancano come tessuto speciale, trovasi qui una sostanza albuminoide amorfa, il *sarcode*, il quale costituisce la sostanza fondamentale contrattile del corpo. Ma il contenuto semiliquido delle cellule vegetali, noto sotto il nome di *protoplasma*, possiede anch'esso la contrattilità, e nei caratteri essenziali è simile al sarcode. Entrambi hanno le stesse reazioni chimiche e posseggono egualmente ciglia, va-

cuoli e correnti granulari. Anche gli spazi pulsanti, i così detti vacuoli contrattili, non sono un esclusivo attributo del sarcode animale, ma possono presentarsi anche nel protoplasma delle cellule vegetali (*Chaetophora*). Mentre la contrattilità del protoplasma è generalmente impedita dalla membrana cellulosa, essa ha luogo nelle cellule nude delle saprolegnie e specialmente nelle forme ameboidi di sviluppo dei mixomiceti, con la stessa intensità che negli infusorî e nei rizopodi. I moti ameboidi dei mixomiceti e dei loro plasmodî (fig. 10) non sono inferiori a quelli delle vere amebe, per esempio nell'*Amoeba polypodia* (fig. 11). Essendo dunque eguali i fenomeni di movimento, tanto nelle piante che negli animali inferiori, invano ci affideremmo al criterio della loro volontarietà, la cui determinazione è subordinata all'apprezzamento subbietivo degli osservatori.

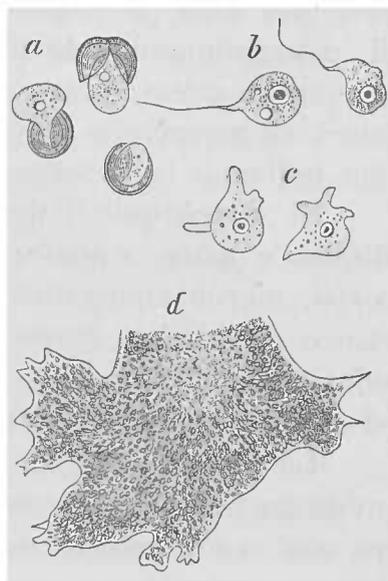


Fig. 10. — Zoospore dell'*Aethalium septicum* (da De Bary). *a* in istato d'uscita, *b* in istato di vera zoospora, *c* in istato di ameba, *d* un pezzo di plasmodio.

La sensibilità, che si deve supporre dappertutto ove sono movimenti volontari, non può sicuramente constatarsi presso tutti gli animali. Alcuni organismi inferiori (*Poriferi*) mancano di sistema nervoso e di organi dei sensi, ed eccitati presentano piccoli movimenti, non più intensi di quelli dei vegetali. L'irritabilità sembra pure assai sviluppata nelle fanerogame. Le piante sensitive muovono le loro foglie in seguito a stimoli meccanici (*Mimose*), o ripiegano (*Drosera*) i tentacoli a capocchia ond'è coperta la foglia, e che son simili alle braccia dei polipi (fig. 7). La *Dionaea* ripiega l'una contro l'altra le due metà della foglia, quando vien toccata dagli insetti (fig. 8). Gli stami delle centauree si raccorciano in tutta la loro lunghezza per eccitamenti meccanici o elettrici, allo stesso modo dei muscoli degli animali. Molti fiori si aprono e si chiudono sotto l'influenza della luce a diverse ore del giorno.

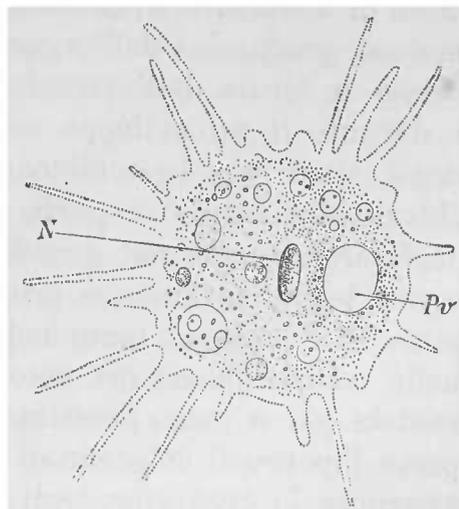


Fig. 11. — *Amoeba (Dactylosphaera) polypodia*. *N* Nucleo, *Pv* Vacuolo pulsante (da F. E. Schulze).

La contrattilità e l'irritabilità sembrano, dunque, appartenere anche ai tessuti e alle cellule vegetali, e non si può decidere se la volontà è la sensibilità, che noi neghiamo alle piante, entrino in giuoco realmente in simili fenomeni d'eccitazione e di movimento degli animali inferiori.

Perciò in nessuno dei detti caratteri della vita animale e vegetale troviamo un sicuro criterio di distinzione, e non siamo in caso di segnare netti confini tra i due regni. Animali e piante si sviluppano da un punto di partenza comune, la sostanza contrattile, divergendo è vero nel loro procedere, ma conservandosi ancora simili nei primi stadi, e raggiungendo le più spiccate differenze solo negli stadi superiori. In questo senso, senza stabilire dei netti confini fra i due regni, si potrà circoscrivere il concetto di animale al complesso dei caratteri che indicano la divergenza.

Si potrà quindi definir l'*animale*: un organismo libero, con sensibilità e moto volontario, i cui organi si sviluppano all'interno del corpo, mercè ripiegature delle superfici interne, che si nutre di sostanze organiche, respira ossigeno, sotto l'influenza del processo di ossidazione nello scambio materiale traduce le forze latenti in forze vive, ed emette acido carbonico, nonché prodotti d'escrezione azotati.

La scienza che ha per oggetto lo studio degli animali, e che li investiga nei loro fenomeni morfologici e fisiologici, e nei loro rapporti fra essi e col mondo esteriore, è la **Zoologia**.

Organizzazione e sviluppo degli animali in generale.

Le suesposte considerazioni che ci servirono per stabilire il concetto di « Animale », ci hanno dato un'idea della multiformità e delle numerose gradazioni dell'organizzazione animale. Come l'organismo complesso si forma dall'ovocellula, in seguito a graduale differenziamento, e durante il suo sviluppo embrionale, e in istato di vita libera, percorre degli stadi che lo conducono, in serie ascendente, a una sempre più elevata distinzione di parti, e a una sempre più completa funzionalità degli organi, così nel grande campo delle forme animali si trova una egual legge di lento e progressivo sviluppo, di elevamento dal semplice al complesso, tanto nella forma del corpo e delle sue parti, quanto nella complicazione dei fenomeni vitali. Questi gradi indicano una parentela più o meno prossima, per la cui spiegazione fu proposta da una parte l'ipotesi di determinati piani di organizzazione, secondo cui sarebbe avvenuta la creazione degli esseri, dall'altra la dottrina di un'evoluzione naturale dal semplice al complesso, durante un lungo periodo di tempo. Siccome la prima opinione, presa nei suoi stretti termini, equivaleva all'impossibilità di una spiegazione, mentre la seconda col progresso della scienza si sviluppò in una teoria, mediante la quale i fenomeni della vita si possono riunire in un mirabile accordo, noi riconosciamo la teoria dell'evoluzione come l'unica scientificamente fondata.

Però i gradi dell'organizzazione animale non discendono in serie

continua, come quelli dello sviluppo individuale; il parallelismo fra la evoluzione del regno animale, preso nel suo insieme, e lo sviluppo di una singola forma non è perfetto, poichè, allato alla serie semplice degli stadî individuali, troviamo gruppi d'organizzazioni in qualche parte simili, ma assai diversi nei loro stadî più elevati, e li consideriamo come altrettanti *tipi* della serie animale; essi sono come i rami principali d'un albero a molti rami. Come non v'è un limite netto fra regno vegetale e regno animale, ma vi sono forme di passaggio nei gradi inferiori, così avviene nei grandi gruppi animali; nei loro stadî più elevati sono ben distinti (tipi o piani di struttura di Cuvier); nei loro stadî inferiori e nel loro sviluppo dimostrano una comune origine e degli stretti rapporti.

Individuo, organo, colonia.

Generalmente un animale superiore si presenta, tanto dal lato della correlazione dei suoi organi (morfologicamente), quanto dal lato dell'accentramento delle sue funzioni (fisiologicamente), come un'unità indivisibile, *un individuo*. Parti staccate dal corpo non riproducono un nuovo animale; spesso anche non si può staccare una parte dal corpo senza compromettere la vita dell'organismo, poichè solo come un complesso di parti riunite esso può mantenersi nella sua completa energia vitale. In riguardo appunto a questa indivisibilità, chiamasi l'organismo « individuo » e si intende per organo ogni parte del corpo la quale costituisce un'unità subordinata all'unità più elevata dell'organismo, e presenta una determinata struttura interna ed esterna con una corrispondente funzione, cosicchè la vita dell'individuo consiste nel lavoro coordinato di tali numerosi strumenti.

Vi sono però molti animali inferiori a cui non si può applicare il concetto di individuo. Non solo è in essi molto diffusa la facoltà della rigenerazione delle parti ferite o distrutte, ma, come avviene nei protozoi, nei celenterati e in alcuni vermi, è anche possibile la divisione in due o più parti, le quali, staccatesi dal corpo materno, continuano a vivere da sole come individui distinti. Se i nuovi prodotti stanno riuniti fra di loro, si formano delle colonie, i cui membri, per la loro conformazione e per il loro sviluppo, si presentano morfologicamente come altrettanti individui, ma fisiologicamente si comportano, per rispetto alla colonia, come gli organi per rispetto all'organismo. Essi diventano, dunque, *individui imperfetti* che, separati, spesso non possono continuare a vivere; e periscono poi sempre quando differiscono fra di loro per forma e funzione, essendosi diviso il lavoro necessario alla conservazione della comunità. Tali colonie animali *polimorfe* presentano fenomeni simili a quelli di un individuo: *morfologicamente* esse sono riunioni di individui, i quali *fisiologicamente* si comportano come organi (fig. 5).

L'individuo fondamentale è la *cellula*, la quale può vivere isolata come organismo autonomo, come vediamo nei protozoi. Una riunione di cellule, aventi fra di loro divisione del lavoro, costituisce un organismo pluricellulare, o *persona*; le persone pluricellulari possono poi formare riunioni più o meno accentrate, o *colonie*, le quali possono presentare un grado più o meno elevato di complicazione. Un *Microstomun lineare* è una colonia di vermi semplici uniti in serie lineare, e così pure sono colonie radiali e arborescenti i sifonofori, le madrepore, i coralli (1).

Nel corpo animale ogni organo non è unico; spesso vi è ripetizione d'organi omologhi. Il loro numero dipende dal modo di simmetria, che può essere *radiale* o *bilaterale*. Negli animali raggiati si possono congiungere i due opposti *poli* del corpo con un *asse principale*, e far passare per questo asse dei piani di divisione, che distinguono il corpo in parti congruenti o simmetriche, gli *antimeri*. Gli organi impari sono posti sull'asse principale del corpo, mentre gli altri si ripetono regolarmente intorno ad esso nelle varie parti del corpo. Ogni antimere contiene perciò un determinato complesso di organi e rappresenta in sé una unità su-

(1) Il fatto dell'associazione è evidente nei vegetali, poichè, in massima parte, le piante fanerogame non solo sono associazioni di cellule, ma sono veri *polipi* di organismi pluricellulari, tant'è vero che un ramo staccato e trapiantato può dar origine a una nuova pianta. Se il fenomeno è meno evidente negli animali, ciò deriva solo dal maggiore accentramento funzionale delle varie parti, non già da minore estensione del fenomeno stesso: *anche la massima parte degli animali risulta da associazioni*. Questa dottrina fu già accennata da Lamarck nella sua *Philosophie zoologique*, e poi meglio sviluppata da A. Moquin-Tandon (Monographie de la famille des Hirudinées. Montpellier, 1827), e da A. Dugès (Mémoire sur la conformité organique dans l'échelle animale. 1832). Nuove contribuzioni vi apportarono Leuckart (Ueber Polymorphismus des Individuen, und die Erscheinung der Arbeitstheilung in Natur, Giessen, 1851), Huxley (Upon animal individuality *Proceedings of the R. Institution* 1855) e Carus (System der thier. Morphologie, 1853). Estesamente la trattò Haeckel nella « *Generelle Morphologie der Organismen*, 1866 » in cui distinse 6 gradi individuali: *Plastidi*, *organi*, *antimeri* (parameri), *metameri*, *prosopi* e *corni*. Nella « *Monographie der Kalkschwämme*, 1872 » e nella « *Individualität des Thierkörpers* » (*Jen. Zeitschr.* 1878), Haeckel sopprime, come individualità speciali, le categorie degli antimeri e dei metameri, conservando le altre. In seguito G. Cattaneo trattò la questione dell'Individualità, in parecchi suoi lavori (Le individualità animali. *Atti Soc. it. Sc. nat.* 1879. — L'unità morfologica e i suoi multipli. Gli individui organici e la morfologia. *Boll. scient.* 1880. — L'analisi e la sintesi morfologica dell'organismo animale. *Natura*, Firenze, 1880. — Sull'origine della metameria, Napoli 1882 e 1883 — Le colonie lineari e la morfologia dei molluschi. Un Vol. di pag. 420 Flli. Dumolard, Milano 1883. — Le forme fondamentali degli organismi. *Riv. di filos. scient.* 1883). In tali lavori propose 4 principali gradi d'individualità: cellule (*Cyta*), persone semplici (*Blasti*), persone multiple (*Cladi*), colonie (*Corni*), di cui ciascuno risulta da una riunione di individui del grado immediatamente inferiore. Nel 1881 E. d. Perrier pubblicò un libro sulle *Colonies animales et la formation des organismes*, nel quale stabilì le 4 individualità: *plastidi*, *meridi*, *zoidi* e *demi*, che corrispondono a quelle proposte nel 1879 dal Cattaneo. Ora la teoria delle associazioni è generalmente ammessa, e solo vi sono delle questioni dibattute a proposito della origine piuttosto aggregativa che differenziativa della disposizione radiale degli echinodermi, e della metameria negli animali superiori. Recentemente, nell'ultima edizione della *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, Haeckel ridusse le individualità ai *plastidi*, *sinizii* (colonie di cellule), *cenobi* (colonie di organismi pluricellulari), *istoni* (organismi pluricellulari altamente differenziati), non facendo con ciò alcuna innovazione, fuorchè di terminologia.

bordinata, (o individuo di ordine inferiore) che riunita con le congeneri e con gli organi impari costituisce l'unità del tutto.

In ciascun piano normale all'asse principale del corpo radiato, si possono tracciare delle linee passanti pel mezzo di ciascun antimere, e altrettante fra l'uno e l'altro antimere. Le prime si indicano col nome di *radii*, le seconde di *interradii*. Il piano passante per ciascun *radio* taglia per metà il complesso degli organi che appartiene al relativo antimere, ossia dimezza l'antimere, mentre il piano passante per ciascun *interradio* distingue l'un dall'altro gli antimeri contigui. Secondo il numero dei radii, che è sempre eguale a quello degli interradii, i raggiati si possono indicare come a 2, a 3, a 4, a 5.... a x raggi. Nei raggiati aventi un numero dispari di raggi (3, 5, 7) un radio ed un interradio stanno sempre sullo stesso piano, o, in altre parole, il prolungamento di ciascun raggio principale si continua coll'interradio (fig. 12, *a*, *b* e fig. 13).

Nei raggiati con numero pari di raggi, in ogni piano passante pei poli trovansi o due radii o due interradii. Una sezione fatta con un piano passante pei poli, e bisecante un raggio, ha sul suo prolungamento il radio dell'antimere opposto. Un animale quadriradiato ha dunque 4 antimeri, ciascuno dei quali è dimezzato da due piani fra loro normali passanti pei raggi; questi antimeri poi sono fra loro distinti da due altri piani normali fra loro, passanti per gli interradii (fig. 14). Le forme biradiate (ctenofori) posseggono invece solo due raggi principali, l'uno in continuazione dell'altro, che stanno nello stesso piano. Un altro piano normale a questo passa per gli interradii dei due antimeri e li distingue l'uno dall'altro. Il primo, che tocca il maggior numero di organi, chiamasi *piano trasversale*, il secondo, che corrisponde al piano mediano degli animali bilaterali, chiamasi *piano sagittale* (fig. 15).

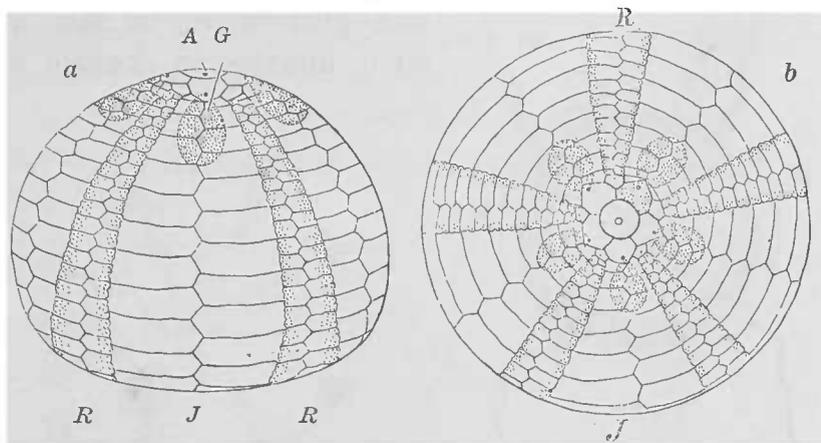


Fig. 12. — *a*. Riccio di mare (*Echinus*) — Schema — *J* Interradio con le due serie di piastre interambulacrali e l'organo genitale *G*. *R* Radii con le due serie di piastre ambulacrali crivellate dai pori ambulacrali, *A* Ano, *b* Guscio di echino, visto dal polo apicale. *R* Raggio di echino, visto dal polo apicale. *J* Interradio col relativo organo genitale e il suo poro.

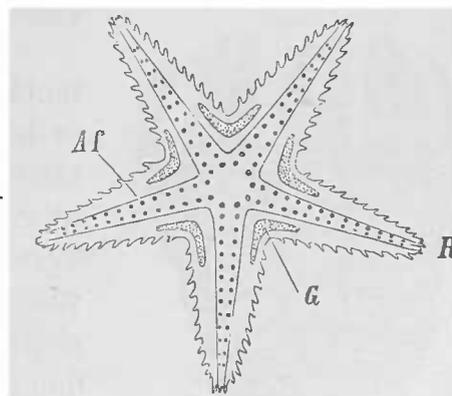


Fig. 13. — Schema di una stella di mare. *G* Organo genitale nell'interradio. *Af* Pedicelli ambulacrali in serie nei radii (*R*).

Nella simmetria bilaterale, che trovasi già rappresentata nei singoli antimeri dei radiati, per l'asse longitudinale non si può far passare che un piano, il *piano mediano*, il quale divide il corpo in due metà eguali e simmetriche, destra e sinistra, dette *parameri*. Nel corpo bilaterale si distingue un'estremità anteriore e una posteriore, un lato destro e un lato sinistro, una faccia dorsale e una faccia ventrale.

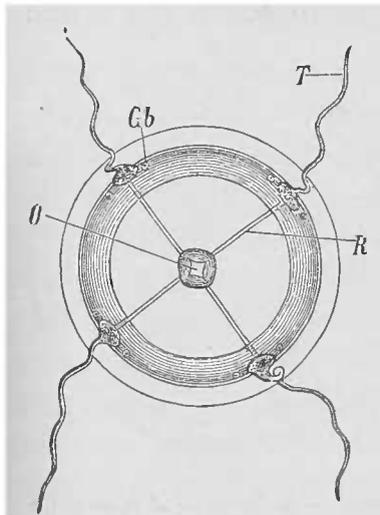


Fig. 14. — Larva di Timor. O Bocca, R Vaso radiale, Cb Vescicole uditive, T Tentacoli.

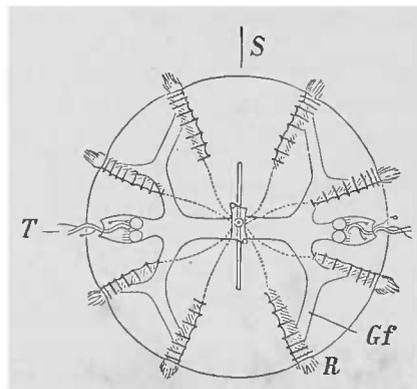


Fig. 15. — Ctenoforo a due raggi, visto dall'apice. S Piano sagittale, T Piano trasversale, R Coste, Gf Sistema vasale.

Gli organi impari stanno sul piano mediano, e ai due lati sono posti gli organi pari, l'uno rimpetto all'altro. Il piano normale al mediano, che divide la faccia dorsale dalla ventrale, chiamasi *piano trasversale*. Anche gli antimeri dei raggiati sono composti

di due parameri, e perciò sono bilaterali, poichè il piano condotto per il radio si comporta come piano mediano per rispetto alle due metà dell'antimere.

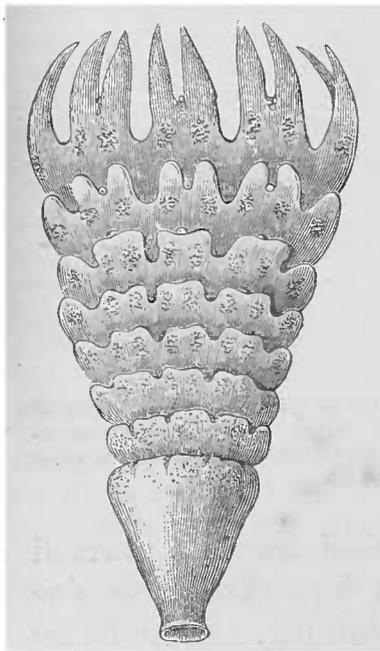


Fig. 16. — Strobilo di Chrysaora.

Spesso l'originaria simmetria delle due metà del corpo viene alterata nel corso dello sviluppo, e moltissimi animali bilaterali, allo stato adulto, hanno una più o meno spiccata asimmetria di alcuni organi, per esempio dei visceri nei vertebrati superiori, mentre conservano simmetriche le parti addette alla locomozione, essendo necessarie, pel moto rettilineo, due componenti laterali eguali; talora si altera e diventa asimmetrico l'intero corpo, specie nelle lernee e nei bopiridi.

La simmetria bilaterale non si contrappone assolutamente alla radiale; spesso la prima non è che una modalità della seconda. Alcuni raggiati assumono una figura bilaterale (tronco e campanelle natanti dei sifonofori, echinodermi irregolari, spatanghi).

Spesso negli organismi bilaterali, e più raramente nei raggiati (*Strobili*, fig. 16), si trovano ripetuti lungo l'asse longitudinale del corpo eguali gruppi di organi, o parti analoghe di organi simili.

Il corpo diventa allora articolato, e si divide in distinte sezioni, *segmenti* o *metameri*, i quali tutti presentano una consimile organizzazione (*anellidi*) (fig. 17). Questi pezzi, disposti in serie lineare, possono essere d'egual forma e funzione, e, come gli antimeri dei radiati (braccia delle asterie) e le *proglottidi dei cestodi*, rappresentano individui d'ordine più basso, i quali, staccati dalla colonia, conservano ancora la propria indipendenza e possono vivere isolati per qualche tempo. Negli organismi più elevati, i segmenti sono strettamente uniti e fra loro dipendenti, e così perdono a poco a poco la loro analogia e *omonomia*. Quanto più i metameri differiscono di forma fra loro, e con ciò assumono una diversa significazione per la vita dell'organismo, tanto più perdono la indipendenza individuale, e si abbassano al grado di complessi di organi o anche solo di organi.

La formazione dei metameri nelle colonie *polimorfe* ha luogo in modo affatto analogo alla segmentazione dell'individuo. In essi si seguono, in serie lineare, dei gruppi di diversi individui; e ciascuno di questi gruppi adempie le funzioni indispensabili all'esistenza; separati dal tronco comune, possono vivere indipendenti come individui d'un ordine inferiore (*Diphyes*, *Eudoxia*) (fig. 18).

Le suesposte considerazioni ci mostrano che, mentre possiamo distinguere i vari, gradi individuali come individui di ordine più alto o più basso, è difficile però ordinarli in determinate classi di successiva complicazione. Pur prendendo la cellula come individuo elementare, non è facile determinare il valore esatto della *persona* e del *cormo* (secondo E. Haeckel), essendovi persone semplici o inarticolate, e persone composte di antimeri e di metameri; e lo stesso dicasi pel cormo, che può essere un'unione di persone semplici o di persone composte. Però, quando si badi non già alla centralizzazione dei singoli aggregati o al vario modo con cui sono fra loro riuniti gli individui subordinati (cioè piuttosto a disposizione arborescente, che in serie lineare, ecc.), ma si badi solo al grado di composizione e sovracomposizione delle singole associazioni, si può avvicinarsi a una classificazione naturale delle forme sociali, come tentarono di fare i sovracitati autori, che si occuparono recentemente di questo problema. Se si ammette, per es., che il *Microstomum* e la *Taenia* sono associazioni di persone semplici (vermi non

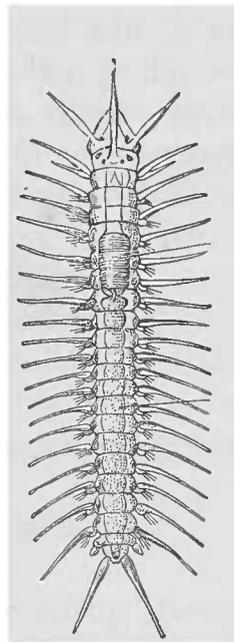


Fig. 17. — Verme segmentato (Poli-chete). *Ph*, Faringe, *D* Canale intestinale, *C* Cirri, *T*, Tentacoli.

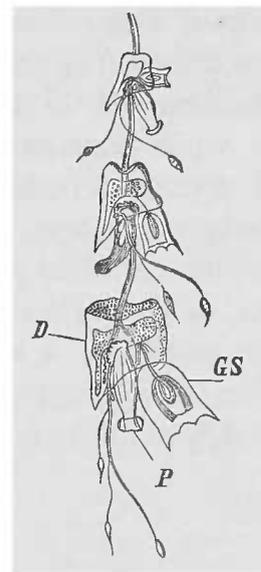


Fig. 18. — Pezzo di un *Diphyide* (da Leuckart). *D* Parte tegumentale, *GS* Campanelle natanti generatrici, *P* Polipo con filii pescanti. Ogni gruppo di individui, separandosi, costituisce una *Eudoxia*.

segmentati), e che le spugne o i sifonofori sono pure associazioni di persone semplici, non importa che nel primo caso la riunione sia fatta in serie lineare e nel secondo in modo irregolare o racemoso: in un caso e nell'altro abbiamo un individuo multiplo, formato dalla riunione di persone semplici; e quindi il valore morfologico di queste varie associazioni è egualmente elevato. Lo stesso dicasi per le società di cellule o di persone composte, e pei cormi, per quanto le linee di demarcazione non siano sempre chiaramente determinabili nei singoli casi.

Anche gli organi hanno dei gradi inferiori e superiori. Vi sono organi che constano di una sola cellula, o di un aggregato di cellule omogenee (organi semplici), ed altri formati dalla associazione di cellule eterogenee e di tessuti (organi composti), i quali poi spesso si dividono in varie porzioni diverse per forma e funzione. Negli organi composti di ordine più elevato, le singole sezioni fungono da organi subordinati; e lo stesso dicasi delle aggregazioni di cellule e dei complessi di unioni cellulari per rispetto alle parti degli organi complessi. La cellula poi, o il territorio protoplasmatico che ad essa corrisponde, è l'organo più semplice, e a tutti subordinato. Gli organi composti di diverso ordine si chiamano anche *Sistemi* (sistema circolatorio, sistema nervoso) o *Apparecchi* (apparecchio digerente).

Cellule e tessuti.

Si chiamano tessuti quelle parti organiche, che posseggono una determinata struttura (rilevabile col microscopio), la quale si può ricondurre al tipo dalla cellula o dei suoi derivati. Essi hanno una funzione corrispondente alla loro struttura che determina la funzione generale dell'organo, e possono perciò essere considerati come organi d'ordine inferiore. La cellula è l'ultima unità l'organo d'infimo ordine, o *elementare* (1), di cui son fatti i tessuti. Già vedemmo che la membrana involgente ha un'importanza secondaria e insufficiente per caratterizzarla. Il nome di *cellula* corrispondente all'originaria definizione è dunque in contraddizione col concetto che se ne ha attualmente, cosicchè si è condotti, con Haeckel, a cangiarlo in quello di *plastide* (elemento formatore). La parte essenziale della cellula non è il nucleo, sebbene esso non manchi mai nelle cellule degli organismi superiori, ma il *pro-*

(1) Th. Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin, 1839. Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M., 1857. Come la istologia (scienza dei tessuti) dimostrò la cellula essere l'organo elementare degli organismi, così il recente ramo della *citologia* (scienza delle cellule) dimostrò che le cellule, sebbene organismi elementari, hanno notevoli complicazioni interne, e possono contenere parti o organi subordinati. Ciò non isposta il concetto della cellula, nè modifica il suo valore per rispetto all'organismo pluricellulare; ma allarga i nostri concetti sull'organizzazione degli esseri viventi.

toplasma con la sua speciale composizione molecolare, le sue proprietà, il suo movimento autonomo, il suo scambio materiale (*nutrizione, assimilazione, respirazione*) e la sua riproduzione (fig. 19). La *struttura molecolare*, di cui parliamo, e a cui rapportiamo i fenomeni vitali della cellula, non può essere rilevata neppure coi più forti ingrandimenti del microscopio; e non deve essere confusa con le fine particelle

protoplasma, che la perfezionata tecnica microscopica ci fece conoscere in questi ultimi anni (1). Mentre Max Schultz e considerava il protoplasma come una sostanza fondamentale vischiosa e omogenea, in cui stavano numerose granulazioni, si è recentemente dimostrato (2) che essa è omogenea solo apparentemente, e presenta una struttura finamente reticolata con una sostanza intermedia liquida (*paraplasma*). Questa rete fibrillare è considerata da alcuni come la sola parte vivente, attiva, a cui si devono i movimenti della cellula.

Il *nucleo* della cellula è o una massa compatta circondata dal protoplasma, o una vescicola con parete membranosa (membrana nucleare) e contenuto liquido, in cui si trova per lo più una rete di spessi fili (*impalcatura nucleare*) e uno o più corpuscoli (*nucleoli*). Qualunque sia la forma del nucleo, esso contiene una sostanza liquida, il *succo nucleare*, e una sostanza più densa (rete nucleare e nucleoli) (fig. 19), importante per la funzione del nucleo; essa dicesi *sostanza nucleare*. Siccome questa sostanza si colora fortemente coi soliti reagenti coloranti, chiamasi anche *cromatina*, e si distingue dall'altra sostanza che non si colora (*acromatina*).

Una proprietà importante e assai generale del protoplasma è la contrattilità. La massa vivente presenta dei fenomeni di movimento collegati allo scambio materiale, i quali non si manifestano solo mercè lo spostamento e la migrazione delle particelle solide e dei granuli del contenuto vischioso, ma anche pel cambiamento di forma della intera

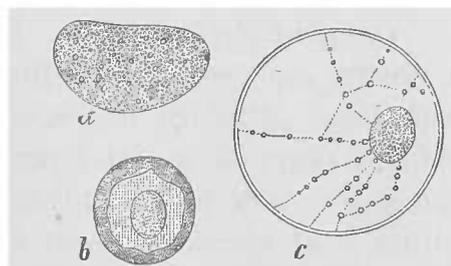


Fig. 19. — Forme nucleari, da R. Hertwig. *a* Nucleo cellulare, nei vasi malpighiani d'una larva d'insetto. *b* Nucleo degli eliozoi con strato marginale e nucleolo nel succo cellulare. *c* Nucleo d'un ovo di echino. Il nucleolo è contenuto in una rete di filamenti protoplasmatici, circondati da succo nucleare.

(1) Le particelle più piccole visibili col microscopio, nei più forti ingrandimenti, sono già, quanto a struttura molecolare, corpi assai composti, in cui si possono supporre esistenti milioni di molecole, disposte in un dato ordine.

(2) Vedi C. Frommann, Zur Lehre von der Structur der Zellen. *Jen. Zeitsch.* IX, 1875. Unters. über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Ibid. 1884. Strasburger, Studien über Protoplasma. *Jen. Zeitsch.* X, 1876. G. Retzius, Studien über Zelltheilung, Stockholm, 1881. W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882. Hanstein, Das Protoplasma als trögender pfl. und thier. Lebensverrichtungen, Heidelberg 1880. Heitzmann, Unters. üb. das Protoplasma, Wien 1873. Mikroskopische Morphologie des Thierkörpers. Wien 1883. Carnoy. La biologie cellulaire 1884. C. Rabl Ueber Zelltheilung. *Morphol. Jahrbuch.* 1885. Fabre-Domergue. Recherches anatomiques et physiologiques sur les infusoires ciliés, Paris. 1888.

cellula. Coll'addensarsi dello strato periferico del protoplasma o della sua zona ialina si forma una *membrana cellulare*, e la cellula assume la forma di vescicola. In tal caso i mutamenti di forma sono assai limitati; negli altri casi (cellule nude) i moti delle particelle si accompagnano con un mutamento più o meno rapido della forma esterna. Allora la cellula ha dei *moti ameboidi*, cioè manda fuori e ritira processi (a modo delle *Amoebae*), e con queste deformazioni del protoplasma muta di luogo; specialmente si osservano questi fenomeni nelle cellule giovani, ancora indifferenziate, e prive di membrana; in processo di sviluppo assumono poi spesso una *membrana*, che per altro non è, come prima si credeva, una parte necessaria della cellula, ma solo un segno dello sviluppo d'una cellula altamente differenziata.

Origine delle cellule. Divisione cellulare. Per quanto ci insegna la nostra esperienza, le cellule prendono origine da altre cellule; la formazione cellulare libera, nel senso di Schleiden e Schwann, cioè la formazione di nuclei (*citoblasti*) nel seno di una materia organica formatrice, non fu riscontrata. Tuttavia, se ci limitiamo al plasma della cellula o al plasma riunito di molte cellule (plasmodio), si può parlare d'una formazione cellulare libera (p. es. la formazione delle spore dei mixomiceti), che però non può distinguersi dalla neoformazione nell'interno d'una cellula madre, e si deve considerare come una modificazione della cosiddetta riproduzione cellulare *endogena*. Questa poi si può ricondurre al tipo di moltiplicazione delle cellule *per divisione*. Quando la cellula, in seguito all'introduzione e all'assimilazione dell'alimento, è giunta a una certa grossezza, il protoplasma (generalmente in seguito alla divisione del nucleo) si scinde in due porzioni presso a poco eguali, di cui ciascuna contiene un nucleo. La divisione nucleare può essere o *diretta* o *indiretta*, cioè ha luogo, in parecchi casi, mercè speciali differenziamenti e modificazioni (*cariocinesi, mitosi*).

Si credeva una volta che il nucleo progenitore sparisse e si formassero due nuovi nuclei. Ora invece si sa che il nucleo subisce tali variazioni, per cui diventa difficilmente visibile, vale a dire esso assume la figura di un fuso ialino con fine striature longitudinali e una zona equatoriale, detta da Bütschli piastra nucleare. Intorno ai poli del fuso si dispongono i granuli protoplasmatici, entro un liquido chiaro e sotto forma di strisce raggiate (figure ad aster le quali entrano in vivace movimento nella sostanza del plasma). Nuove profonde ricerche hanno poi provato che ciò che si indicava col nome di granulazioni della piastra nucleare consiste, in realtà, in uno speciale gomito di filamenti di sostanza nucleare (cromatina), che si tinge intensamente coi reagenti coloranti, e che le modificazioni di questo gomito, durante il movimento dei suoi due segmenti verso i poli del fuso nucleare, risultano da processi complicati (fig. 20); queste anse filamentose provengono dalla trasformazione delle parti cromatiche dei nucleoli e della rete

nucleare, che, durante la formazione del fuso nucleare, si trasforma in questi gomitolì e tratti fibrosi. Nella divisione cariocinetica della cellula, il nucleo si compone di una parte acromatica, il fuso nucleare, e di una parte cromatica che corrisponde alle anse filamentose, le quali, durante la divisione, subiscono una serie regolare di cambiamenti. Da principio le anse filamentose formano un gomitolò che traversa il nucleo (forma a gomitolò del nucleo progenitore, spirema), il quale poi si divide in numerose porzioni, e queste nuovamente si scindono in due parti nel senso della lunghezza. Più tardi questi segmenti filamentosi si ordinano regolarmente, e si dispongono trasversalmente sull'asse longitudinale del fuso nucleare che appare frattanto; e, adunandosi verso l'equatore di esso, assumono la forma di anse, la cui sommità è

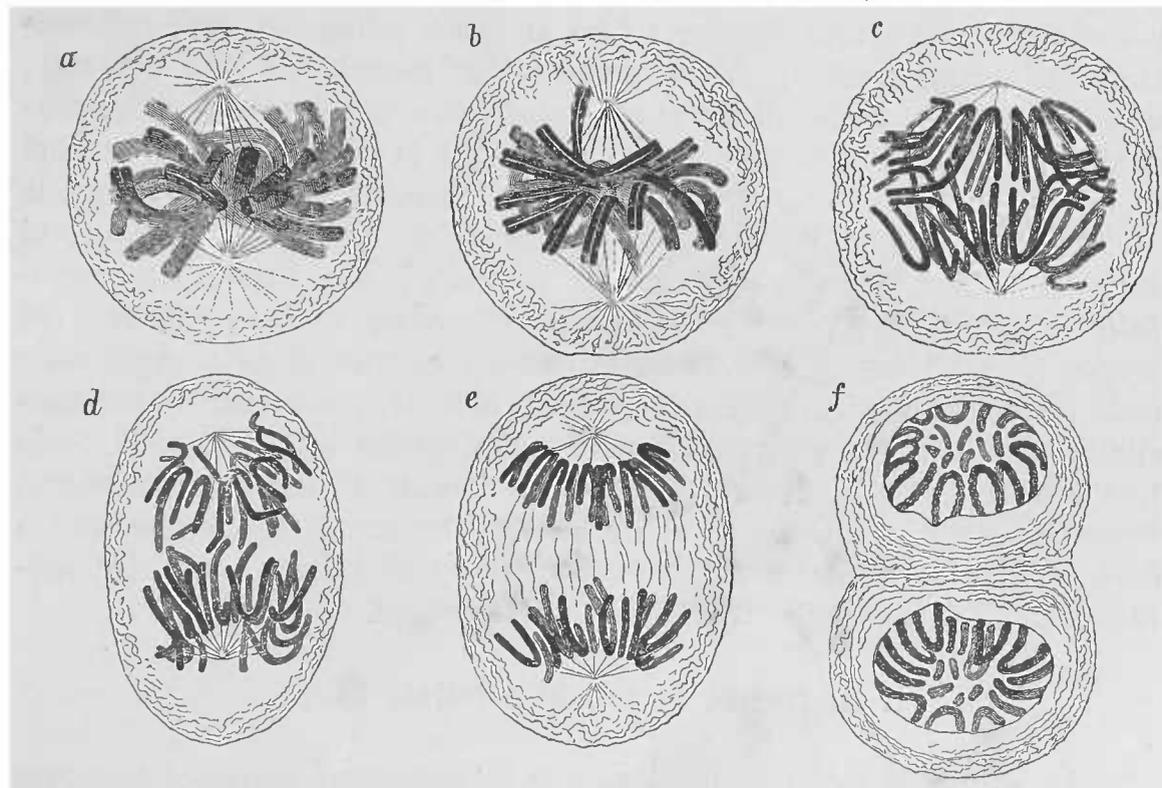


Fig. 20. — Cellula epidermoidale di una larva di Salamandra in istato di cariocinesi, da C. Rabl. *a, b* Stadi di *aster progenitore* o *monaster*, *c* Stadio di *metacinesi*, *d* 1.º stadio di *aster derivato* (*dyaster*), *e* 2.º stadio di *dyaster*, *f* Gomitolò derivato, dopo la completa divisione del corpo cellulare (*dyspirema*).

rivolta verso il centro e le estremità libere sono dirette all' infuori. Questa fase è detta *monaster*, o *aster progenitore* (Flemming) (fig. 20 *a* e *b*), (« formazione della piastra nucleare » secondo Strasburger). Segue un riordinamento degli elementi, allontanandosi fra di loro le due metà di ciascuna ansa che si dirigono verso i poli opposti (stadio di *metacinesi*) (fig. 20 *c*). Mentre le metà delle anse si avvicinano ai poli e riprendono la forma stellare, il nucleo entra nello stadio di *aster derivato* o *dyaster* (fig. 20 *d, e*); poi le anse di ciascuna stella si riuniscono, formando un gomitolò filamentoso (forma di gomitolò del nucleo derivato, o *dyspirema*) (fig. 20 *f*), il quale si decompone e forma il reticolo nucleare del nucleo derivato.

Se i prodotti della divisione cellulare sono ineguali, in modo che la porzione più piccola si possa considerare come un prodotto dell'accrescimento della più grande, allora tal modo di riproduzione chiamasi *gemmazione*. Nella riproduzione cellulare endogena vi è una neoformazione di cellule figlie entro la cellula madre. Il protoplasma non si divide per strozzamento in due o più parti, ma si differenzia in ammassi intorno a nuclei neoformati, presso i quali può rimanere superstito il nucleo originario.

L'ovocellula, che considerammo come punto di partenza per lo sviluppo dell'organismo, produce il materiale delle cellule impiegato a costituire i tessuti, per mezzo di varie modalità di moltiplicazione. Dei gruppi di cellule originariamente indifferenti ed omogenei si separano e assumono una nuova forma; i loro elementi subiscono varî differenziamenti e producono, o direttamente o per mezzo dei loro derivati, una determinata forma di tessuto cellulare, con una funzione corrispondente alla specialità della sua struttura. Con la distinzione di gruppi di cellule differenti, che danno origine a differenti tessuti, ha luogo la divisione del lavoro degli organi, composti da questi. Gli organi, al pari dei tessuti, possono distinguersi, secondo le loro funzioni, in *vegetativi* e *animali*. I primi servono alla nutrizione e conservazione del corpo, gli altri invece alle funzioni esclusivamente proprie degli animali (in contrapposizione con le piante), cioè al movimento e alla sensibilità. I tessuti vegetativi si possono distinguere in due gruppi, cellule e aggregati di cellule (epitelii) e in tessuti di sostanze unitive; i tessuti animali in muscolare e nervoso. Certamente ciò serve solo a dare un'idea delle forme dei tessuti e delle loro affinità, senza che pretendiamo di segnar netti limiti tra i varî gruppi.

1. Aggregati di cellule e cellule libere.

Le cellule possono trovarsi riunite in aggregati stratificati, oppure isolate in un mezzo liquido. Quest'ultima forma, in rispetto alla prima, deve considerarsi come secondaria, poichè le cellule di un aggregato diventano libere, e si dispongono in un mezzo fluido, in varî modi prodotto.

Epitelio e tessuto epiteliale. — Gli epitelî sono aggregati cellulari disposti in superficie, e in uno strato semplice o multiplo tappezzano o l'esterna o l'interna superficie del corpo, o gli spazi chiusi (*endotelio*). Già nella forma fondamentale dei metazoi, nella *Blastula* unistratificata, troviamo la disposizione epiteliale semplice delle cellule, in forma laminare (*Blastoderma*). L'epitelio è il tessuto originario più antico.

Secondo le diverse forme delle cellule, si distingue un epitelio cilindrico, un epitelio ciliare e un epitelio pavimentoso (fig. 21). Nel

primo caso le cellule, per l'allungamento dell'asse longitudinale, sono cilindriche; nel secondo caso presentano alla superficie libera delle ciglia vibranti, la cui sostanza sta in continuità col protoplasma vivente della cellula.

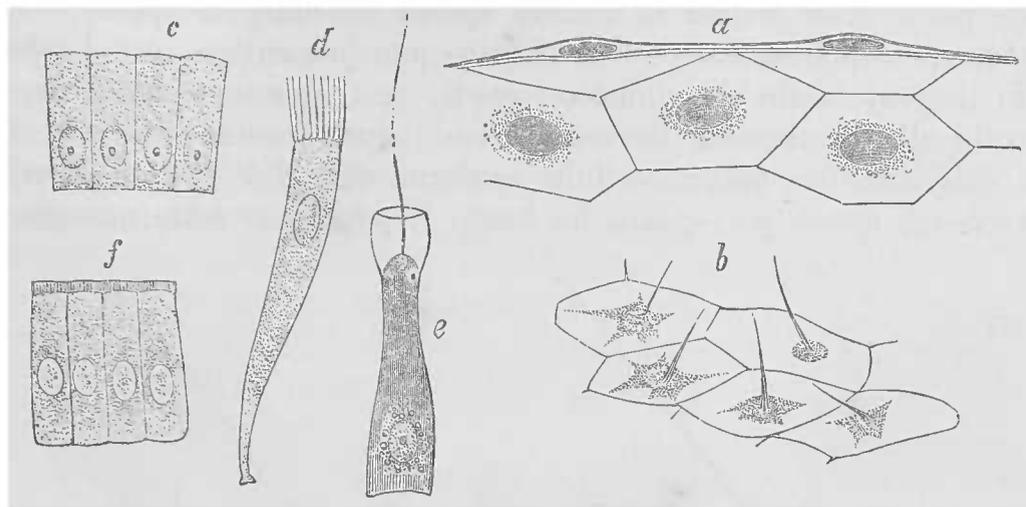


Fig. 21. — Varie sorta di cellule epiteliali. *a* Epitelio pavimentoso, *b* Cellule piatte con peli (da una medusa), *c* Cellule cilindriche, *d* Cellule cigliate o vibratili. *e* Cellule flagellate con colletto (spugne), *f* Cellule cilindriche con margine poroso (epitelio dell'intestino tenue).

Se la cellula (talvolta appiattita) ha un solo e grosso ciglio, la si chiama *cellula flagellata* (cellula a colletto delle spugne). Se le ciglia vicine si riuniscono in serie, si hanno le piastre vibratili (dei ctenofori). Nell'epitelio pavimentoso si tratta di cellule appiattite, le quali, se si trovano in più strati, si avvicinano tanto più alla forma rotonda, quanto più sono profonde (fig. 22). Mentre le cellule degli strati inferiori sono ancora molli e presentano attivi fenomeni di divisione e moltiplicazione, quelle degli strati superiori presentano maggiore resistenza, diventano a poco a poco cornee, e finiscono per disquamarsi come scaglette o placche (epidermide), facendo posto alle nuove formazioni degli strati profondi.

Spessi strati di cellule cornee piatte e fortemente unite le une alle altre conducono a formazioni dure, cornee o callose (unghie, artigli, zoccoli), le quali, come i rivestimenti epidermici costituiti da peli, penne e scaglie, possono fungere da scheletro esterno. Mentre per lungo tempo si considerarono le cellule degli epiteli come elementi isolati, riuniti in strato da una sostanza intercellulare, ora si riconobbe che le cellule giovani e ancor poco differenziate son riunite le une alle altre da pro-

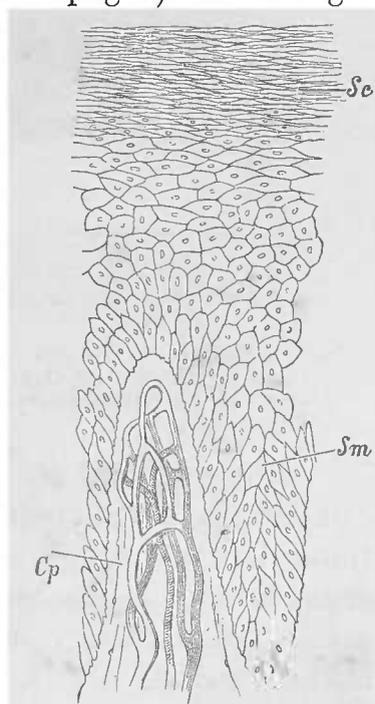


Fig. 22. — Epitelio stratificato dell'epidermide di un vertebrato superiore. Schema. *Sc* Strato corneo, *Sm* Strato malpighiano, *Cp* Papilla vasale della cute.

lungamenti del protoplasma, i quali spariscono quando avviene un più alto differenziamento e la formazione d'una membrana.

Alla superficie libera la formazione di uno strato membranoso sembra essere favorita dalla modificazione del protoplasma esterno; perciò in questa parte della cellula si osserva spesso un margine spesso e sodo. Lo stato protoplasmatico così modificato può presentare, per l'ispessimento ineguale delle sue differenti parti, una striatura verticale, che è dovuta alla riunione di bastoncini, fra i quali stanno dei pori (epitelio dell'intestino tenue, cellule epidermoidali del *Petromyzon*), e attraverso a questi pori-canali ha luogo il passaggio delle materie.

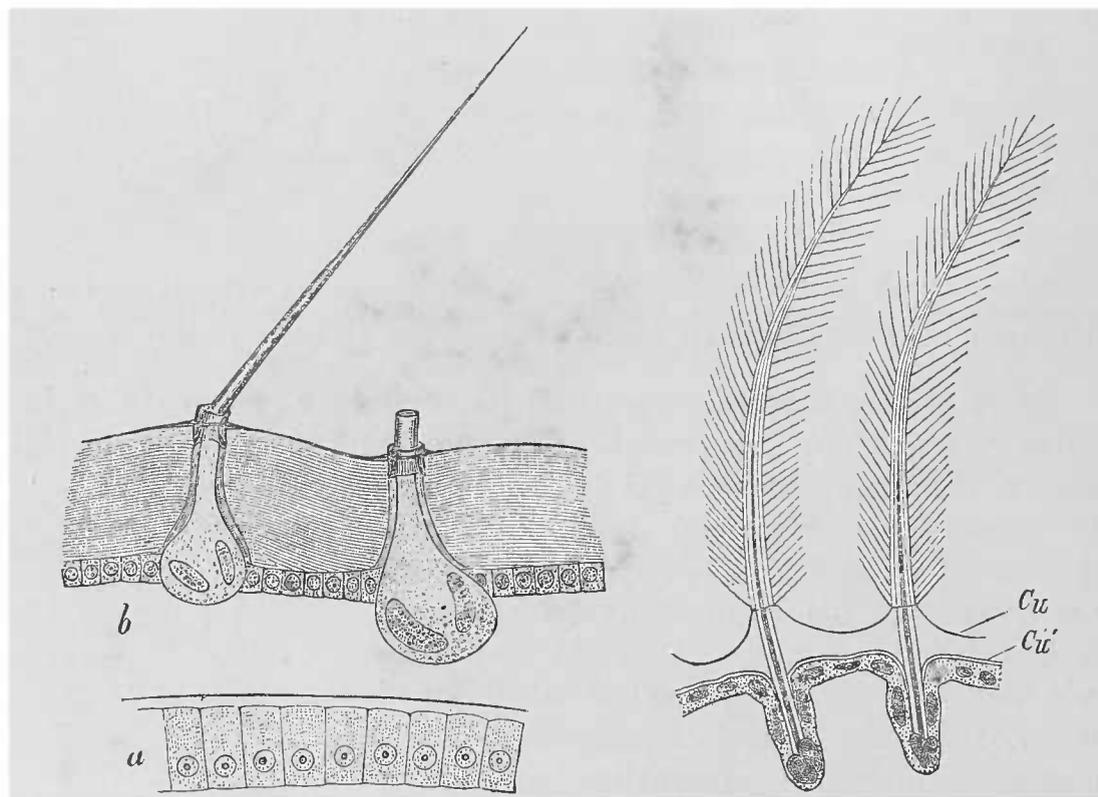


Fig. 23. — Cuticola e ipodermide. *a* d'una larva di *Corethra*, *b* di una larva di *Gastropacha*, con due glandole velenose, sormontate da due peli rigidi.

Fig. 24. — *Cu* Cuticola con peli rigidi in istato di muta, *Cu'* Cuticola neoformata (*Branchipus*).

Formazioni cuticolari. Se gli orli spessi e sodi di uno strato cellulare si uniscono fra loro a modo di uno strato membranoso continuo, il quale raggiunge una certa autonomia, si hanno *membrane cuticolari* omogenee o stratificate, o variamente scolpite (fig. 23 *a, b* e 24). Solitamente esse si formano alla superficie libera, però possono anche formarsi alla base (membrane basali). Lo strato cellulare su cui sta la membrana cuticolare può essere indicato nel primo caso come matrice di esso, o *ipodermide*. Spesso le faccie corrispondenti di ogni cellula si improntano sulla cuticola come figure poligonali, e, oltre i sottili pori-canali, ve ne hanno di più grandi formati da prolungamenti delle cellule. Questi ci conducono a svariate appendici cuticolari come peli, setole, squamme, le quali escono dai canalicoli, e circondano le

cellule o i loro prolungamenti, che servono ad essi da matrice. Le membrane cuticolari possono raggiungere un notevole spessore, e, con l'incrostazione di sali calcari o la formazione di chitina, possono assumere un notevole grado di durezza (dermascheletro dei crostacei e degli insetti), cosicchè possono avere il valore di tessuto scheletrico, sebbene del resto non si possa fare una netta distinzione fra essi e certe forme di sostanza congiuntiva. Le cuticole, o sono aderenti alle cellule sottoposte della matrice, o si elevano, come per esempio nei tubi protettori dei polipi idroidi; ma anche nel primo caso in certi tempi esse cadono e si rinnovano, come nella muta dei vermi e degli artropodi. Non solo alla parte superiore o alla base delle cellule, ma anche nel loro interno vi possono essere corpuscoli duri e formazioni scheletriche (spicole calcari, granuli silicei), oppure tubuli cuticolari (glandole unicellulari degli insetti).

Glandole. — In contrapposizione alle formazioni cuticolari, che sono prodotti di secrezione delle cellule e stanno unite all'organismo come tessuti di sostegno che fissano la forma del corpo, vi sono delle *secrezioni* liquide amorphe, e spesso chimicamente importanti (oppure *escrezioni* quando vengono emesse all'esterno). Con la formazione di tali secrezioni, l'epitelio si trasforma in tessuto glandolare. Nel caso più semplice la glandola è formata da una sola cellula che emette il liquido attraverso alla porzione libera della sua membrana, o per un'apertura speciale (fig. 25).

Non di rado due cellule si uniscono, e una funge da glandola, l'altra da condotto escretore (*Branchipus*). Se numerose cellule entrano nella formazione di una glandola, esse si aggruppano, nei più semplici casi, intorno a uno spazio centrale, in cui si raccoglie il liquido secreto. La glandola prende allora la forma d'un sacco o d'un tubo cieco, in seguito all'invaginamento dell'epitelio nei tessuti sottogiacenti, tanto alla superficie esterna del corpo, quanto alla superficie dell'intestino. Le glandole più grandi e complicate derivano da questa forma fondamentale, con depressioni regolari o irregolari. Mentre la loro forma è variabile (*glandole tubulari, acinose*), esse sono generalmente caratterizzate dalla trasformazione della porzione terminale comune in canale escretore, tuttavia tal divisione di lavoro fisiologico può già apparire in semplici tubi glandolari, e anche in glandole unicellulari (fig. 26). Oltre l'epitelio che riveste

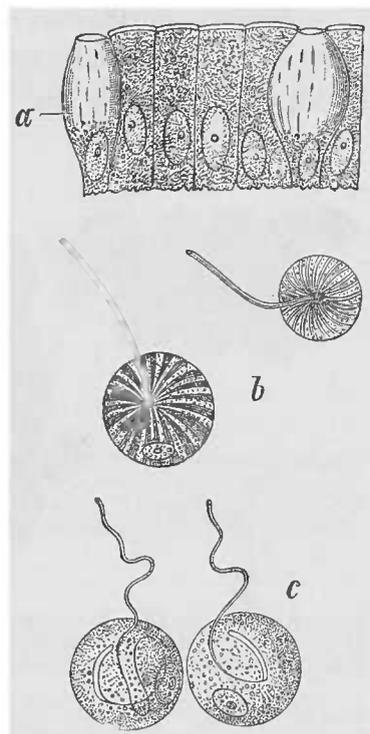


Fig. 25. — Glandole unicellulari. *a* Cellule caliciformi dell'epitelio dell'intestino tenue di un vertebrato, *b* Glandole cutanee unicellulari di *Argulus* con lunghi tubuli escretori, *c* Glandole cutanee unicellulari di insetti con canali escretori cuticolari:

i lumi delle glandole, prendono parte assai spesso alla formazione delle glandole anche dei tessuti di sostanza unitiva, i quali costituiscono l'impalcatura che sostiene le cellule epiteliali (*tunica propria*), e che esiste abbondantemente dove i vasi e i nervi entrano nelle *glandole*, e influiscono sulla loro attività secretrice. Questa dipende specialmente dalla natura dell'epitelio glandolare, e consiste nella produzione, in seno al protoplasma, di sostanze che riempiono il lume delle glandole e sono emesse dalle loro aperture. In altri casi la secrezione dipende essenzialmente dalla deiscenza e dalla distruzione delle cellule glandolari, la cui sostanza costituisce il liquido segregato. L'epitelio è allora stratificato, e negli strati cellulari più profondi è visibile una rigenerazione.

Cellule sensorie. — Finalmente si conoscono epitelii, foggianti ad organi di senso, come apparecchi terminali dei nervi, e perciò diventano epitelii sensorî, le cui cellule per lo più hanno un corpo cellulare lungo

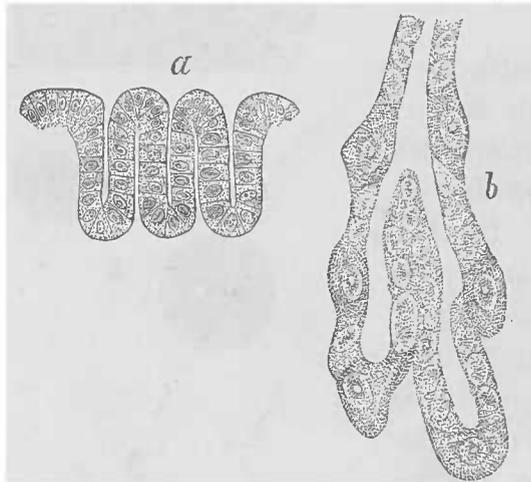


Fig. 26. — Glandole peptiche. *a* in via di sviluppo, come invaginazioni dell'epitelio, *b* in istato completo.

e sottile, con un segmento allargato portante il nucleo, e, all'estremità libera, delle differenziazioni cutanee in forma di peluzzi o bastoncini. Alla base stanno queste cellule di senso, le quali o sono isolate, o circondate da cellule indifferenti (cellule di sostegno), o, unite in mucchio, formano un territorio epiteliale, direttamente unito ai nervi sensibili con fibrille terminali.

Cellule libere. Alle cellule isolate appartengono quelle del sangue, del chilo e della linfa. Tanto il sangue solitamente incolore degli inverte-

brati, come quello rosso (fuorchè in poche eccezioni) dei vertebrati, consta d'un plasma liquido ricco di sostanze albuminoidi (coagulo, fibrina, siero), nel quale stanno sospesi numerosi corpuscoli. Questi mancano solo ai protozoi unicellulari e ai metazoi inferiori, in cui il sangue propriamente detto non esiste, e v'è invece un liquido che imbeve i tessuti (celenterati, vermi parenchimatosi). Negli altri invertebrati, tali corpuscoli si presentano come cellule irregolari, spesso fusiformi, dotate di moti ameboidi; nel sangue dei vertebrati si trovano i globuli rossi (scoperti da Swammerdam nella rana) in così gran numero, che, ad occhio nudo, il sangue sembra un liquido rosso omogeneo. Essi sono sottili dischi a contorno ovoido quasi ellittico, o circolare (mammiferi) (1), nel primo caso con nucleo, senza nucleo nel secondo, fuorchè nel pe-

(1) Sono ellittici, tra i mammiferi, nel cammello e nel lama, circolari tra i pesci nel *Petromyzon*.

riodo di sviluppo (fig. 27). Essi contengono la sostanza colorante del sangue, l'*emoglobina*, importante per lo scambio dei gas durante la respirazione. Essa assorbe l'ossigeno nell'organo respiratorio e lo rilascia nei vasi capillari degli organi. Fu detto che i globuli rossi provengono dai globuli bianchi, i quali, allo stato normale, son contenuti nel sangue in numero più piccolo; si ritengono quali organi emato-poietici principali la milza (Foà e Salvioli) e il midollo delle ossa (Neumann e Bizzozero).

I globuli bianchi sono vere cellule di forma variabilissima con moti ameboidi (*fagociti*, diapedesi, neoplasie), e si formano nelle glandole linfatiche, come i corpuscoli del chilo e della linfa, e di là passano nel sangue. Recentemente fu trovato un terzo elemento morfologico del sangue, nei vertebrati, cioè le *piastrine* di Bizzozero. Esse hanno la forma di un dischetto piatto con faccie parallele, e si riproducono per cariocinesi (Mondino e Sala); avrebbero parte importante nella

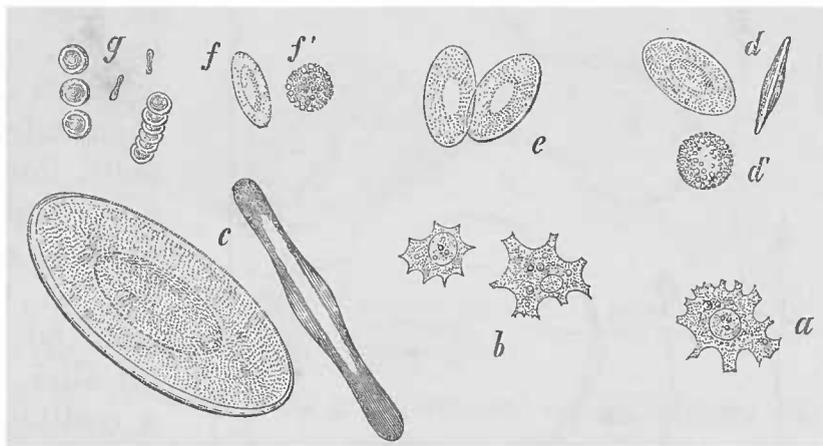


Fig. 27. — Cellule del sangue, secondo Ecker. *a* Cellule ameboidi dell'*Anodonta*, *b* della larva di sfinge (1), *c* Corpuscoli rossi del proteo, *d* del colubro, *d'* Corpuscoli linfoidi dello stesso, *e* Corpuscoli rossi del sangue della rana, *f* della colomba, *f'* Corpuscoli linfoidi della colomba, *g* Corpuscoli rossi del sangue dell'uomo.

coagulazione del sangue, e non sarebbero precursori dei globuli rossi (ematoblasti di Hayem). Negli invertebrati esistono solo globuli bianchi, che corrispondono alle cellule linfatiche dei vertebrati; ma non è raro che il plasma sia colorato; talvolta contiene emocianina e persino emoglobina, e ha un color gialliccio, violaceo o rosso.

Alle cellule libere appartengono anche la cellula ovo e gli spermatoblasti, che si separano dal rivestimento epiteliale della parete dell'ovario e del testicolo, come i zoospermi che provengono dagli spermatoblasti, e spesso sono mobili e di forma svariata.

Gli spermatozoi sono cellule modificate, generalmente si presentano come piccole cellule flagellate con una capocchia (nucleo e rudimento del protoplasma). In molti casi il capo è allungato e filiforme, o fatto

(1) Le figure segnate *a* e *b* rappresentano le cellule ameboidi del sangue dell'*Anodonta* e della *Sfinge* nello stato in cui si presentano dopo che sono uscite dal corpo dell'animale. Allo stato vivente la loro figura è diversa. Le cellule ameboidi dell'*Anodonta* presentano lunghi pseudopodi ramificati; quelle degli insetti invece hanno un solo o due pseudopodi non ramificati, ossia sono fusiformi o piriformi. Vedi G. Cattaneo: *Morfologia delle cellule ameboidi dei molluschi e artropodi*, 1889, e le relative tavole.

a vite (uccelli, selaci). Esso può anche mancare completamente, e il zoosperma diventa filiforme o a forma capillare (insetti). Si danno anche spermatozoi di forme svariate, che possiamo assomigliare a quella di un

cappello (nematodi), di una stella, con numerosi processi (decapodi) ecc. (fig. 28).

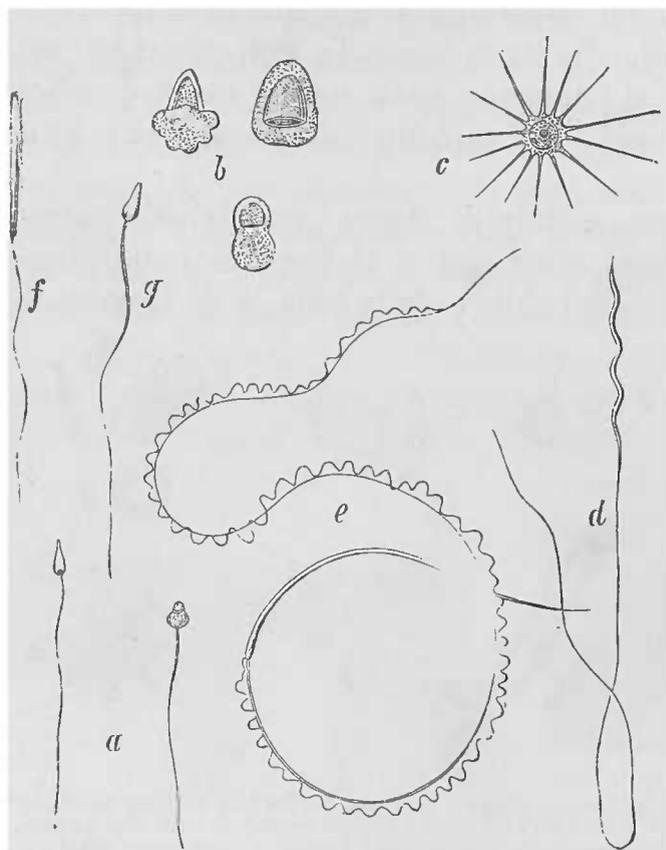


Fig. 28. — Spermatozoi. *a* di Meduse, *b* di *Ascaris lumbricoides*, *c* di un *Carcinus*, *d* della *Torpedine*, *e* della *Salamandra* (con membrana ondulante), *f* della *Rana*, *g* di una *Scimmia* (*Cercopithecus*)

2. Tessuti di sostanza congiuntiva.

Si comprende, tra essi, un gran numero di diversi tessuti, caratterizzati dalla presenza di una sostanza fondamentale più o meno potente, interposta fra le cellule (corpuscoli del tessuto connessivo, e *sostanza intercellulare*). Questi tessuti servono ad unire e circondare gli altri tessuti, ed entrano a costituire gli organi di sostegno o scheletrici. Essi si sviluppano generalmente da masse cellulari del mesoderma. La sostanza intercellulare, che per la funzione del tessuto

è importantissima, prende il suo sviluppo da una secrezione delle cellule o da una trasformazione della parte periferica del protoplasma; geneticamente non si può quindi nettamente distinguere dalla membrana cellulare e dalle sue differenziazioni, come vediamo negli strati ispessiti e nelle formazioni cuticolari. Le pareti cellulari, già prodotte dal protoplasma, fondendosi tra di loro, possono contribuire ad accrescere questa sostanza. Generalmente la sostanza intercellulare è segregata dall'intera superficie della cellula; però in alcuni tessuti vien segregata solo da una parte (dentina), oppure si forma uno strato superficiale fluido, il quale assume il carattere di sostanza intercellulare, per immigrazione secondaria delle cellule (tessuti di secrezione, acalefi, larve di echinodermi, mantello dei tunicati). D'altra parte tali cellule (cellule del mesenchima) possono disporsi a modo di epitelio (endotelio), cosicchè anche per ciò scompare il contrapposto netto, che forse geneticamente si può stabilire tra gli epiteli e i tessuti di sostanza connessiva.

Tessuto connessivo cellulare.

Questi tessuti hanno, nelle loro singole modificazioni, svariate relazioni coll'epitelio, e specialmente col suo prodotto di secrezione, noto come *sostanza cuticolare*; e non si possono nettamente distinguere da essi.

Se la sostanza intercellulare è pochissima, abbiamo il tessuto connessivo *cellulare* o *vescicolare*, che è molto sviluppato nelle meduse, nei molluschi, nei crostacei, nei vermi, e meno nei vertebrati.

Spesso il protoplasma di queste cellule è spostato più o meno da un liquido, specialmente nel tessuto vacuolizzato della corda dorsale le cui cellule si presentano come grandi vesciche fra loro addossate con nuclei per lo

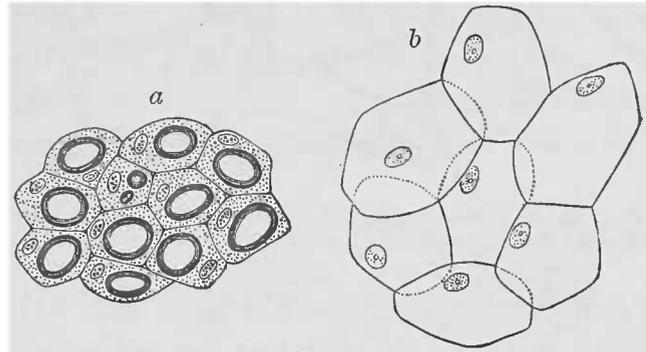


Fig. 29. — *a*. Tessuto connessivo a grandi cellule con globuli grassi della *Nebalia*. *b* Cellule della corda dorsale di una larva di *Salamandra*.

più eccentrici (fig. 29 *b*). In altri casi gli ammassi liquidi stanno in una rete a maglie di filamenti delicati, mentre i limiti della cellula diventano invisibili (parenchima cellulare dei plattelminti). Possono anche trovarsi nell'interno del protoplasma dei globuli adiposi (*Nebalia*), che cacciano questo a un lato (fig. 29 *a*). Esso è simile al connessivo embrionale, composto di cellule stipate e indifferenti.

Tessuto mucoso e gelatinoso.

Così si chiamano alcune forme di tessuto connessivo, caratterizzate dalla sostanza fondamentale ialina e gelatinosa, contenente gran quantità di acqua. Le cellule si presentano assai diverse, e si distinguono per la loro grande mobilità, che loro permette di emigrare nella sostanza gelatinosa con fenomeni ameboidi, e di introdurre particelle solide. Esse mandano fuori spesso processi delicati, talora ramificati che si anastomizzano tra di loro e formano delle reti. Alcune parti della sostanza fondamentale possono anche differenziarsi in fasci di fibre (gelatina di Wharton del funicolo ombelicale). Queste forme di tessuti si trovano negli invertebrati, per esempio negli eterepodi e nelle meduse (fig. 30), il cui disco, in seguito alla riduzione o alla totale scomparsa delle cellule (idromeduse, campane natanti dei sifonofori) si riduce a uno strato di tessuto omogeneo molle o duro (membrana di sostegno delle polipo-meduse), il quale non si di-

stingue per il suo modo di origine dalle forme cuticolari, essendo formato da una secrezione cellulare liquida o gelatinosa. Lo stesso ha luogo

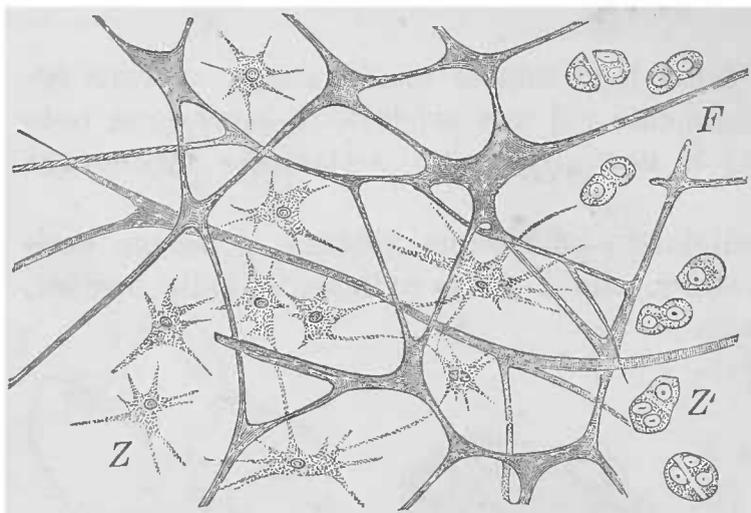


Fig. 30. — Tessuto gelatinoso del *Rhizostoma*. F Rete fibrosa, Z Cellule con processi, Z' Cellule in via di divisione.

nel così detto tessuto di secrezione dei giovani ctenofori, in cui solo più tardi emigrano delle cellule, e nella sostanza gelatinosa delle meduse e delle larve di echinodermi.

Tessuto connessivo fibrillare.

Una forma di tessuto connessivo assai diffusa nei vertebrati è il così detto connessivo fibrillare (fig. 31) con cellule generalmente fusiformi, o anche ramificate e con sostanza intercellulare compatta, in tutto o in parte differenziata in fasci di fibre, la quale si gonfia negli acidi e negli alcali, e con la bollitura dà la gelatina. Tra i fasci di fibre esistono in molti punti delle lacune e degli interstizi, in cui si aduna un fluido simile alla linfa. Questi interstizi del tessuto connessivo for-

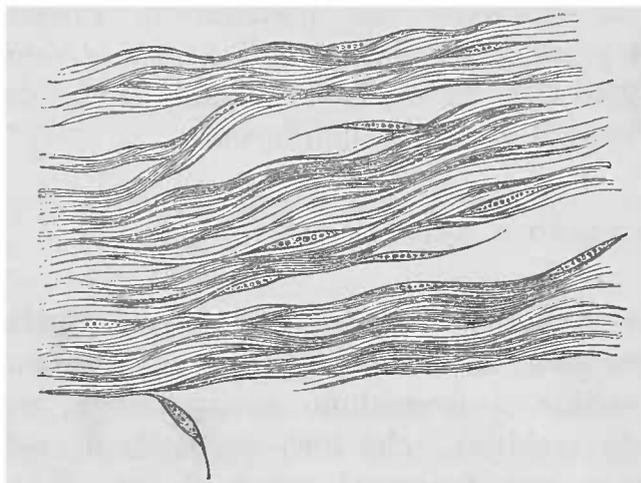


Fig. 31. — Tessuto connessivo fibrillare.

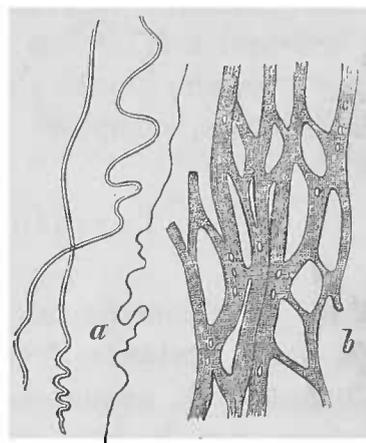


Fig. 32. — a Fibre elastiche, b Rete.

mano il principio del sistema linfatico, i cui elementi figurati, o corpuscoli linfoidi, identici alle cellule bianche del sangue, devono derivare da cellule congiuntive. Se il protoplasma delle cellule si trasforma in tutto o in parte in fibre, si formano i tessuti fibrillari contenenti nuclei al posto delle cellule originarie. Assai spesso le fibre sono ondulate e ordinate parallelamente (legamenti, tendini). In altri casi si incrociano in diversi sensi (derma), o sono foggiate a rete (mesenterio). Secondo il modo di unione più o meno stretto delle fibre, si ha il tessuto con-

giuntivo denso o lasso; questo è sparso in tutti gli organi, circonda gli elementi che lo costituiscono e accompagna i vasi sanguigni; l'altro, di costituzione più resistente, si trova nei legamenti e nei tendini che uniscono i muscoli alle ossa, e anche nelle fasce e nelle aponeurosi.

Oltre le fibrille e i fasci di fibrille ordinarie che si gonfiano con gli acidi e con gli alcali, vi è una seconda forma di fibre che resistono a questi reagenti: esse sono le *fibre elastiche*, così chiamate perchè di esse sono formati i tessuti elastici. Esse hanno tendenza a ramificarsi e a formare delle reti fibrose, e raggiungono spesso un notevole spessore (legamento nucale, *ligamenta flava*, parete delle arterie). Esse possono anche allargarsi e riunirsi in modo da formare membrane e piastre traforate (membrane fenestrate) (fig. 32). Le cellule del tessuto connessivo presentano frequentemente delle modificazioni; nel loro pro-

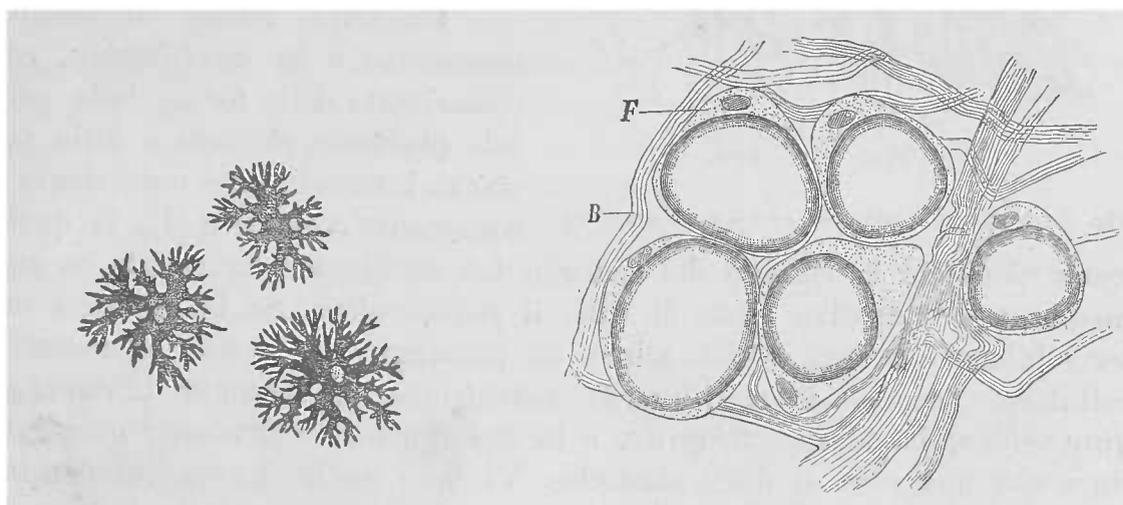


Fig. 33. — Cellule pigmentali della pelle della *Cobitis barbatula*.

Fig. 34. — Tessuto adiposo (da Ranvier)
F Cellule adipose, B Fibrille connessive.

toplasma possono depositarsi dei pigmenti e dei globuli adiposi. Nel primo caso, per l'ammucchiarsi di granuli pigmentali generalmente brucicci nel contenuto delle cellule ramificate, possono avere origine delle membrane colorate in bruno o in nero (fig. 33); nel secondo caso il tessuto connessivo diventa un *tessuto adiposo* (Frey), il cui sviluppo, in istretta correlazione con una ricca nutrizione, si nota specialmente intorno ai vasi (fig. 34) (1).

Tessuto reticolare o adenoide.

Così si chiama una forma di tessuto connessivo caratterizzata da una rete di fibrille sottili in luogo dei fasci fibrosi, e con nuclei i quali, generalmente circondati da pochi resti di protoplasma, stanno nei punti

(1) Secondo Toldt, v'è anche un *tessuto adiposo* autonomo, con cellule tonde nucleate, senza membrana se giovani, con membrana se vecchie.

di incontro delle fibrille (fig. 35). Le lacune e gli interstizi hanno grande importanza, poichè contengono cellule indifferenti, spesso in divisione, e sono traversate dalla linfa. Questa

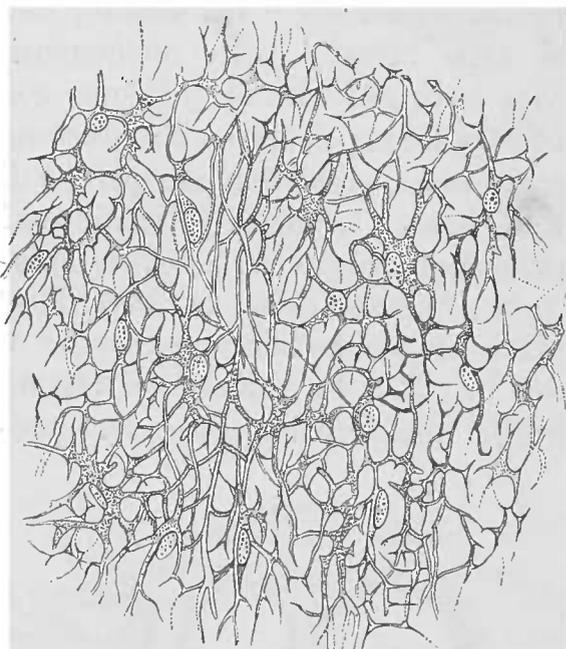


Fig. 35. — Tessuto adenoide (da Gegenbaur).

forma di tessuto (adenoide o citogeno) sta in istretto rapporto col sistema linfatico e specialmente con le glandole linfatiche, nelle quali prendono origine le cellule linfoidi come cellule congiuntive divenute libere (cellule migranti).

Cartilagine.

Un'altra forma di tessuto connessivo è la *cartilagine*, caratterizzata dalla forma delle cellule piuttosto rotonda e dalla sostanza intercellulare consistente e contenente *condrina* (1), la quale

rende possibile la rigidità del tessuto. La cartilagine è rivestita da una membrana connessiva ricca di vasi, il *pericondrio*. Se la sostanza intercellulare è scarsa, si ha allora un passaggio al tessuto connessivo cellulare. Secondo la sua diversa costituzione, si distingue la *cartilagine ialina*, la *fibrocartilagine*, e la *cartilagine reticolata*; quest'ultima con una rete di fibre elastiche. Vi sono anche forme intermedie tra queste e il tessuto fibrillare, in cui le cellule cartilaginee sono circondate da fibre connessive (cartilagine congiuntiva).

Le cellule sono situate in cavità generalmente arrotondate della sostanza intercellulare, e sono circondate da strati solidi aventi l'apparenza di capsule. Queste così dette capsule cartilaginee si consideravano una volta come membrane simili alle capsule di cellulosa delle cellule vegetali, concetto che è giustificato completamente dalla origine delle capsule come elaborazioni del protoplasma. Inoltre le capsule stanno in istretto rapporto con la sostanza fondamentale, formatasi allo stesso modo e che esse rinforzano fondendosi con essa. Nella cartilagine giovane la sostanza intercellulare è rappresentata solo dalle pareti di separazione delle cellule, prodotte dalla riunione delle pareti delle capsule; più tardi essa diventa più abbondante, in seguito alla formazione, nel protoplasma delle cellule, di nuovi strati che si fondono con la sostanza intercellulare già esistente. Mentre i prodotti della divisione delle cellule secernono a loro volta nuove capsule, si formano anche dei sistemi di cap-

(1) Quella sostanza gelatinosa che si ottiene dalla cartilagine per mezzo della bollitura, e che si chiama *condrina*, è probabilmente una mescolanza di *gelatina* e *mucina*.

sule cartilaginee incluse le une nelle altre, che restano per qualche tempo distinte, ma che finiscono gradualmente per fondersi con la massa fondamentale comune. L'accrescimento della cartilagine è quindi soprattutto interstiziale (fig. 36 e 37). Esistono anche cartilagini a cellule fusiformi, munite talvolta di numerosi prolungamenti raggiati. Queste forme cellulari, che si trovano spesso nelle cartilagini degli animali inferiori, non sembrano, del resto, isolate; recenti ricerche hanno positivamente dimostrato che la sostanza intercellulare è soltanto apparentemente omogenea, anche nella cartilagine ialina, chè anzi in questa è attraversata da sottili prolungamenti delle cellule cartilaginee, per modo che le cellule formano un insieme continuo pure nel tessuto cartilagineo. Il tessuto fondamentale acquista una consistenza e una durezza maggiore per l'infiltrazione più o meno abbondante di granulazioni calcari, che talora possono formare come una specie di graticcio.

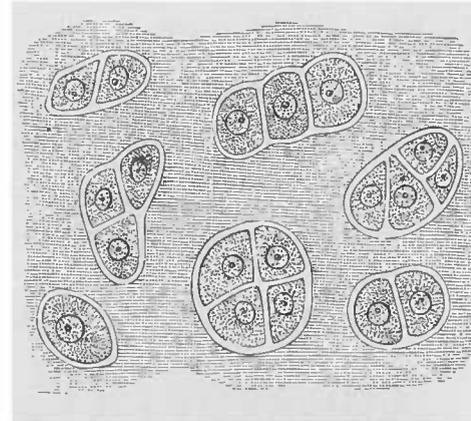


Fig. 36 — Cartilagine ialina

In questo modo si produce la *cartilagine calcificata* o *cartilagine ossea*, che, negli squali, rappresenta una forma permanente di tessuto

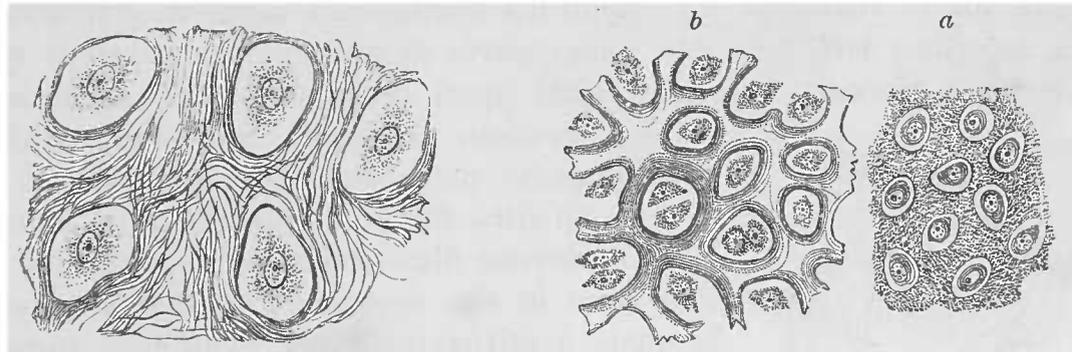


Fig. 37. — Fibro-cartilagine.

Fig. 38. — a, b. Cartilagine ossea o cartilagine calcificata.

scheletrico e che, nei vertebrati superiori, è solo transitoria e precede l'ossificazione (fig. 38 a, b). La rigidità della cartilagine spiega in che modo questa possa servire da impalcatura ossea, come si vede qualche volta negli invertebrati (cefalopodi, sabelle) e più spesso nei vertebrati, il cui scheletro contiene sempre pezzi cartilaginei, od è anche formato interamente da essi (pesci cartilaginei).

Ossa.

Ancor più rigido è il *tessuto osseo*, la cui sostanza intercellulare è resa solida da carbonato e fosfato di calce, mentre le cellule (i così detti corpuscoli ossei) hanno numerosi e sottili processi che si anastomiz-

zano fra di loro (fig. 39, 40, 41). Le cellule riempiono naturalmente le corrispondenti cavità della sostanza fondamentale solida, la quale è attraversata da numerosi canali grandi e piccoli (canali di Havers). Questi racchiudono i vasi nutritizi, di cui ripetono esattamente il decorso e le ramificazioni, e stanno in rapporto con strati e lamelle con-

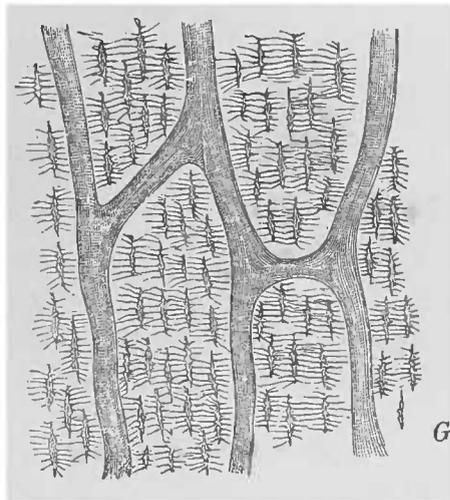


Fig. 39. — Sezione longitudinale di un osso lungo, da Kolliker. G Canali di Havers.

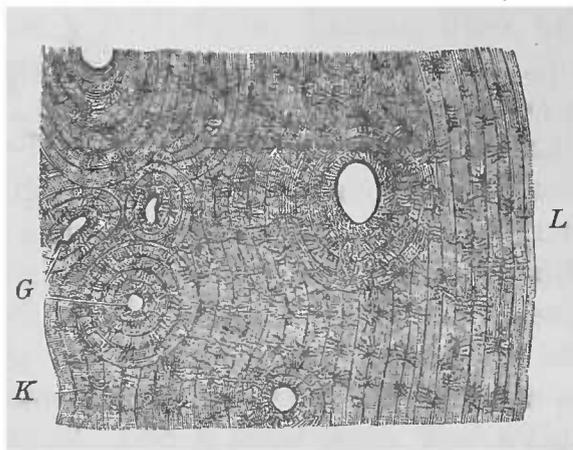


Fig. 40. — Sezione trasversale di un osso lungo (secondo Kolliker). K Corpuscoli ossei, G Canali di Havers, L Sistemi di lamelle.

centriche della sostanza fondamentale, che solo apparentemente è omogenea, ma in realtà ha una struttura fibrillare. I canaletti cominciano alla superficie delle ossa, che sono coperte da un *periostio* ricco di vasi e nervi, e sboccano in grandi spazi (spazi midollari), che nelle ossa lunghe formano il canale midollare, e nelle ossa spugnose sono disposti irregolarmente.

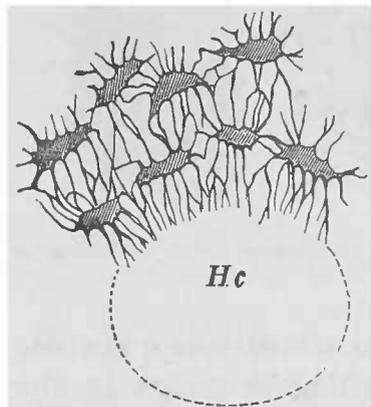


Fig. 41. — K Cavità dei corpuscoli ossei coi loro canalicoli che sboccano nel canale vascolare Hc o canale di Havers (da Kolliker).

In un'altra forma di tessuto osseo si trovano numerose fibre lunghissime, parallele e ramificate in una sostanza fondamentale dura, la quale è attraversata così da un gran numero di fini canalicoli con branche laterali. Le cellule ossee sono ivi sostituite da fibre che corrispondono a processi allungatissimi delle cellule formative (odontoblasti) o ai resti di esse. Questo tessuto duro trapassato da canalicoli paralleli si trova nelle ossa dei teleostei e forma la massa principale dei denti (dentina) (fig. 42). Lo smalto che ricopre la corona dei

denti consta di prismi disposti perpendicolarmente sullo strato di dentina, ed è un prodotto del così detto organo dello smalto, ossia risulta dalla calcificazione delle sue cellule cilindriche. Il cemento, che circonda la radice, e che nei denti con pieghe di smalto si approfonda nelle ripiegature della corona e riunisce frequentemente parecchi denti embrionali formando i denti composti, è un tessuto connessivo ossificato del periostio dell'alveolo.

Quanto alla sua genesi l'osso può derivare, o dal tessuto connessivo molle o dalla cartilagine. Nel primo caso esso si sviluppa per trasformazione delle cellule connessive e per indurimento della sostanza fondamentale. Più generalmente esso si forma dalla cartilagine, soprattutto nello scheletro dei vertebrati. Una volta si dava grande valore a questi varî modi di origine e si distinguevano l'uno come ossificazione primaria, l'altro come ossificazione secondaria, mentre in realtà vi è una grande coincidenza in entrambi i modi di origine, poichè anche nella preformazione cartilaginea, insieme a un deposito calcareo precedente e alla distruzione parziale o alla fusione della cartilagine cominciando dal midollo, appare una nuova formazione

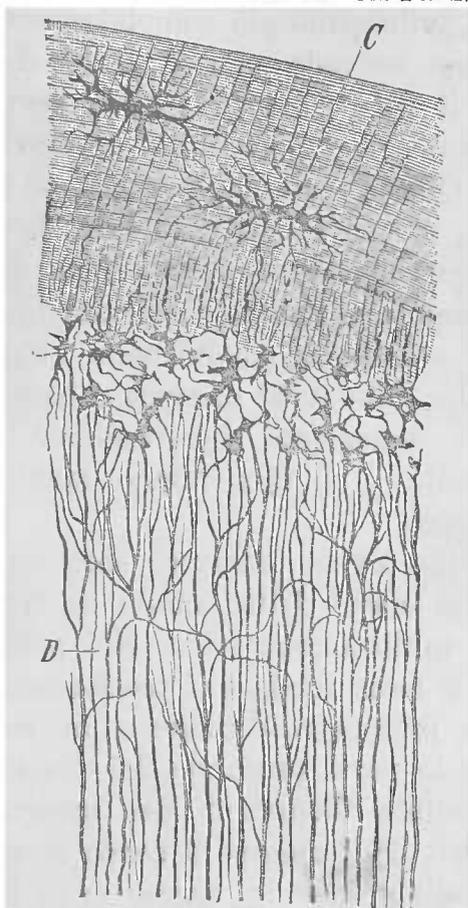


Fig. 42. — Sezione della radice di un dente (da Kölliker). *C* Cemento, *J* Spazi interglobulari, *D* Dentina con canalicoli dentari.

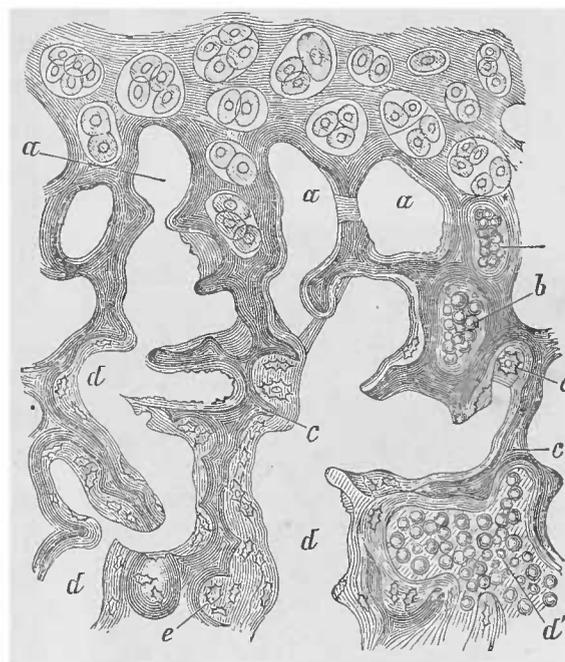


Fig. 43. — Sezione d'una cartilagine ossificata da (Frey). *a* Piccoli spazi midollari posti nel tessuto cartilagineo, *b* Spazi midollari con cellule del midollo della cartilagine, *c* Resti di cartilagine ossificata, *d* Grandi spazi midollari, *e* Osteoblasti

di tessuto connessivo molle, le cui cellule (osteoblasti) si trasformano in corpuscoli ossei, mentre la sostanza intercellulare diviene sostanza fondamentale (fig. 43). Inoltre le ossa, preformate di cartilagine, si sviluppano ulteriormente a spese del periostio, in cui il tessuto connessivo si trasforma direttamente in sostanza ossea. Del resto, la cartilagine può anche ossificarsi direttamente; le sue cellule si trasformano in corpuscoli ossei, e la sostanza fondamentale si calcifica (corni dei cervi).

3. Tessuto muscolare.

Abbiamo veduto che il protoplasma della cellula attiva possiede per sè stesso la contrattilità; ma si osserva già, nella massa protoplasmatica del corpo dei protozoi, un ordinamento striato di particelle, in cui è più specialmente localizzata la facoltà di contrazione (strie muscolari degli infusori). Simili differenziamenti del protoplasma di certe cellule, o di certe aggregazioni di cellule, sviluppano più completamente nei metazoi questa proprietà di contrazione secondo una direzione determinata; in questo modo si costituisce il tessuto muscolare che serve

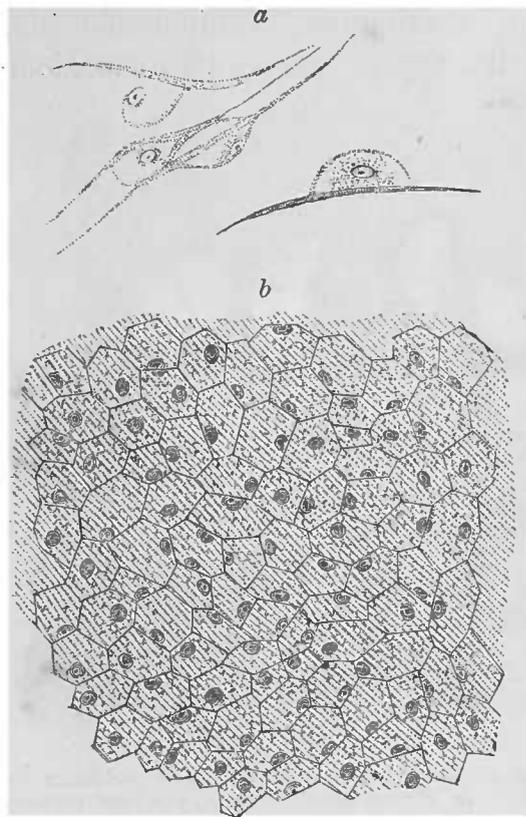


Fig. 44. — *a* Mioblasti d'una medusa (*Aurelia*). *b* Epitelio muscolare di una medusa (*Aurelia*).

esclusivamente a produrre i movimenti. Queste cellule, quando sono in attività, si contraggono, in una direzione corrispondente alla loro dimensione longitudinale e alla striatura del loro contenuto, modificando i rapporti che, allo stato di riposo, hanno le loro dimensioni longitudinale e trasversale, e si raccorciano mentre s'allargano.

Nelle forme inferiori solo una parte del corpo della cellula si trasforma in fibra contrattile. Nei polipi idroidi e nelle meduse si trasformano in fibre muscolari delicate o in reti di fibre le parti profonde del plasma delle cellule formatrici dei muscoli (mioblasti (1)), mentre il corpo stesso delle cellule che le hanno prodotte adempie altre funzioni, e ordinariamente porta ciglia vibratili. Per riguardo alle somiglianze che i mioblasti hanno, nel loro modo di raggrupparsi, con una membrana epiteliale, si dà, allo strato che essi costituiscono, il nome di epitelio muscolare (fig. 44 *a*, *b*). In un periodo di sviluppo più avanzato la maggior parte del plasma della cellula si trasforma in sostanza muscolare contrattile; talora tutt'intera la cellula si allunga in fibra. In seguito i muscoli si approfondano e formano strati indipendenti sostenuti da tessuto connessivo; però possono anche

(1) Furono chiamate cellule neuro-muscolari (Kleinenberg), ma non è possibile dimostrare che esse abbiano un qualsiasi rapporto con la formazione delle cellule gangliari, il che non vuol dire, naturalmente, che i mioblasti non siano dotati di eccitabilità.

originarsi da cellule mesodermiche, o dalle così dette cellule del mesenchima.

Si distinguono due forme di tessuto muscolare che differiscono dal punto di vista morfologico, come dal punto di vista fisiologico: i *muscoli lisci*, o fibro-cellule contrattili, e i *muscoli striati*.

Muscoli lisci.

Questi muscoli sono cellule fusiformi appiattite o nastriformi o strati di tali cellule, che di solito reagiscono lentamente sotto l'influenza dei nervi, che a poco a poco si contraggono mantenendosi contratti per un certo tempo. La sostanza contrattile pare per lo più omogenea, talora anche leggermente striata per il lungo. I muscoli lisci sono molto diffusi fra gli invertebrati; nei vertebrati formano le pareti di numerosi organi (vasi, condotti escretori delle glandole, parete dell'intestino (fig. 45)).

Muscoli striati.

I muscoli striati si compongono di cellule, più spesso di fasci primitivi nucleati (fibre muscolari). Sono caratterizzati dalla trasformazione totale o parziale del protoplasma, o di una parte di esso, in una sostanza striata trasversalmente, formata di elementi particolari (sarco-elementi), che hanno la proprietà della doppia rifrazione, e da un liquido interposto fra loro a rifrazione semplice (fig. 46, *a*, *b*). Fisiologicamente sono caratterizzati da una contrazione assai energica, che segue immediatamente all'eccitazione, per cui questa varietà di tessuto muscolare è assai propria all'esecuzione di movimenti energici (muscoli dello scheletro dei vertebrati). Nel caso più semplice, le fibrille striate vengono pure prodotte nello spessore dei mioblasti, che costituiscono una lamina epiteliale continua (epitelio muscolare), al di sopra di questo delicato

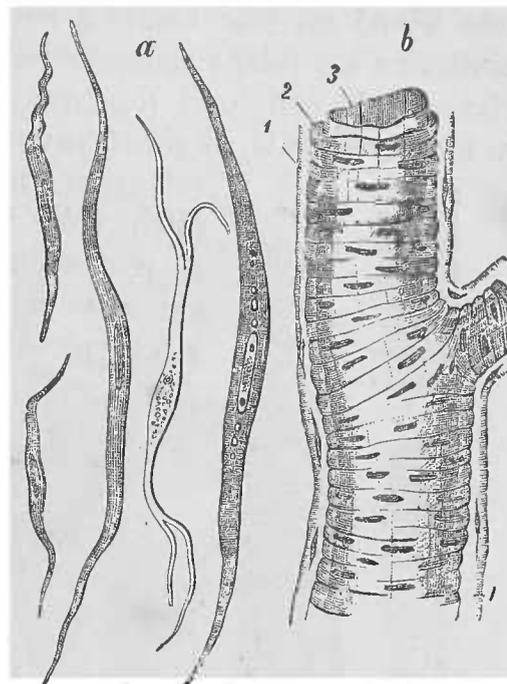


Fig. 45. — *a* Fibre muscolari lisce isolate, *b* Porzione di una arteria; 1 strato esterno di tessuto connessivo; 2 strato medio formato da fibre lisce; 3 strato interno senza nuclei (da Frey).

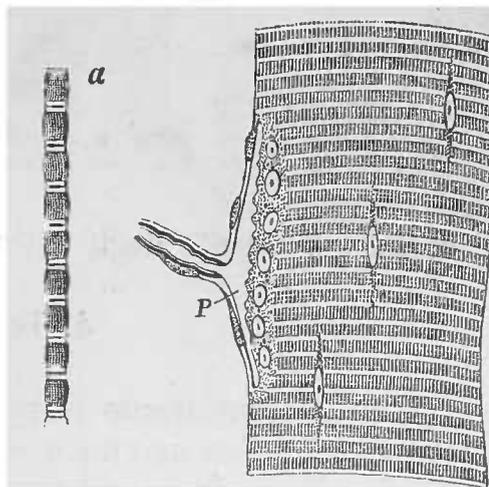


Fig. 46. — *a* Fibrilla primitiva, *b* Fibra muscolare striata (fascio primitivo) di *Lacerta*, con terminazioni nervose; *P* Piastra nervosa terminale (da Kühne).

strato di fibre (meduse e sifonofori). Negli animali superiori si sviluppano come trasformazione di una massa di protoplasma più considerevole, quasi completamente a spese dell'intera cellula. Raramente le cellule hanno un solo nucleo e restano isolate, in modo che una sola possa costituire un intero muscolo (muscoli dell'occhio delle Dafnie). Ordinariamente le cellule si trasformano, mentre i loro nuclei si moltiplicano, in fibre allungate, o *fasci primitivi*, intorno a ciascuno dei quali si

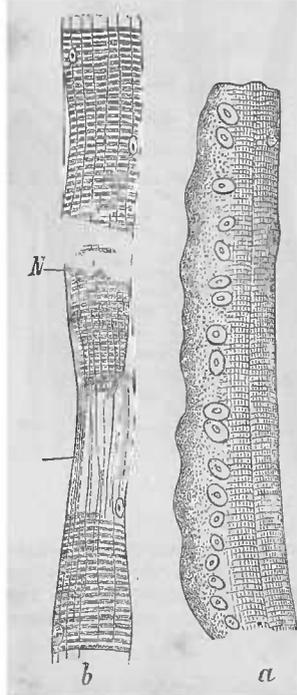


Fig. 47. — *a* Fibra muscolare di rana in via di sviluppo, *b* Fibra muscolare con sarcolemma *S*, visibile per rottura della fibra, *N* Nucleo (da Frey).

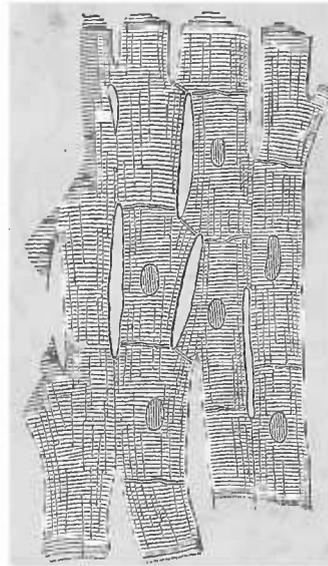


Fig. 48. — Fibre muscolari reticolate del cuore.

differenzia una membrana, il *sarcolemma* (fig. 47); altre volte i fasci primitivi si formano per fusione di più cellule poste in serie. I nuclei sono generalmente aderenti al sarcolemma, talora con uno strato periferico di protoplasma finamente granu-

loso; più raramente sono disposti in serie longitudinale secondo l'asse del tubo, separati da protoplasma finamente granuloso rimasto indifferente. I fasci primitivi si saldano l'un l'altro riuniti da tessuto connessivo, e formano fasci muscolari più o meno considerevoli, le cui fibre seguono la direzione generale del fascio primitivo (muscoli dei vertebrati). Infine può darsi che le cellule semplici, come i muscoli plurinucleati che ne derivano, si ramifichino (cuore dei verte-

brati, tubo digerente degli artropodi, ecc.) (fig. 48).

4. Tessuto nervoso.

Contemporaneamente ai muscoli appare il tessuto nervoso che loro trasmette l'impulso motore e che è la sede della sensazione e della volontà. Considerando questa sua capitale funzione, è assai verosimile che nello sviluppo filogenetico dei tessuti, gli elementi nervosi si sieno formati non già unitamente ai muscoli, ma con le cellule cutanee di senso differenziandosi dall'ectoderma, e che poi essi si siano approfondati, tenendosi però uniti con prolungamenti alle cellule sensitive, e solo più tardi siano entrati in connessione coi muscoli che già possedevano una irritabilità propria. Il tessuto nervoso presenta due diversi elementi: le cellule nervose o gangliari e le fibre nervose, diverse fra di loro per fina struttura e costituzione chimica. I nervi sono fasci di fibre nervose riunite da tessuto connessivo, e i gangli sono ammassi di cellule nervose pure riunite da tessuto connessivo.

Cellule gangliari.

Esse sono il punto di partenza dell'eccitazione nervosa e si trovano specialmente negli organi centrali (cervello, midollo spinale e gangli). Esse hanno per lo più una struttura finamente granulosa o fibrillare, un grosso nucleo con corpuscoli nucleari, e posseggono uno o più processi (cellule gangliari, uni-, bi-, multipolari), l'uno dei quali (prolungamento di Deiters) è la radice di una fibra nervosa (*cylinder axis*) (fig. 49 *a*, *b*). Spesso le cellule gangliari, e specialmente quelle dei gangli periferici, sono involte in guaine di tessuto connessivo, che si estendono sui loro prolungamenti e anche sulle fibre nervose (guaina di Schwann o *neurilemma*), ma più generalmente una sola guaina ne involge parecchi.

Haller (1889) (1) considera la forma *multipolare* della cellula nervosa come primitiva, e la forma *unipolare* come derivata.

Nervi.

Le fibre nervose o trasmettono l'eccitazione, generantesi nella cellula nervosa, in direzione centrifuga, dagli organi centrali ai periferici (nervi motori e glandolari), o trasmettono dagli organi periferici agli organi centrali le impressioni (fibre sensibili). Esse costituiscono uno dei prolungamenti della cellula nervosa, e, com'essa, sono spesso circondati da una guaina nucleata; e riuniti in gran numero costituiscono i *nervi*, grandi e piccoli. Secondo la struttura della sostanza nervosa, abbiamo

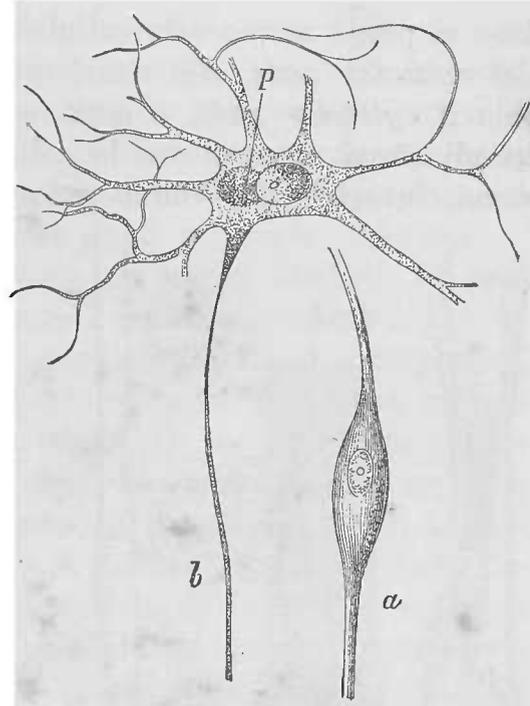


Fig. 49. — *a* Cellula gangliare bipolare, *b* Cellula nervosa multipolare del midollo spinale dell'uomo (corno anteriore) da Gerlach, *P* Ammasso di pigmento.

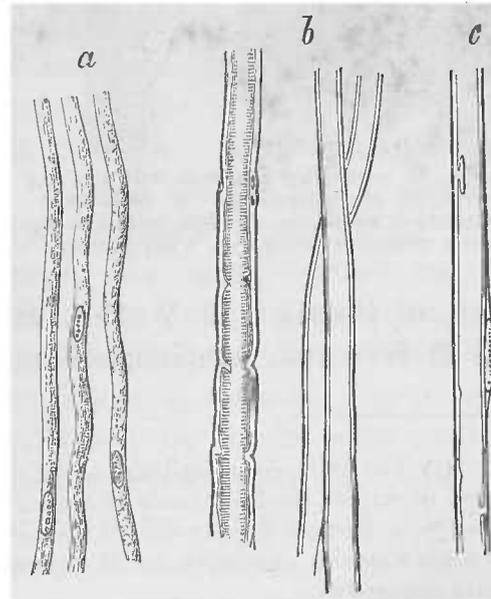


Fig. 50. — Fibre nervose, in parte da M. Schultze. *a* Fibre del simpatico, amidollate, *b* Fibre midollate, ma con una iniziale coagulazione del midollo, *c* Fibra midollata con la guaina di Schwann.

(1) Haller. Beiträge zur Kenntniss der Textur der Centralnervensystems höherer Würmer. Wien, 1889.

due forme di fibre; le cosiddette fibre midollate o a doppio contorno, e le amidollate, o cilindrassi nudi (fig. 50, *a*, *b*, *c*). Le prime, dopo la morte, per un processo di coagulazione, producono uno strato periferico, di sostanza grassa assai rifrangente, la *mielina*, e questa circonda come una guaina la fibra centrale, o *cilindrassa*. Questa guaina midollare si perde vicino alla cellula nervosa, in cui penetra solo la sostanza del *cylinder axis*. Nei nervi amidollati, la mielina non esiste; esiste solo il *cylinder axis*, o nudo, o circondato da tessuto connettivo, e che ha gli stessi rapporti con la cellula nervosa (simpatico, nervi dei ciclostomi, invertebrati). Non di rado però troviamo, principalmente nei nervi

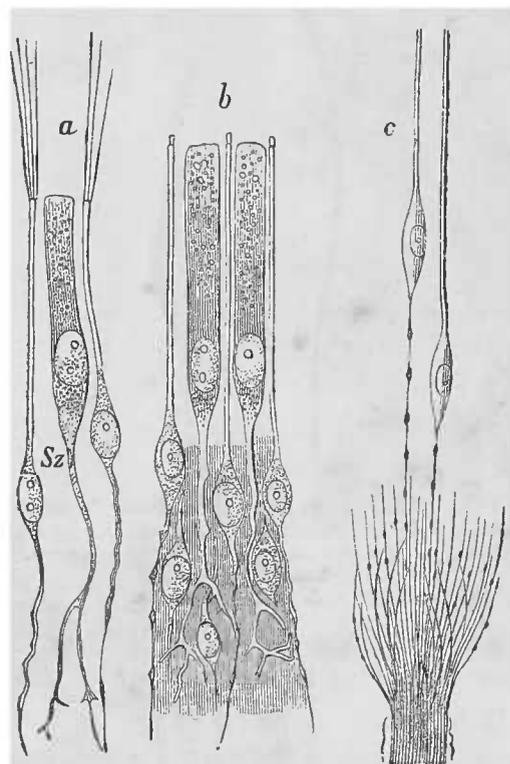


Fig. 51. — Cellule sensorie della regione olfattiva, da M. Schultze *a* della rana, *Sz* Cellula di sostegno, fra due cellule a bastoncino ciliate, *b* dell'uomo, *c* del luccio.

degli organi dei sensi, dei cilindrassi che, durante il loro decorso, possono, come i nervi a mielina, dividersi e ramificarsi in fili sempre più sottili, divisi in fibrille nervose assai fine, e decomposti nei loro elementi. Infine i nervi degli invertebrati sono assai spesso delle riunioni di fibrille, in cui, per la mancanza di guaine, non è possibile seguire i limiti fra il cilindrasse e le fibre nervose (1). Le differenziazioni periferiche che hanno luogo all'estremità dei nervi di senso, consistono nella trasformazione di cellule nervose unite a cellule epiteliali (cellule sensorie), o a delle loro produzioni cuticolari. Cosicchè gli apparati terminali assai spesso si appalesano come cellule epiteliali modificate (*epitelî sensorî*), sotto cui stanno innicchiate delle cellule gangliari, sul decorso dei nervi (fig. 51, *a*, *b*, *c*) (organi tattili di Meissner, di Pacini, di Vater, di Merkel, di Grandry; clave terminali di Krause, terminazioni muscolo-tendinee di Golgi).

(1) Tra le varie complicazioni delle fibre nervose, ricorderemo l'apparecchio di sostegno, di natura probabilmente cheratinica, con struttura regolare a imbuto posti l'uno nell'altro, e formati da una fibrilla avvolta a spira (Golgi). Il tessuto generale di sostegno degli elementi nervosi è poi la *nevrogli*a, con elementi cellulari diversi da quelli del tessuto connettivo.

**Accrescimento e organizzazione progressiva.
Divisione del lavoro e perfezionamento.**

I tessuti sono complessi di cellule che derivano dall'ovocellula. Uguali da principio, si differenziano poi e assumono una divisione del lavoro particolare, che determina la funzione dell'organo che essi costituiscono. Per conseguenza l'organizzazione è fondata sulla divergenza progressiva di forma e sulla corrispondente divisione del lavoro nelle generazioni di cellule vicine fra loro, correlativo all'accrescimento del corpo. Vediamo ora come essi derivarono dagli organismi inferiori.

Negli animali inferiori non si trovano nè organi formati da tessuto cellulare, nè tessuto cellulare. Tutto l'organismo corrisponde ad una sola cellula, la massa del corpo è rappresentata dal protoplasma, la pelle dalla membrana cellulare, che talora non offre alcun orificio per l'introduzione d'alimenti solidi, per modo che la nutrizione si effettua per endosmosi. In queste condizioni che si verificano, per esempio, nelle *Gregarine* e nelle *Opaline* parassite, la parete del corpo è sufficiente, come la membrana cellulare per la cellula, a operare l'assorbimento delle sostanze e la espulsione dei prodotti di escrezione, e quindi ad esercitare le funzioni vegetative. Il protoplasma (sarcode) costituisce da sè il parenchima del corpo, in esso si compiono tutte le funzioni, tanto della vita vegetativa, quanto della vita animale.

Si osservano quindi dei rapporti definiti tra le funzioni della superficie periferica e quelle della massa da essa contenuta, nelle cui rispettive parti si effettuano le azioni della vita animale e della vegetativa. Ciò fa supporre una relazione determinata fra l'estensione della superficie e il volume della massa, relazione che varia coi progressi dello sviluppo del corpo dell'animale. E siccome l'accrescimento della massa si fa secondo le tre dimensioni, mentre quello della superficie non si fa che secondo due, ne segue che il rapporto si modifica a spese della superficie, o, per dire in altro modo, che con l'accrescersi del corpo la superficie relativamente decresce. Si giunge ad un punto in cui esso non basta a compiere i processi vegetativi; allora, perchè la vita possa persistere, bisogna che la superficie si estenda. Ciò si vede non solo negli animali più semplici, cellulari, ma anche nelle cellule, la cui grandezza, come si sa, non oltrepassa certi limiti. L'organismo dunque deve soccombere o ristabilire i rapporti normali, il che avviene appunto per mezzo della divisione. Gli individui procreati che continuano la vita della cellula progenitrice restano uniti fra loro, si dispongono in serie semplici o ramificate, o in istrati (*Gonium*), o si raggruppano alla periferia d'una sfera (*Volvox*) e secernono sostanze che stabiliscono la loro unione. Esse costituiscono così una colonia cellulare (colonia di protisti), in cui la più potente vitalità risulta dalla

associazione di attività vitali di tutte le unità, e in cui tutti gli elementi compiono essenzialmente lo stesso lavoro. La disposizione dei prodotti di divisione intorno alla superficie di una sfera è particolarmente favorevole al mantenimento della conformazione uniforme di essi e della regolarità dei movimenti di progressione (fig. 52). Gli elementi conservano le loro ciglia, che protendono verso l'esterno, e l'insieme si muove girando su sè stesso. (*Volvox*, colonie di monadi, *Magosphaera*).

Così si forma la blastula come stadio di passaggio dei metazoi. (fig. 53). Ma neppure questo modo di conformazione non può oltrepassare una certa grossezza; la superficie esterna, che provvede all'alimentazione dell'insieme, non è sufficiente; non può accrescersi se non producendo delle protrusioni o introflettendosi.

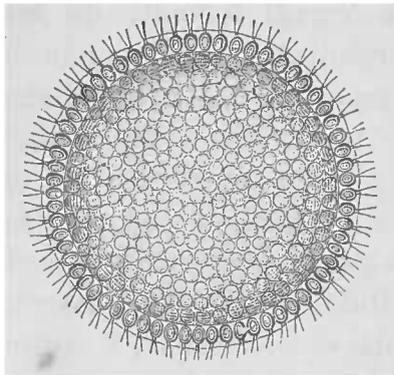


Fig. 52. — Colonia cellulare di un giovane *Volvox globator* (da Stein).

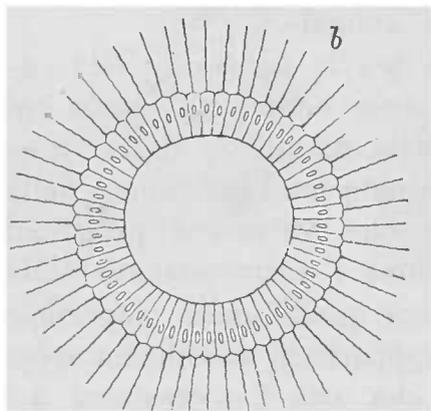


Fig. 53. — Schema della blastula un acalefo.

Da principio compare una introflessione, perchè, meno di una estroflessione, può alterare la regolarità dei movimenti; così si sviluppa la forma fondamentale dei metazoi, da cui deriva l'organizzazione comunque complicata del corpo dell'animale. In tal modo l'organismo pluricellulare acquista non solo una superficie esterna, ma una interna, dove le cellule sono disposte in istrato regolare. La comparsa di una superficie interna ha per risultato una divisione del lavoro fra due strati cellulari. Quello esterno opera le funzioni animali e certi atti vegetativi, avendo sopra tutto rapporto con la respirazione e con le secrezioni, mentre lo strato interno (*cavità digerente*) serve all'assorbimento degli elementi e alla loro digestione.

Da ciò non è solo provata la necessità d'una organizzazione che si sviluppa contemporaneamente al progredire dell'accrescimento del corpo, ma si trova pure caratterizzata nella sua essenza l'organizzazione animale. Le numerose cellule prodotte dall'organismo primitivamente così semplice, dapprima simili fra loro e disposte in uno strato periferico (colonie di protozoi, *Volvox*, vescicola blastodermica o *blastula*) per sovvenire ai bisogni dell'organismo in via di accrescimento progressivo, hanno dovuto a poco a poco dividersi in due strati per limitare le due superficie, l'una esterna, l'altra interna, che si riuniscono nella regione del corpo in cui si apre all'esterno la cavità interna, ossia nella regione boccale. Con la comparsa di uno strato interno, ha luogo una divisione di funzioni. Lo strato esterno

compie specialmente le funzioni animali, di movimento e sensibilità, l'interno quelle della nutrizione. In corrispondenza a queste diverse funzioni, i due strati hanno cellule di diversa forma. Le cellule dello strato esterno sono piuttosto cilindriche, contengono sostanze albuminoidi chiare ed hanno ciglia, quelle dello strato interno (cavità digerente) son più rotonde e oscure, e possono anche avere ciglia per mettere in movimento il contenuto della cavità.

Infatti, questa forma di un organismo cellulare differenziato, la più semplice che le considerazioni fisiologiche ci facciano intravedere, si trova verificata nella *gastrula* a due strati, che si presenta allo stato larvale in quasi tutti i tipi del regno animale, e che, nel gruppo dei celenterati, si avvicina molto alla forma adulta, dotata della facoltà di riprodursi (fig. 54).

Quest'organizzazione si complica di conserva con l'accrescimento ulteriore, e questo perfezionamento è in parte il risultato di un accrescimento della superficie, prodotto da protrusioni e da introflessioni secondarie, in parte la conseguenza dell'apparizione di nuovi tessuti tra i due strati cellulari già esistenti. Queste introflessioni secondarie compiono funzioni speciali e si trasformano in organi glandolari.

I tessuti intermediari prodotti da uno degli strati di cellule o da entrambi hanno un'azione importante; servono anzitutto da impalcatura solida e formano lo scheletro; aumentano pure la potenza della locomozione dell'organismo, e, come muscoli, sono in rapporto intimo col foglietto cellulare esterno (muscoli della pelle) e col foglietto cellulare interno (tunica muscolare del canale digerente). Uno spazio situato fin dall'origine fra queste due lamine cellulari che costituiscono la parete del corpo (cavità viscerale primaria), o prodotto per divisione ulteriore dello strato di tessuto intermediario, diventa la cavità viscerale (cavità viscerale secondaria, celoma). Con la comparsa di parti scheletriche e dei muscoli, coincide il differenziamento di cellule di senso e di cellule nervose, a spese del foglietto esterno. Infine compaiono sul corpo dei bitorzoli, disposti ora in simmetria raggiata, ora in simmetria bilaterale, che si trasformano o in organi di respirazione (branchie) allargati per la necessità di ampia superficie, o in organi prensili e locomotori (braccia prensili, tentacoli, membra).

La complicazione organica, che cresce con l'aumentarsi della grandezza del corpo, consiste perciò in una progrediente *divisione di lavoro*, ossia le diverse funzioni necessarie ai processi vitali sono chiaramente

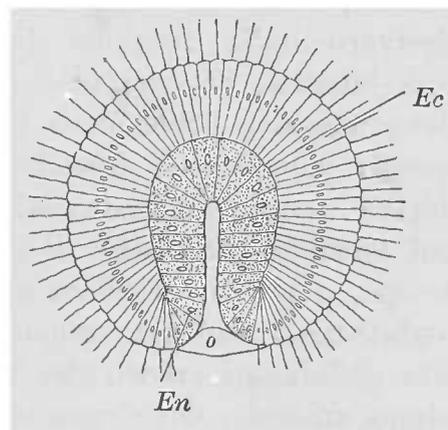


Fig. 54. — Stadio di gastrula di un acalefo *Ec* Ectoderma, *En* Entoderma, *o* Bocca della gastrula o blastoporo (schema).

concentrate nelle singole parti, in organi di diversa funzione: adempiendo gli organi esclusivamente alcune determinate funzioni, possono, in causa della loro specializzazione, compierle assai più completamente; è mercè il coordinarsi delle funzioni dei singoli organi, che si raggiunge un grado più alto e completo di vita e un'unità sempre maggiore nell'organismo. Aumentando la dimensione del corpo e la complicazione dell'organismo, la vita raggiunge un grado di perfezione superiore; tuttavia, a questo riguardo, lo speciale ordinamento e la reciproca disposizione degli organi che caratterizzano i tipi animali e le condizioni di vita relativa, si compensano a vicenda.

Correlazione e associazione degli organi.

Gli organi degli animali, in relazione col loro stato di sviluppo, hanno fra loro rapporti reciproci tanto di forma, di grandezza, di posizione, come di funzione; poichè, se l'esistenza dell'organismo deve derivare dalla riunione di tutte le attività particolari in un'unica individualità, bisogna che gli organi siano disposti in un modo ben determinato e subordinati l'un l'altro secondo leggi definite. Si designò questo rapporto di dipendenza (già riconosciuto da Aristotile), che deriva necessariamente dal concetto di organismo e del suo sviluppo, col termine giustissimo di *correlazione*. Esso servi di base, da lungo tempo, a principii fondamentali, il cui fecondo uso condusse a fruttuose vedute nella zoologia comparativa. Ogni organo, relativamente alla quantità definita di lavoro che si esige da lui per il nutrimento della macchina animale, deve comprendere un numero determinato di unità attive, deve mantenersi, in conseguenza, a una certa dimensione, e possedere una forma dipendente dalla propria funzione e dai propri rapporti con altri organi. Se un organo si ingrandisce in modo straordinario, il suo aumento e le sue variazioni di forma hanno luogo a scapito degli organi vicini, i quali modificano la propria mole forma e funzione, o diventano rudimentali. Da ciò risulta quel concetto primamente riconosciuto da Geoffroy Saint Hilaire e da lui chiamato *Principe du balancement des organes*, da cui questo naturalista fu condotto a fondare la dottrina delle mostruosità (teratologia).

Inoltre gli organi fisiologicamente eguali, ossia fungenti in generale la stessa funzione, come per esempio le mascelle, o il canale alimentare, o gli organi di movimento, sono sottoposti a grandi e svariate modificazioni, e il genere di vita e di nutrizione di ogni specie dipendono dalla speciale disposizione e attività dei singoli organi. Dalla forma e dalla struttura di un solo organo o di una parte di un organo, si può, col principio della correlazione, risalire alla costituzione di molti altri organi e dell'intero organismo, e ricostruire così l'intero animale nei suoi tratti essenziali, come fece su larga scala il Cuvier per i mam-

miferi fossili, basandosi su pochi frammenti di ossa e di denti pietrificati. Se si considera la vita degli animali e la sua conservazione non già come il risultato, ma come lo scopo della struttura e delle funzioni particolari dei singoli organi, si è condotti, con Cuvier, al principio delle *cause finali*, e quindi a considerazioni *teleologiche*, le quali non arrivano a spiegare meccanicamente e fisicamente i fenomeni.

Tuttavia questo principio rende importanti servigi, per l'intelligenza delle complicate correlazioni e delle concatenazioni armoniche della vita naturale, quando lo si intenda, non già come Cuvier, quale uno scopo finale imposto alle azioni naturali da una potenza estranea all'organismo, ma come una nostra espressione subbiettiva per indicare i rapporti necessari tra la forma e le funzioni delle parti e del tutto.

Il modo di unione degli organi e la loro disposizione non sono già, come voleva Geoffroy Saint Hilaire nella sua teoria delle analogie, foggiate sullo stesso schema in tutta la serie animale, ma si possono riferire, con Cuvier, a diverse forme di organizzazione o *tipi* (chiamati piani di organizzazione dal Cuvier secondo il suo principio della subordinazione dei caratteri). Questi tipi sono determinati da un insieme di caratteri, di forma e di disposizione di organi e costituiscono le branche più elevate e comprensive del sistema. Le forme superiori e inferiori di uno stesso tipo coincidono nella costituzione fondamentale comune, mentre i caratteri subordinati variano assai.

Questi tipi hanno fra loro dei rapporti più o meno lontani, come si ricava dalla parentela fra gli stadî più bassi di sviluppo e tra le forme embrionali, e quindi non rappresentano dei gruppi completamente distinti e senza alcuna reciproca coordinazione.

Il compito della morfologia è quello di ricercare ciò che vi è di comune nelle diverse forme organiche, in diversi modi di esistenza, e ciò non solo entro un dato tipo, ma anche in tipi diversi. Invece di cercare le *analogie* che si trovano in diversi tipi e indicano la parentela fisiologica e le funzioni analoghe dei varî organi, per esempio, delle ali degli uccelli e delle farfalle, la morfologia determina le *omologie*, cerca di riunire cioè quelle parti di organismi, appartenenti anche a tipi differenti, che hanno una stessa origine e composizione fondamentale (come l'ala degli uccelli e l'arto anteriore dei mammiferi), anche se hanno forme diverse e anche se hanno assunto, in diverse condizioni di esistenza, diverse funzioni. Anche gli organi di eguale origine, che si ripetono sul corpo di uno stesso animale, come gli arti anteriori e i posteriori, si ritengono *omologhi*, o *omodinamici*, secondo Gegenbaur.

Struttura e funzioni degli organi composti.

Gli *organi vegetativi* sono quelli della *nutrizione*, i quali, essendo necessari a tutti gli organismi viventi, sono comuni tanto alle piante come agli animali; ma negli animali raggiungono a poco a poco uno sviluppo già elevato e svariato, pur rimanendo in intimo rapporto con le funzioni propriamente dette animali. L'introduzione di alimenti conduce alla loro digestione; le sostanze digerite e divenute così assimilabili si trasformano in un liquido nutritizio che gira per il corpo, raggiungendo, in condotti più o meno distinti, tutti gli organi; esso abbandona alcune sue parti e porta con sé i prodotti di decomposizione diventati inutili, conducendoli a quegli altri organi che li devono emettere. I vari organi che si differenziano a poco a poco per le funzioni della nutrizione, sono: quelli della *prensione dell'alimento*, della *digestione*, della *sanguificazione*, della *circolazione*, della *respirazione* e dell'*escrezione*.

Organi della prensione dell'alimento e della digestione.

Già negli animali unicellulari (Protozoi) ha luogo l'introduzione di corpi solidi come nutrimento. Nei casi più semplici (Amebe e rizopodi) i processi sarcodici (pseudopodi) circondano i corpicciuoli esterni (fig. 55); quelli coperti da una cuticola, moventisi col mezzo di ciglia (Infusori) posseggono una massa centrale di sarcode semiliquido (endoplasma), circondata da uno strato sarcodico esterno più consistente (ectoplasma), sebbene la distinzione non sia netta. Orbene, la massa interna riceve e digerisce le sostanze nutritizie che entrano per mezzo di una apertura boccale. Quali organi di prensione servono le ciglia più o meno robuste e schierate in serie, che stanno intorno alla bocca (peristoma, zona ciliare adorale degli infusori ciliati) (fig. 56).

Nei *Celenterati*, fra i *Metazoi*, la cavità del corpo funge da cavità digerente. Essa non corrisponde alla cavità del corpo degli altri animali, ma alla cavità intestinale. I vani periferici raggianti da essa furono già considerati come vasi, che dovean portare al corpo il liquido nutritizio risultante dalla digestione, ossia come un sistema circolatorio (onde il nome di apparato *gastrovascolare*).

In realtà il liquido ivi contenuto, e messo in moto dalle ciglia vibratili dell'entoderma, non è *sangue*, ma acqua di mare con corpuscoli nutritizi sospesi. Questi sono piccoli organismi microscopici, o parti di organismi più grandi. La digestione ha luogo non solo nella cavità cen-

trale, e non già per azione di secrezioni enzimatiche, ma dappertutto nei punti di contatto tra i corpi nutritivi e l'entoderma, sebbene sia più attiva in certi punti, come sui filamenti gastrali. Le cellule entodermiche della cavità gastrica possono anche prendere i corpi stranieri col mezzo di processi ameboidi, e così ha luogo una digestione *intracellulare*. Nei polipi di grandi dimensioni (antozoi) un tubo si avvanza dall'apertura boccale alla parte centrale della cavità digerente (tubo

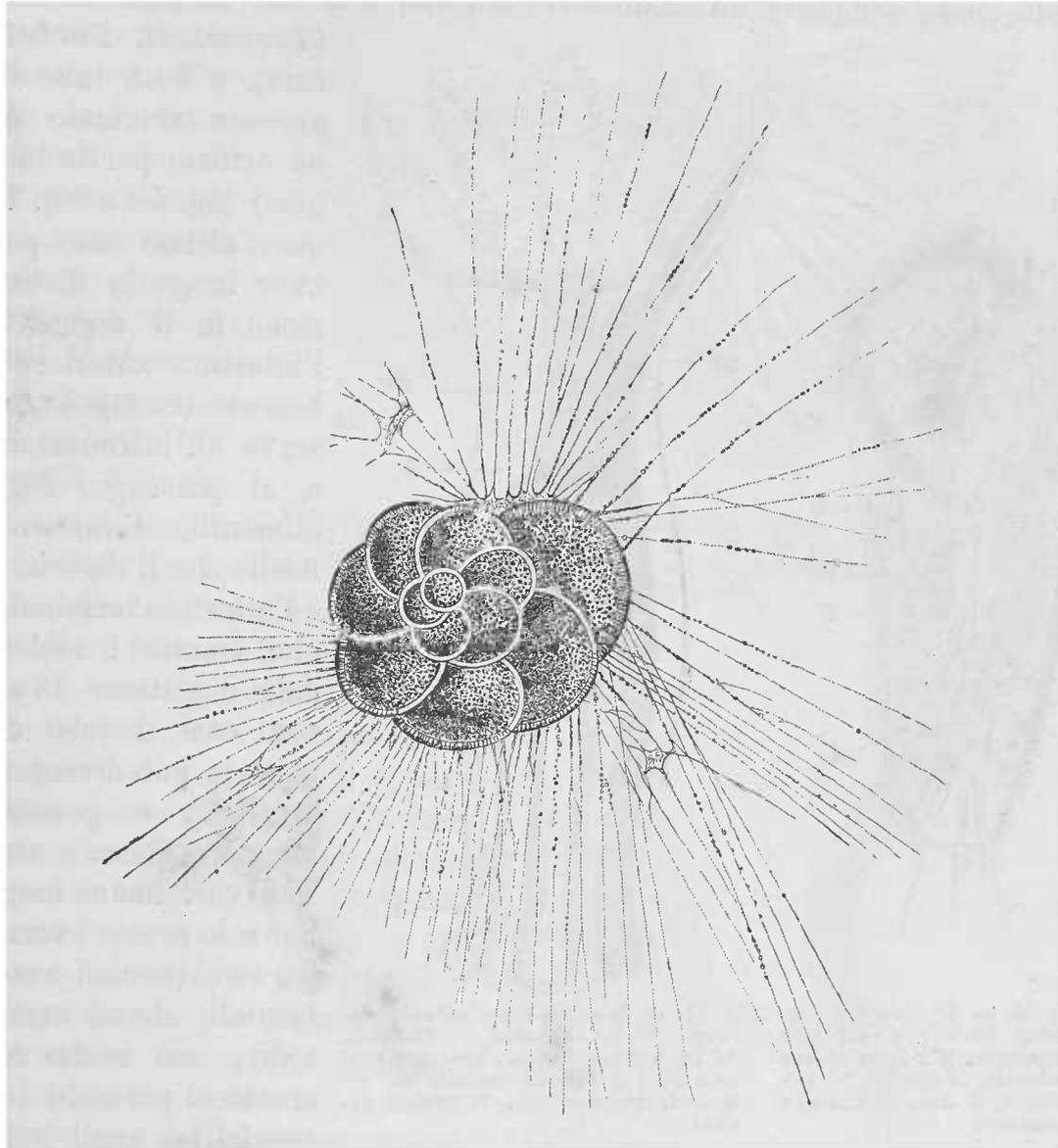


Fig. 55. — *Rotalia veneta*, da M. Schultze, con una diatomea impigliata nei pseudopodi.

gastrico); esso serve solo all'introduzione delle materie nutritive, e quindi ha piuttosto l'ufficio d'un tubo boccale o esofageo (fig. 57).

A queste semplici forme di cavità digerenti, si uniscono degli organi di prensione dell'alimento; sono appendici del corpo, partenti dalla bocca e ordinate radialmente o bilateralmente; esse fanno girare a vortice le piccole particelle nutritive, o afferrano i corpi stranieri a mo'

di braccia, portandoli nella bocca (*polipi, meduse*) (fig. 58). Appendici analoghe, destinate alla prensione dell'alimento, si trovano talora anche lungi dalla apertura boccale (fili pescanti delle *meduse, sifonofori e ctenofori*).

Quando la cavità digerente ha una parete propria, distinta da quella del corpo, per lo più (fuorchè nei vermi parenchimatosi) per mezzo di una cavità generale del corpo, essa nei casi più semplici, è un tubo a fondo cieco, semplice, biforcuto o ramificato, con una faringe distinta

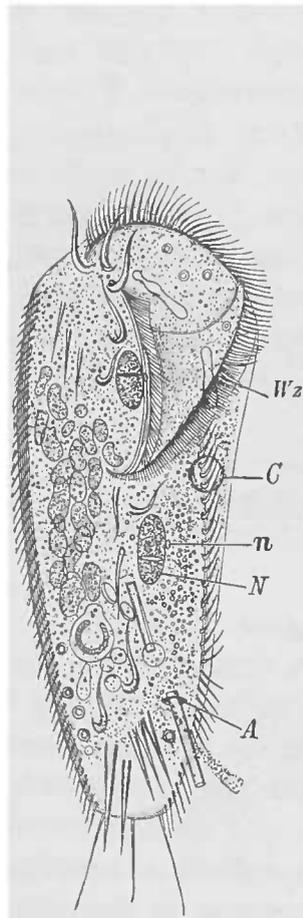


Fig. 56. — *Stylonychia mytilus*, da Stein, dal lato ventrale. *Wz* Zona ciliare adorale, *N* nucleo, *N'* nucleolo, *A* Ano, *C* Vacuolo pulsante

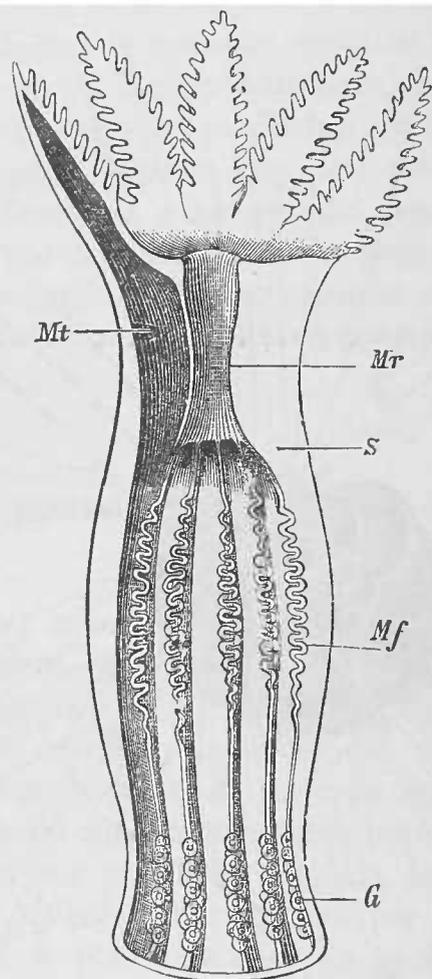


Fig. 57. — Sezione longitudinale del corpo di un Antozoo (octactinia). *M* Tubo gastrico con l'apertura boccale fra i tentacoli pennati, *Mf* Filamenti mesenteriali, *G* Organi genitali.

(*Trematodi, Turbellari*), o è un tubo digerente terminato da un orifizio particolare (ano) (fig. 59 e 60). In quest'ultimo caso può aver luogo la distinzione in 3 segmenti, l'intestino anteriore o boccale (esofago), che serve all'introduzione e al passaggio degli alimenti l'intestino medio che li digerisce, e l'intestino terminale, che emette i residui della digestione. In alcuni casi il tubo digerente può diventare atrofico, e possono mancare bocca e ano. Tali casi hanno luogo non solo presso i vermi parassiti (cestodi, acantocefali, alcuni nematodi), ma anche nei crostacei parassiti (rizocefali) e negli indi-

vidui sessuati del *Chermes* e della *Phylloxera*).

Negli animali superiori solitamente il numero delle divisioni è più grande, e più svariata la loro forma. Gli organi prensili, organi o membri per lo più situati vicino alla bocca, assumono anch'essi maggiori o minori complicazioni.

Nelle forme più semplici segue alla bocca un atrio assai ampio, che può ingrandirsi in un sacco faringeo, in cui, come nei Tunicati, un apparecchio ciliare introduce coll'acqua dei corpicciuoli nutritivi; segue

un segmento più stretto o esofago a forma d'imbuto. Nelle forme più alte all'apertura boccale segue una cavità boccale, davanti alla quale, o entro la quale, vi sono delle formazioni dure (denti o mascelle) che servono ad afferrare e a triturare gli alimenti (vertebrati, artropodi, gasteropodi). Agiscono chimicamente sui cibi ingoiati le secrezioni di alcune glandole (salivali) (figura 61-62). Talora l'apparecchio masticatore è e-

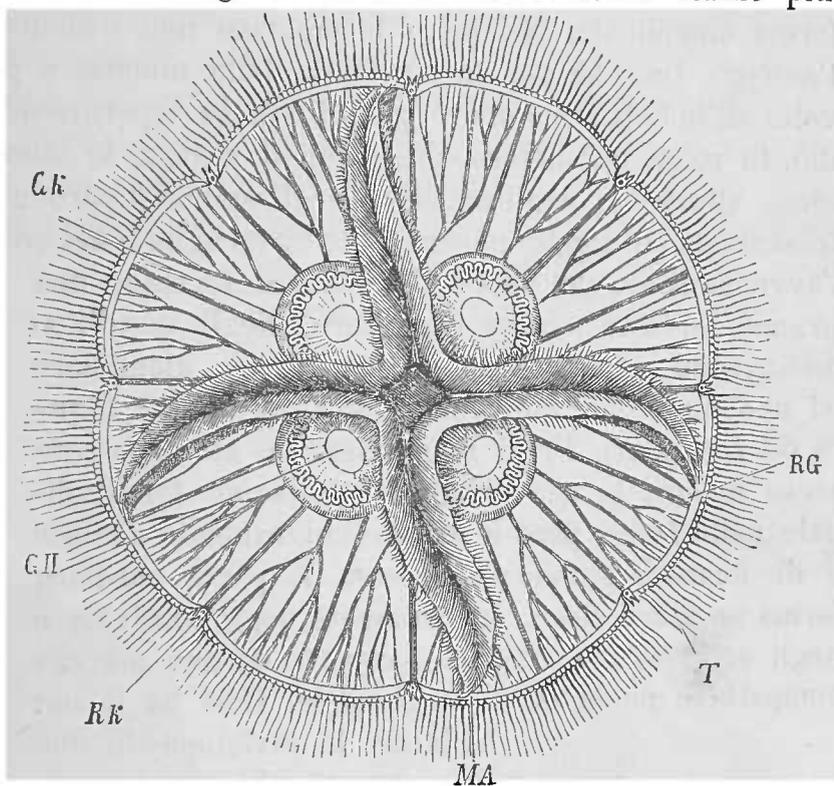


Fig. 58. — *Aurelia aurita*, vista dal lato boccale. MA I quattro bracci boccali con l'apertura al centro, Gh Rosette genitali, GH Apertura della cavità genitale, Rk Corpuscoli marginali, RG Vasi radiali, T Tentacoli marginali.

esterno alla bocca e consta di piedi mascellari (artropodi) o di pungiglioni o succhiatoi (parassiti); oppure è posto nella faringe (rotiferi e vermi a mascelle), oppure nella porzione terminale allargata e muscolosa della faringe stessa. In questo luogo il tubo digerente presenta spesso una porzione dilatata o stomaco, in cui comincia la digestione o per mezzo di una triturazione meccanica (stomaco masticatore dei crostacei), o mercè la secrezione della pepsina; talora lo stomaco compie entrambe le funzioni (uccelli), e poi trasmette il chimo all'intestino medio. Possono anche svilupparsi nella cavità boccale delle sacculazioni a forma di tasche, nell'esofago delle ingluvie, nello stomaco dei sacchi ciechi che servono da serbatoi per trattenere momentaneamente il nutrimento preso (stomaco dei ruminanti).

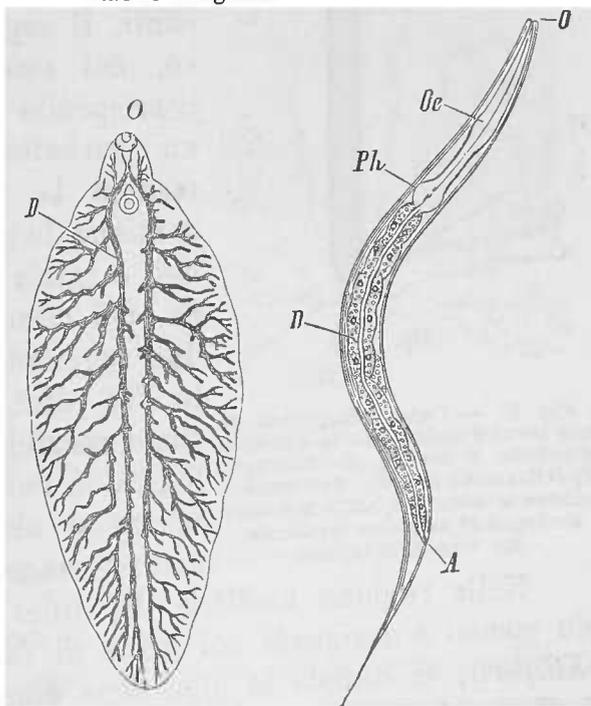


Fig. 59. — Canale intestinale del *Distoma hepaticum* da R. Leuckart. D Rami del tubo digerente, O Apertura boccale.

Fig. 60. — Canale intestinale d'un giovane Nematode. O Bocca, Oe Intestino boccale (esofago) con la sua dilatazione faringea Ph, D, Intestino medio, A Ano.

Con tali accessori lo stomaco dei vertebrati può assumere una forma complicata. Nei pesci lo stomaco non è chiaramente distinto dall'esofago, fuorchè per la struttura della mucosa e per un sacco cieco volto all'indietro, mentre è più chiara la separazione dall'intestino medio. In molti perennibranchi, come il proteo, lo stomaco non è mai un sacco allargato; negli urodeli e negli anuri ha però già una disposizione trasversale, e meglio ancora nelle tartarughe e nei coccodrilli, in cui per l'avvicinamento del piloro al cardias si formano una grande ed una piccola curvatura. Negli uccelli si distinguono chiaramente uno stomaco glandolare ed uno muscolare con una piastra triturrante (figura 63 *Dm, Km*). Fra i mammiferi, lo stomaco conserva ancora la sua primitiva posizione longitudinale nelle foche, però è sempre chiaramente distinto e di forma arrotondata. Spesso la parte cardiaca forma un sacco cieco, specialmente negli onnivori e negli erbivori (fig. 64), ed è coperto da una mucosa compatta e meno ricca di glandole. Così ha il suo

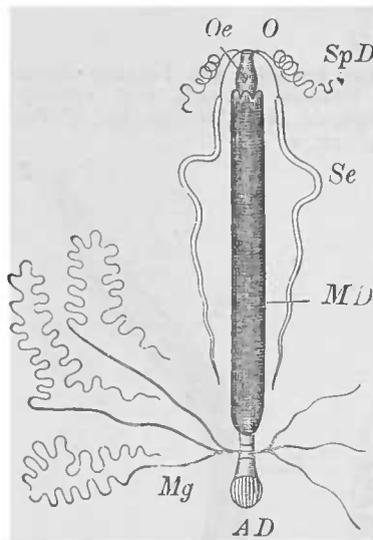


Fig. 61. — Canale digerente di una larva d'insetto con le annesse glandole. O Bocca, Oe Esofago, SpD Glandole salivari, Se Glandole sericiche o sericterii, MD Intestino medio, AD Intestino terminale, Mg Vasi Malpighiani.

inizio la divisione in due segmenti, chiaramente distinti da una strozzatura trasversale in molti roscanti. Il segmento cardiaco, col suo sacco cieco corrisponde per lo più a un serbatoio del cibo, mentre la parte pilorica contiene le glandole peptiche e inizia la digestione. Se poi ciascuno di questi due segmenti si suddivide in due altri, si ha la divisione morfologica e fisiologica in ruminare, reticolo, omaso e abomaso, come nello stomaco dei ruminanti.

Nella regione mediana del tubo digerente, *intestino medio*, che più spesso è designato col nome di *intestino stomacale* o di *intestino chilifero*, si compie la digestione cominciata nella cavità boccale dall'afflusso della saliva e continuata nello stomaco sotto l'azione del succo gastrico (glandole a pepsina dello stomaco dei vertebrati, digestione degli albuminoidi con gli acidi). La poltiglia alimentare, o *chimo*, non ancora atta ad essere assorbita per l'azione chimica delle secrezioni di una o più glandole dell'intestino medio (*hepatopancreas, pancreas,*

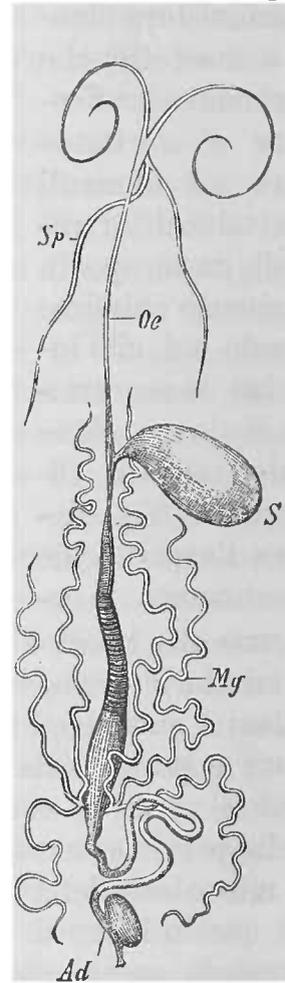


Fig. 62. — Canale intestinale di una farfalla. R Proboscide (mascelle), Sp Glandole salivari, Oe Esofago, S Ingluvie o stomaco succhiatore, Mg Tubi Malpighiani, Ad Intestino terminale.

glandole intestinali) che, come il succo gastrico, ma in soluzione alcalina (tripsina), hanno la proprietà di dissolvere i principi albuminoidi, si trasforma in un liquido assorbibile o *chilo*, il quale viene infatti assorbito dalle pareti intestinali. Non raramente l'intestino medio, la cui superficie si moltiplica specialmente per la formazione di ripiegature e di villosità, a sua volta si divide in porzioni subordinate di diversa funzione; tra i mammiferi, per esempio, si divide in duodeno, digiuno e ileo (fig. 64). Tra gli invertebrati si designa spesso la parte anteriore, allargata e munita di glandole accessorie (così detto fegato), col nome di stomaco, e il segmento seguente,

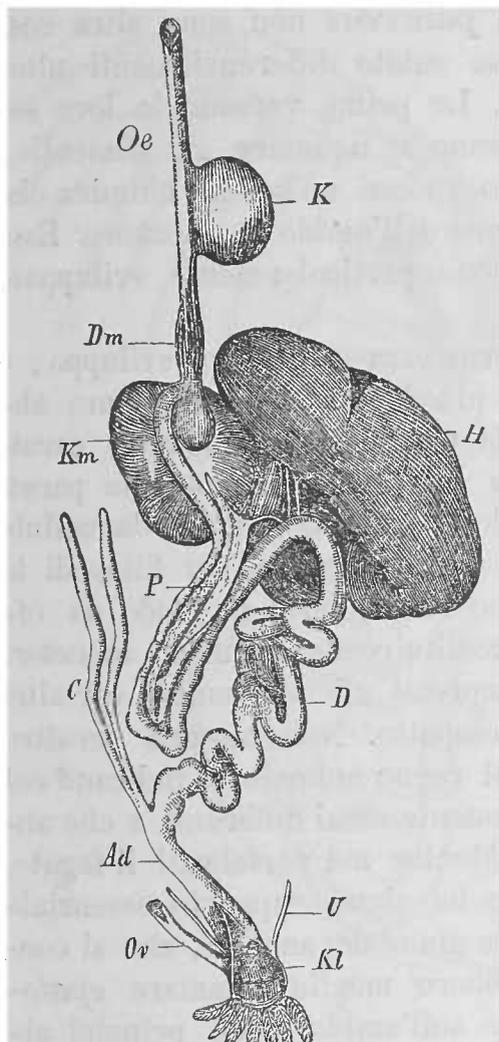


Fig. 63. — Tubo digerente d'un uccello. Oe Esofago, K Ingluvie, Dm Ventricolo succenturiato o ventricolo glandolare, Km Ventricolo muscolare, D Intestino medio, P Pancreas situato in un'ansa del duodeno, H Fegato. C Ciechi, U Ureteri, Ov Ovidutto, Ad Retto, Kl Cloaca.

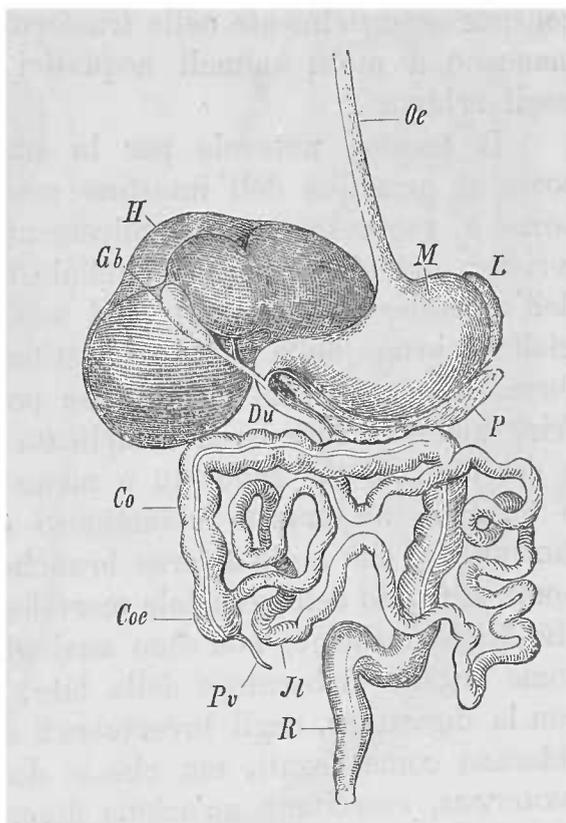


Fig. 64. — Tubo digerente dell'uomo. Oe Esofago, M Stomaco, L Milza, H Fegato, Gb Vescicola biliare, P Pancreas, Du Duodeno, in cui sbocca il coledoco e il condotto pancreatico, Il Ileo, Co Colon, Coe Cieco con l'appendice vermiforme Pv, R Retto.

stretto e lungo, con quello di intestino tenue.

L'*intestino crasso*, che non è sempre nettamente diviso dall'intestino medio, raccoglie ed espelle i residui della digestione, ma può essere sede, nella sua parte prossimale o nella sua appendice cecale, di una specie di digestione ulteriore. Poco esteso negli animali inferiori, raggiunge nelle divisioni più elevate della scala animale, una considerevole lunghezza. Comincia con uno (mammiferi) o due ciechi (uccelli);

si può suddividere in più porzioni, come il colon ascendente, il colon trasverso, il colon discendente e il retto, e al suo termine può essere in comunicazione con glandole di natura diversa (glandole anali) o costituire un intestino cloacale, nel quale sboccano i canali escretori degli organi urinari e genitali. Può anche compiere altre funzioni accessorie, per esempio, servire alla respirazione (larve di libellule) o secernere un liquido particolare (larve di formicaleone).

Le *glandole salivali*, il *fegato*, il *pancreas* non sono altra cosa che ripiegature della mucosa che hanno subito differenziamenti ulteriori e si sono trasformate in glandole. Le prime versano la loro secrezione nella cavità boccale e concorrono a liquefare gli alimenti e a lubrificare la bocca, mentre esercitano su essi un'azione chimica che consiste essenzialmente nella trasformazione dell'amido in zucchero. Esse mancano a molti animali acquatici e sono particolarmente sviluppate negli erbivori.

Il fegato, notevole per la sua grossezza e il suo sviluppo, è posto al principio dell'intestino medio (duodeno). Nel suo primo abbozzo è rappresentato semplicemente da una parte pigmentata caratteristica del rivestimento epiteliale della cavità gastrica o dalle pareti dell'intestino caratterizzate dal suo colore (*celenterati*), o da cellule gialle e brune della parete intestinale (vermi); prende nei fillopodì la forma di piccoli tubi ciechi, che possono raccogliersi in modo da offrire una struttura assai complicata e costituire dei condotti escretori e dei follicoli che sono più o meno compressi gli uni contro gli altri e formano un organo voluminoso e compatto. Non bisogna peraltro dimenticare che nelle diverse branche del regno animale si indicano col nome di fegato delle glandole morfologicamente assai differenti e che anche fisiologicamente non sono analoghe. Mentre nei vertebrati il fegato, come organo elaboratore della bile, non ha alcun rapporto essenziale con la digestione, negli invertebrati molte glandole annesse, che si considerano come fegati, ma che si dovrebbero meglio chiamare *epato-pancreas*, esercitano un'azione digerente sull'amido e sui principî albuminoidi, quantunque contengano anche prodotti accessori e materie coloranti analoghe a quelle della bile dei vertebrati (decapodi, cefalopodi, elicidi).

Il pancreas è una glandola dell'intestino medio, esclusiva dei vertebrati. Tra i pesci il pancreas si trova raramente (*Belone*, *Rhombus*, *Mugil*), invece vi può essere una glandola pilorica (storione) o più spesso (*Scorpaena*, *salmonidi*, *tinnoidi*) un gruppo di tubi pilorici, o *appendices pyloricae*, la cui secrezione digerisce gli albuminoidi. Talora, come dimostrò E. H. Weber, il fegato supplisce al pancreas mancante, come nella carpa e nel pesce persico.

Organi della circolazione.

Il liquido nutritivo, o chilo, risultante dal lavoro della digestione, si diffonde in un sistema di spazi che s'internano in tutte le parti del corpo. Se si fa astrazione dai protozoi, il cui corpo sarcodico si comporta, circa la diffusione del liquido nutritivo, come un elemento cel-

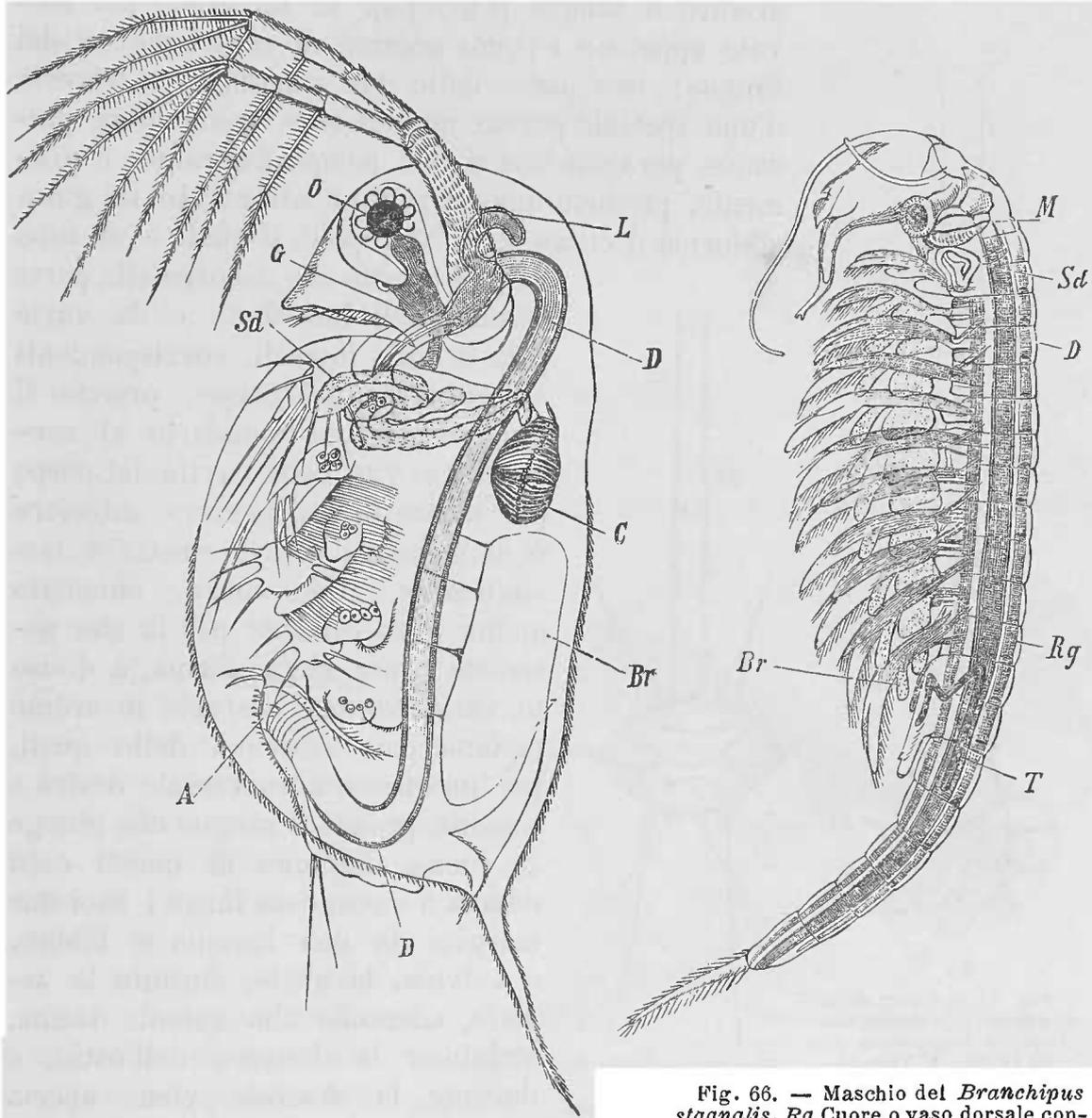


Fig. 65. — *Daphnia* con cuore semplice *C*; si vede da una parte l'apertura. *D* Tubo digerente, *L* Appendici epatiche, *A* Ano, *G* Cervello, *O* Occhio, *Sd* Glandola del guscio. *Br* Camera incubatrice.

Fig. 66. — Maschio del *Branchipus stagnalis*, *Rg* Cuore o vaso dorsale camerato, *D* Intestino, *M* Mandibola, *Sd* Glandola del guscio, *Br* Appendice branchiale dell'11° paio di zampe, *T* Testicolo.

lulare, nei più semplici animali a tessuti differenziati (celenterati, plateniminti) l'intero parenchima s'imbeve nel succo nutritivo.

Con la formazione di un distinto canale digerente e di una cavità che sta tra il detto canale e la parete del corpo, il liquido chilifero trapela dalle pareti intestinali, e, come *sanguis*, riempie la cavità del

corpo. Fuorchè in pochi casi, il sangue contiene dei corpuscoli, che son cellule libere generatesi nell'organismo. In questa cavità generale, o nel sistema lacunare limitato da setti connessivi, il sangue si move dapprincipio ancora irregolarmente, seguendo i movimenti dell'intero corpo, come in alcuni vermi, e specialmente in seguito alle contrazioni del tubo muscolo-cutaneo (*Ascaris*), o servono a tale scopo i movimenti e le vibrazioni di altri organi, per es. del tubo digerente, che fanno progredire il sangue (*Cyclops*).

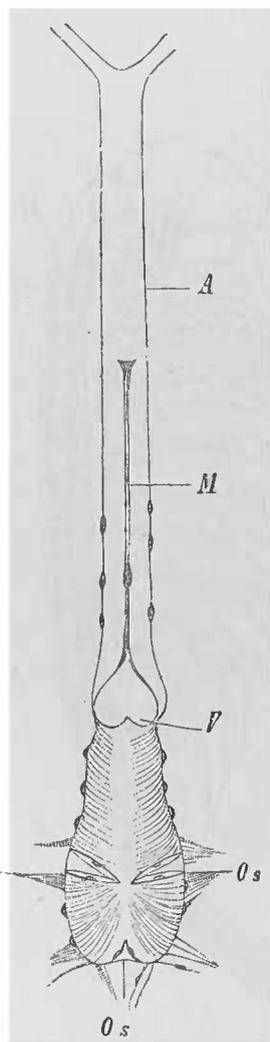


Fig. 67. — Cuore di un Copepodo (*Calanella*) con l'arteria ascendente *A*, *Os* Orifici, *V* Valvole dell'orificio arterioso, *M* Muscoli.

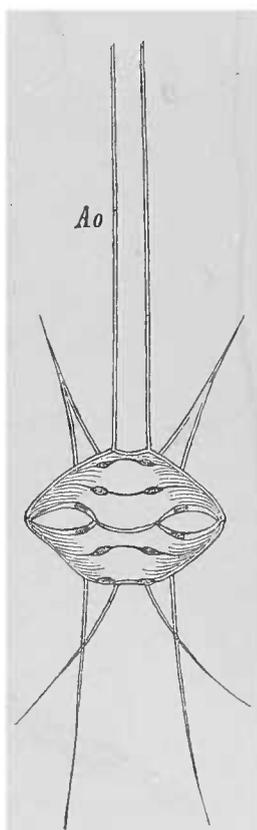


Fig. 68. — Cuore del *Gamasus*, da Winkler. *Ao* Aorta.

In un grado più elevato appaiono i primi accenni di centri motori del sangue; una parte delle vie sanguigne si riveste d'una speciale parete muscolare e, come cuore pulsante, paragonabile a una pompa aspirante e premente, produce una corrente continua. In tal guisa si forma il cuore degli artropodi, il quale è un tubo lungo e stretto che decorre alla parte dorsale dell'intestino, e da varie paia di ostii laterali, corrispondenti ai segmenti del corpo, prende il sangue, per poi mandarlo al cervello e ai vasi della cavità del corpo per mezzo di un'apertura anteriore o di un'aorta breve, stretta e non contrattile. Tale cuore, chiamato anche *vaso dorsale* per la sua posizione e per la sua forma, è diviso in varie *camere*, disposte in ordine metamerico, ciascuna delle quali, per una fessura trasversale destra e sinistra, prende il sangue che giunge al cuore. Ciascuno di questi *ostii venosi* è circondato lungo i suoi due margini da una lamella a labbro, o valvola, la quale, durante la *si-stole*, aderendo alla valvola vicina, stabilisce la chiusura dell'ostio, e durante la *diastole* viene aperta dalla corrente sanguigna (fig. 66).

Dapprincipio questo vaso dorsale concamerato si estende all'intero corpo (*Branchipus*), ma poi subisce varie riduzioni (Artrostraci, Insetti, Aracnidi), finchè rimane una sola camera con un paio d'ostii venosi (*Cladoceri*, *Calanidi*) (fig. 65).

Dal cuore, organo centrale della circolazione, partono canali nettamente limitati, o *vasi sanguigni*, i quali assai spesso, negli invertebrati, conducono al sistema lacunare della cavità del corpo. Nel caso

più semplice questi vasi sono rappresentati dalla via percorsa dal sangue all'uscita dal cuore e si rivestono d'una parete propria (*Calanidi*, *Calanella* (fig. 67), *Gamasus* (fig. 68). A un grado di organizzazione più elevato questi vasi efferenti hanno una struttura più complessa, non

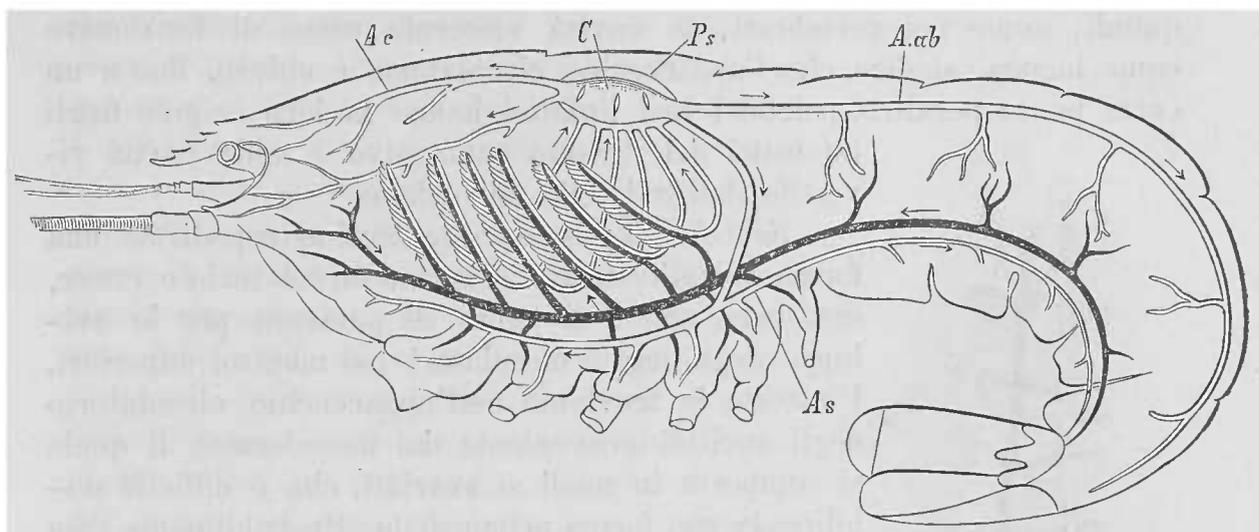


Fig. 69. — Cuore, vasi e branchie dell'*Astacus* (non si vede la arteria epatica), C Cuore contenuto nel seno pericardico Ps, Ac Aorta cefalica. A ab Aorta addominale, As Arteria sternale.

solo, ma anche certe parti del sistema lacunare si circondano di un rivestimento membranoso, massime in vicinanza del cuore, e si trasformano così in vasi venosi che riconducono il sangue in un ampio seno pericardico o spazio sanguigno della cavità del corpo circondante il cuore, d'onde esso passa nel cuore per orifici venosi (Decapodi, Scorpionidi (figura 69).

Altre volte (Molluschi) il sangue scorre dal vaso afferente direttamente al cuore con la cui parete si connette la parete vasale; si distingue ancora in quest'ultimo, oltre al

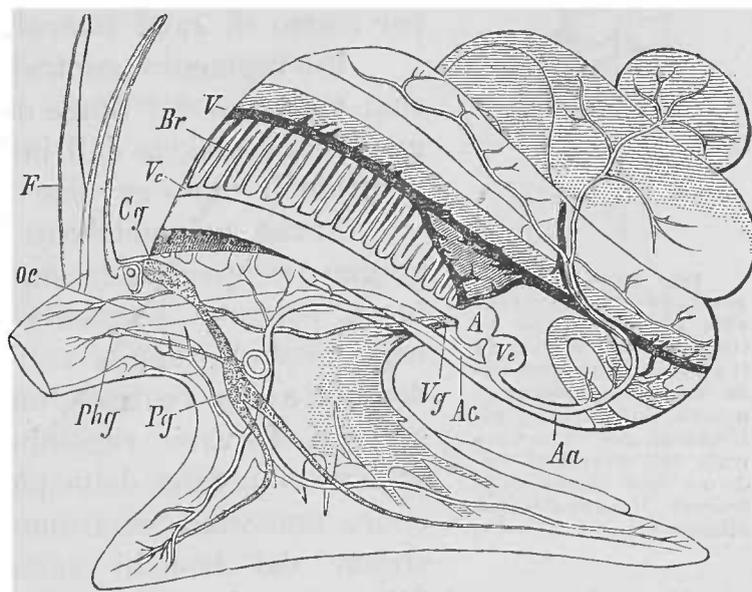


Fig. 70. — Sistema nervoso e apparecchio circolatorio della *Paludina vivipara* (da Leydig). F Tentacoli. Oe Esofago. Cg Ganglio cerebroides con l'occhio. Pg Ganglio pediale con l'otociste. Vg Ganglio splanchnico, Phg Ganglio faringeo, A Orecchietta, V ventricolo, Aa Aorta addominale, Ac Aorta cefalica, Vc Vena branchiale, Br Branchie.

ventricolo, un'orecchietta in cui si versa il sangue (fig. 70). I vasi che partono dal cuore e ne asportano il sangue, hanno il nome di *arterie*, i vasi che lo riconducono, caratterizzati negli animali superiori dalle loro pareti flosce, sono detti *vene*. Tra la terminazione delle arterie e

il principio delle vene vi è la cavità viscerale che funziona come un seno sanguigno o come un sistema di lacune, oppure vi si trova interposta una rete di canalicoli, detti *capillari*. Se quest'ultimo modo di unione dei sistemi venoso e arterioso esiste in tutto il corpo, e se quindi, come nei vertebrati, la cavità viscerale cessa di funzionare come lacuna, si dice che l'apparecchio circolatorio è chiuso, fino a un certo punto peraltro, poichè i vasi linfatici hanno la loro origine negli interstizi del tessuto connessivo e nelle cavità rivestite dall'endotelio del celoma.

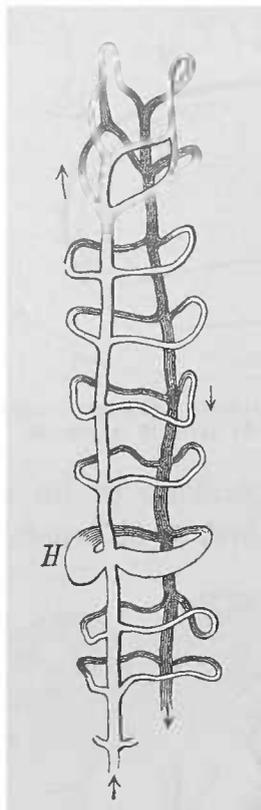


Fig. 71 — Porzione anteriore dell'apparecchio circolatorio di un Oligocheto (*Serenuris*) (da Gegenbaur). Nel vaso dorsale il sangue si muove dall'indietro all'innanzi, nel vaso ventrale dall'avanti all'indietro (nel senso delle frecce); H Ansa laterale allargata.

Sebbene il vaso dorsale degli artropodi sia una forma semplicissima di sistema circolatorio e cuore, esso però non è il punto di partenza per lo sviluppo degli organi circolatori nei metazoi superiori. Piuttosto lo troviamo nell'apparecchio circolatorio degli anellidi (proveniente dal mesoderma), il quale si comporta in modi sì svariati, che è difficile stabilire la sua forma primordiale. Probabilmente essa deve ricondursi a quella d'un vaso mediano dorsale, che, staccatosi dalla parete intestinale, si stende secondo la lunghezza del corpo (fig. 71) sopra l'intestino, e sta in comunicazione con un tubo ventrale per mezzo di rami laterali. Esso contiene il sangue.

Un segmento contrattile del vaso dorsale coi suoi rami (cuore) funge da organo motore del sangue nella direzione dall'indietro all'avanti; nel vaso ventrale il moto avviene in senso inverso.

Anche nei vertebrati il sistema vascolare sanguigno occupa grande superficie, e in esso si sviluppa pure un segmento pulsante o cuore. Come negli anellidi, anche nell'*Amphioxus* v'è un vaso dorsale e uno ventrale, uniti da numerosi rami trasversali. In varie regioni di questo apparecchio vascolare si notano delle pulsazioni; però manca un cuore muscoloso chiaramente distinto. Questa disposizione dei tronchi vascolari che si trova nella

porzione faringea dell'intestino, dove si compie la respirazione, chiamata col nome di sacco branchiale, permette un paragone con l'apparecchio vascolare degli anellidi, mentre rappresenta la forma più semplice di questo stesso apparecchio nei vertebrati. Il tronco longitudinale situato al di sotto del sacco respiratorio dirama, nella parete delle branchie, molti archi vascolari ascendenti contrattili alla loro origine. I due archi del paio anteriore si riuniscono dietro la bocca sotto la corda dorsale, per formare l'arteria mediana (aorta discendente) che riceve successivamente nel suo tragitto l'estremità superiore degli altri

archi vascolari. Questa, a sua volta, invia dei rami nei muscoli della parete del corpo e nei visceri, d'onde il sangue venoso va nei vasi sub-intestinali, che si dividono formando la rete capillare del fegato (cieco dell'intestino), e ritorna nel vaso ventrale per mezzo della vena epatica. All'origine di questo ultimo vaso si sviluppa negli altri vertebrati il sacco cardiaco; dapprima ripiegato ad S, esso assume tosto la forma conica e si divide in orecchietta e ventricolo. L'orecchietta riceve il sangue che ritorna dalle varie parti del corpo e lo versa nel ventricolo, le cui energiche contrazioni lo cacciano in un vaso ascendente, dilatato alla base (aorta ascendente e bulbo aortico); di là passa, per delle anse vascolari laterali (archi aortici), nell'aorta discendente situata al di sotto della colonna vertebrale. Delle valvole, situate ai due orifici del ventricolo, dirigono il corso del sangue in modo da impedirne il riflusso dall'arteria nel ventricolo durante la diastole, e dal ventricolo nell'orecchietta durante la sistole.

Lo sviluppo degli organi respiratori lungo il sistema degli archi aortici porta varie trasformazioni e complicazioni nella struttura di questo sistema, come in quella del cuore. Nei pesci (fig. 72) quattro o cinque paia di branchie si intercalano ordinariamente nel tragitto di questi archi aortici, che si ramificano nella rete capillare delle lamelle branchiali. Il sangue, divenuto arterioso nel suo passaggio attraverso i capillari branchiali, si raccoglie negli archi vascolari efferenti, o arterie epibranchiali, che confluiscono nell'aorta discendente. In questo caso il cuore è semplice e non racchiude che sangue venoso, differisce però per una parte nei teleostei, e per un'altra nei ganoidi e nei plagiostomi, poichè nel primo caso l'aorta comincia con un bulbo semplice, mentre nel secondo si forma una parte di cuore pulsante come *cono arterioso* con una serie di valvole nell'interno.

Quando compaiono i polmoni (Dipnoi perennibranchi, larve di salamandre e di batraci) (fig. 73), il cuore presenta una disposizione più complessa per la divisione dell'orecchietta in due cavità distinte, sinistra e destra, di cui la prima riceve, dalle vene polmonari, il san-

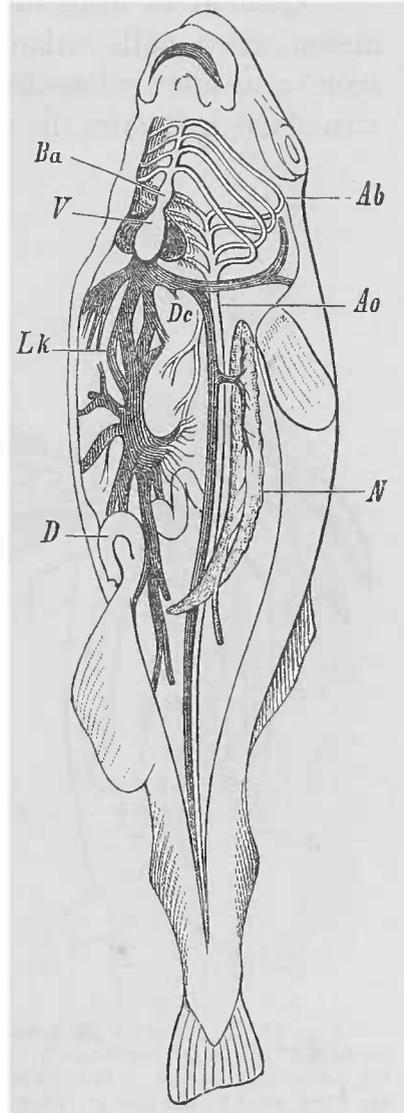


Fig. 72. — Schema della circolazione in un pesce osseo; V Ventricolo, Ba Bulbo aortico e archi arteriosi; Ao Aorta discendente; Ab Arterie epibranchiali; Dc Canale di Cuvier; N Rene, D Intestino, Lk Circolazione epatica.

gue reso arterioso nei polmoni. Si distingue così un'orecchietta sinistra e una orecchietta destra, la cui parete di separazione può restarsene però ancora incompleta (ad eccezione dei batraci). Dal tronco dell'aorta partono quattro archi vascolari; i tre anteriori vanno alle branchie, il quarto arco inferiore fornisce dei rami che vanno ai polmoni (arterie polmonari) e generalmente perde ogni rapporto con l'apparecchio branchiale.

Quando le branchie spariscono, fenomeno che avviene durante la metamorfosi nelle salamandrine e nei batraci, le arterie polmonari crescono considerevolmente e diventano la continuazione diretta dell'arco vascolare inferiore, le cui estremità, giungendo all'aorta discendente,

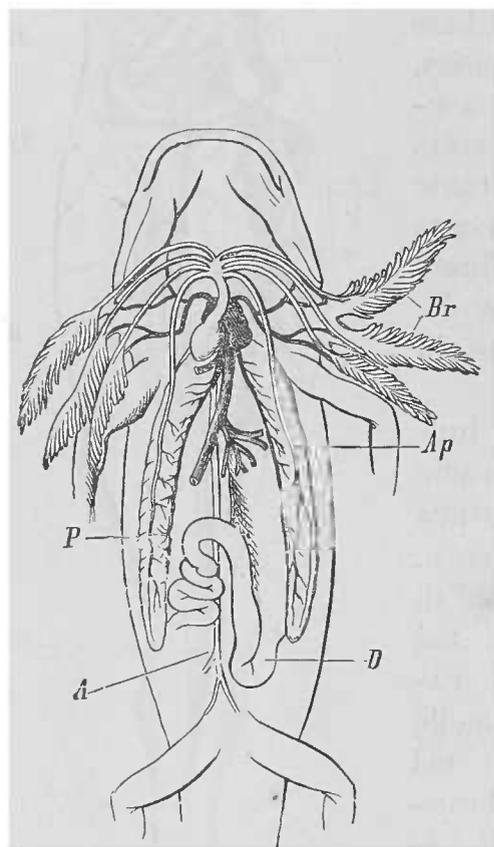


Fig. 73. — Branchie *Br* e sacchi polmonari *P* di un perennibranco. *Ap* Arteria polmonare dell'arco vascolare inferiore. I tre altri vanno alle tre paia di branchie, *D* Tubo digerente, *A* Aorta.

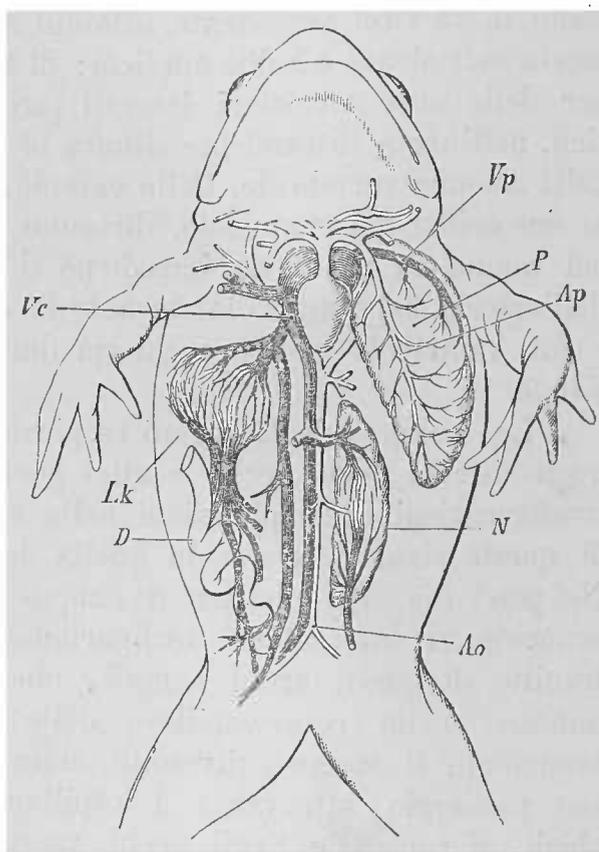


Fig. 74. — Apparecchio circolatorio della rana *P* Polmone sinistro, il destro è stato tolto. *Ap* Arteria polmonare. *Vp* Vena polmonare. *Vc* Vena cava. *Ao* Aorta discendente. *N* Rene e vena porta renale *D* Tubo digerente. *Lk* Vena porta epatica.

costituiscono dei vasi accessori (canali del Botallio) molto ridotti che in seguito si obliterano. Contemporaneamente l'apparizione di una ripiegatura nell'aorta ascendente conduce alla separazione dell'arco vascolare inferiore (il quale accoglie il sangue venoso che il ventricolo riceve dall'orecchietta destra), dall'insieme degli altri archi situati al di sopra, d'onde partono le arterie della testa contenenti il sangue arterioso proveniente dall'orecchietta sinistra, mescolato però nel ventricolo col sangue venoso (fig. 74).

Nei rettili, i cui archi vascolari sono ridotti a tre paia, sebbene

nell'embrione, come in tutti gli amnioti, sian visibili gli abbozzi di sei paia, la separazione delle due sorta di sangue è più completa; esiste infatti in essi una parete interventricolare, la quale, quantunque incompleta, prepara la divisione del ventricolo in due ventricoli distinti, destro e sinistro.

Contemporaneamente la presenza di ripiegature nell'interno del tronco aortico, che parte dal primo, lo divide in tre parti di cui una comunica col ventricolo destro e diventa l'arco destro dell'aorta coi vasi della testa (carotidi), mentre il tronco arterioso, che si continua con l'arco sinistro, riceve solamente, come il tronco delle arterie

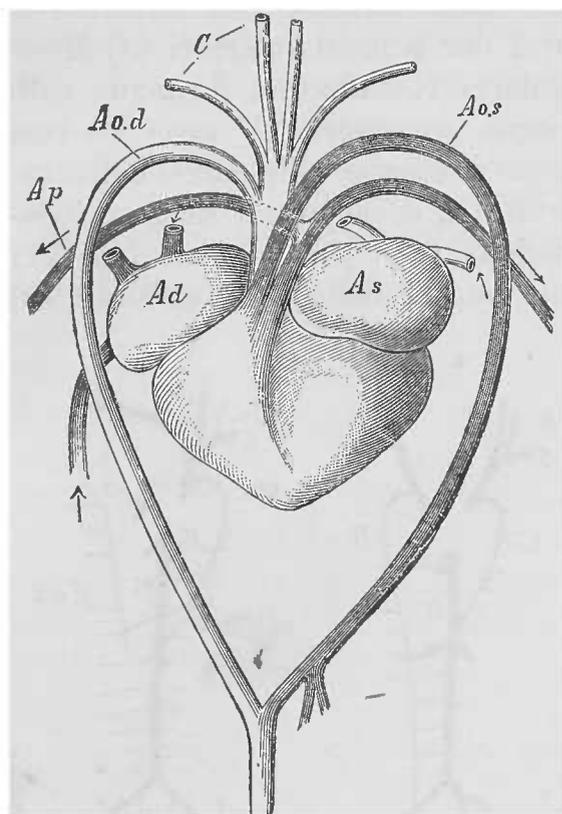


Fig. 75. — Cuore e tronco vascolare di una tartaruga. *Ad* Orecchietta destra, *As* Orecchietta sinistra, *Ao. d* Arco aortico destro, *Ao. s* Arco aortico sinistro, *Ao* Aorta discendente, *C* Vasi della testa, *Ap* Arterie polmonari.

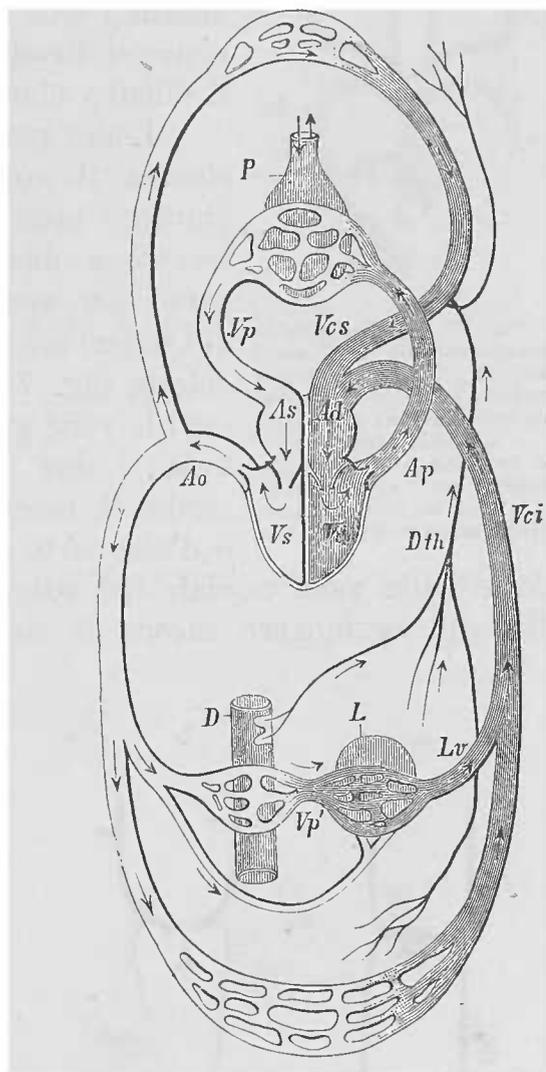


Fig. 76. — Schema della circolazione doppia e completa (da Huxley) *Ad* Orecchietta destra, *Vcs*, *Vci* Vene cave superiore e inferiore, *Dth* Canale toracico, *Vd* Ventricolo destro, *Ap* Arteria polmonare; *P* Polmoni, *Vp* Vena polmonare, *As* Orecchietta sinistra, *Vs* Ventricolo sinistro, *Ao* Aorta, *D* Intestino, *L* Fegato, *Vp'* Vena porta, *Lv* Vena epatica.

polmonari, sangue venoso proveniente dal ventricolo destro (fig. 75). La parete interventricolare è completa nei coccodrilli, il che porta per conseguenza la separazione definitiva del ventricolo sinistro dal destro, mentre l'origine dell'arco aortico destro resta nel ventricolo sinistro. Peraltro, la separazione delle due sorta di sangue è ancora incompleta per l'esistenza d'un foro di comunicazione tra la base dei due tronchi aor-

tici (*foramen Panizzae*), e poi per la riunione di questi due vasi in un tronco unico, l'aorta discendente.

La separazione del sangue arterioso e del venoso è completa solo negli uccelli e nei mammiferi che hanno cuore diviso, come i coccodrilli, in due metà, destra e sinistra, senza comunicazione diretta l'una con l'altra (fig. 76). Negli uccelli l'arco aortico destro persiste, mentre il sinistro si atrofizza; nei mammiferi invece si mantiene il sinistro che diventa l'aorta discendente (fig. 77).

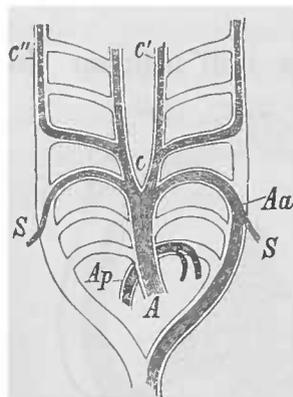


Fig. 77 — Schema della trasformazione degli archi aortici primitivi in grandi tronchi arteriosi nei mammiferi, (da Rathke).
c Carotide primitiva,
c' Carotide esterna, c'' Carotide interna, A Aorta, Aa Arco aortico, Ap Arteria polmonare, S Succlavie.

L'abbozzo embrionale del sistema venoso, che riporta il sangue al cuore, è pari e si compone (durante tutta la vita nei pesci), di due tronchi anteriori e due posteriori che conducono da ogni parte per mezzo di un canale trasversale (canale di Cuvier) nel seno venoso comune e di là nell'orecchietta (fig. 78 a). I due tronchi anteriori (J) diventano le vene giugulari e riconducono il sangue dalla testa; i due tronchi posteriori C, ossia le vene cardinali, raccolgono il sangue delle pareti del corpo e d'una parte dei visceri, come pure il sangue ricon-

dotto dalla vena caudale nel sistema della vena porta renale (fig. 72). Bisogna aggiungere ancora il sistema impari delle vene epatiche che

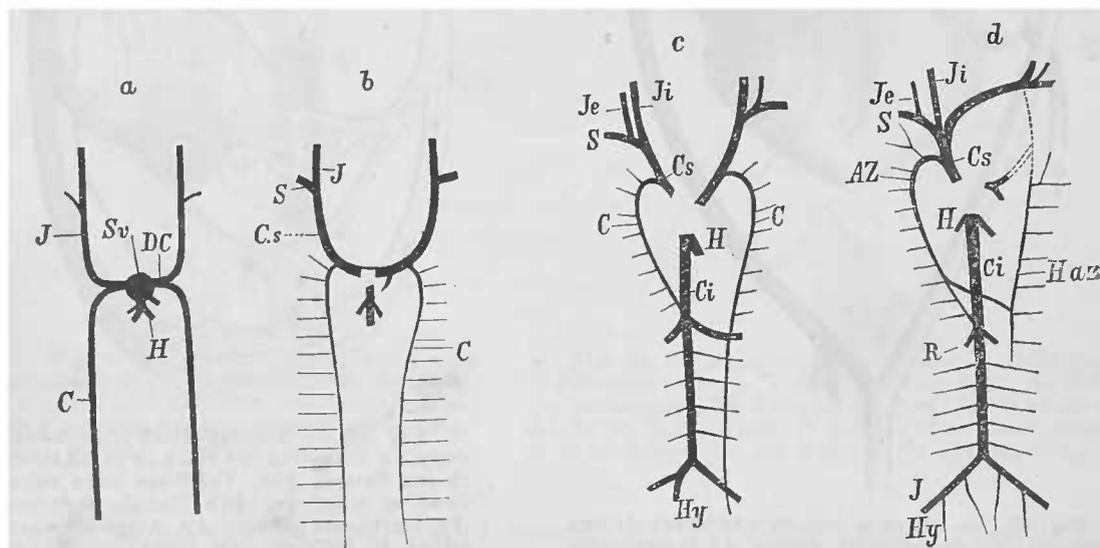


Fig. 78. — Schema del sistema venoso primitivo. J Vena giugulare, C Vena cardinale, DC Canale di Cuvier, H Vene epatiche, Sv Seni venosi — b Schema delle vene primitive pari dei Mammiferi. Le vene vertebrali V hanno sostituito una parte delle vene cardinali Cs Vena cava superiore. S Vena succlavia. — c Schema delle vene pari dei Mammiferi a una fase evolutiva più avanzata. La vena giugulare sinistra si riunisce alla destra per mezzo di un tronco trasversale. — d Schema dei tronchi principali del sistema venoso dell'uomo, Ji Vena giugulare interna, Je Vena giugulare esterna, Ci Vena cava inferiore, H Vena epatica, Az Vena aziogica, Haz Vena emiazigos, R Vena renale, I Vena iliaca, Hy Vena ipogastrica (da Gegenbaur).

trasporta il sangue dalla vena sottointestinale apparsa molto presto (prima dell'origine delle vene cardinali nell'*Amphioxus*), e unita in vasi onfalomesenterici, come dai vasi del sistema portale epatico che ne derivano.

Negli anfibi, rettili ed uccelli, il sistema delle vene cardinali posteriori s'atrofizza più o meno in piccole vene le quali sboccano nelle vene giugulari del lato corrispondente. Più tardi il sangue della vena vertebrale sinistra trapassa per una anastomosi in quella del lato opposto ed è interrotta la comunicazione con la vena giugulare sinistra. Le continuazioni delle vene giugulari, dopo la loro congiunzione con le vene reduci dai membri anteriori (*vene succlavie*), costituiscono le vene cave superiori. Anche nei mammiferi le vene cardinali e le vene vertebrali si riducono allo stesso modo, a profitto della vena cava inferiore. Le vene cardinali posteriori non sembrano essere più altro che ramificazioni delle vene cave superiori provenienti dalla riunione delle vene giugulari e dei canali di Cuvier (fig. 78, *b, c*). Nella maggior parte dei placentari il sangue della vena cava superiore sinistra trapassa per mezzo di un ramo trasversale di anastomosi nella vena cava superiore destra che persiste sola, come vena cava superiore, mentre la prima subisce una atrofia considerevole (fig. 78, *c*), e nel caso estremo, ossia quando il sangue della vena cardinale sinistra (*vena hemiazigos*) è portato nella vena cardinale destra (*vena azigos* fig. 78, *d*) per mezzo di un vaso trasversale, quello che si mantiene costituisce il seno della vena coronaria (Primati).

Negli amnioti, e già prima negli anfibi, è assai sviluppato il sistema venoso impari formato principalmente dal circolo della vena porta epatica. In ciò sta la distinzione principale fra il sistema venoso degli anfibi e dei vertebrati superiori in confronto con quello dei pesci. In luogo della vena epatica che, nei pesci, sbocca nel seno venoso, si trova già negli anfibi una vena cava inferiore, la quale, come continuazione delle *venae renales revehentes*, riceve il sangue dalle vene epatiche, e lo porta nel seno venoso del cuore (fig. 74). Questa vena è autonoma nella sua porzione anteriore, mentre la parte posteriore risulta dalla fusione del segmento pro-renale delle due vene cardinali. Nei mammiferi solo il segmento prorenale della vena cardinale destra fa passaggio alla parte posteriore della vena cava inferiore.

Già nei pesci esiste il sistema della vena porta renale, che si può riscontrare anche negli anfibi e nei rettili, escluse le tartarughe, e che raccoglie il sangue dalla regione posteriore del corpo (estremità, coda) tanto da un lato come dall'altro, per mezzo delle *venae advehentes* (fig. 74). Anche con la formazione delle vene allantoidee o ombelicali, in cui sboccano le vene della parete ventrale, e con la formazione d'una vena addominale o epigastrica che prende il sangue dalla vescica urinaria e dalle estremità posteriori, il sistema della vena cava inferiore raggiunge una maggiore complicazione. Nei mammiferi, i cui reni, come quelli degli uccelli, non presentano più la circolazione della vena porta, la vena cava inferiore si unisce al tronco delle vene ombelicali, di cui la destra ben presto scompare. All'estremità posteriore della vena cava,

in seguito alla riduzione delle vene cardinali, sboccano le vene della coda, delle estremità posteriori e del bacino; e più innanzi le vene intercostali della regione lombare e le vene renali.

Nei vertebrati il sangue è essenzialmente diverso dal chilo per la sua composizione e colorazione, ed esiste inoltre un particolare sistema di vasi chiliferi e linfatici, i quali prendono la loro origine negli interstizi degli organi, e rinnovano il sangue raccogliendo il liquido nutritivo o *chilo* che proviene dal tubo digerente, e la linfa che trasuda nei tessuti attraverso i capillari. Le cavità interiori del corpo rivestite di endotelio, come la cavità addominale e la cavità toracica, devono essere considerate come intercalate nel sistema linfatico, cosicchè il sistema vascolare sanguigno non è, a rigore di termini, completamente chiuso nemmeno nei vertebrati. Alcuni organi glandolari speciali, posti sulle vie linfatiche e chilifere, in cui la linfa, dapprima limpida, prende i suoi elementi formati (corpuscoli chiliferi e corpuscoli bianchi del sangue), vengono indicati col nome di glandole linfatiche (milza, glandole vascolari sanguigne).

Organi della respirazione.

Oltre a questo incessante rinnovamento prodotto dall'afflusso dei succhi digerenti, il sangue, per non perdere alcuna delle sue proprietà, ha bisogno di essere costantemente in contatto con l'*ossigeno*, al cui assorbimento è legata l'esalazione di *acido carbonico* (e di vapore ac-

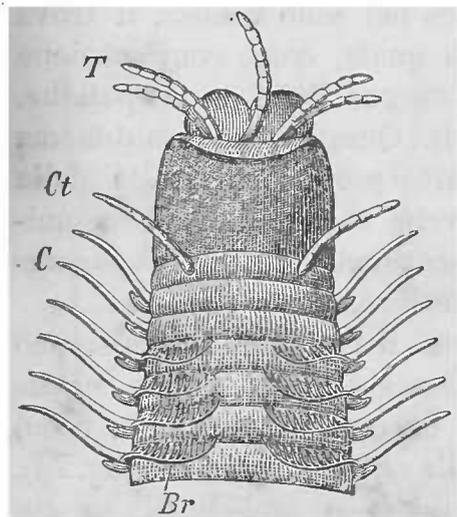


Fig. 79. — Testa e anelli anteriori di una *Eunice* visti dal dorso. *T* Tentacoli o antenne del lobo cefalico, *Ct* Cirri tentacolari, *C* Cirri dei parapodi. *Br* Appendici branchiali dei parapodi,

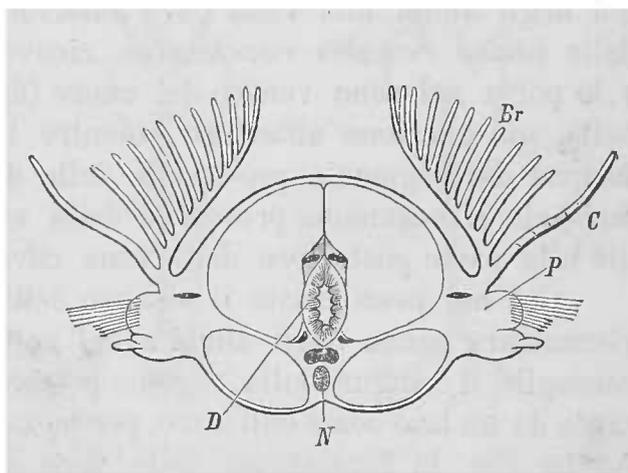


Fig. 80. — Sezione trasversale di un segmento del corpo di un'*Eunice*, *Br* Appendici branchiali, *C* Cirri, *P* Parapodi con fasci di setole, *D* Tubo digerente, *N* Sistema nervoso.

queo). Questo scambio dei due gas, che ha luogo tra il sangue e il mezzo in cui vive l'animale, è l'essenza stessa dell'atto della *respirazione*, e si effettua per mezzo d'organi diversamente conformati secondo che devono funzionare nell'aria o nell'acqua. Nel caso più semplice l'in-

volucro esterno del corpo intero concorre allo scambio gascoso; dappertutto, del resto, la pelle ha una parte nella funzione respiratoria, anche quando esistono organi respiratori particolari. Vi prendono pure parte delle superficie interne, come le pareti intestinali.

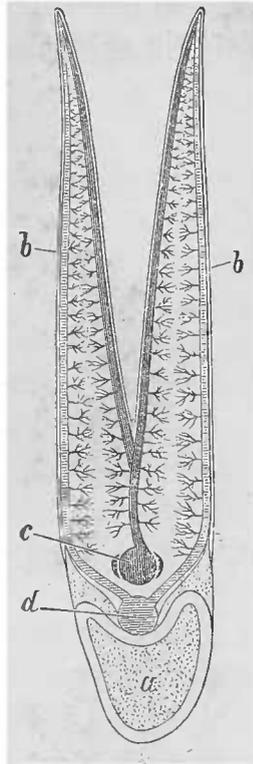


Fig. 81. — Sezione trasversale delle branchie di un Teleosteo. *b* Lamella branchiale con capillari. *c* Canale afferente con sangue venoso, *d* Canale efferente con sangue arterioso, *a* Arco branchiale osseo.

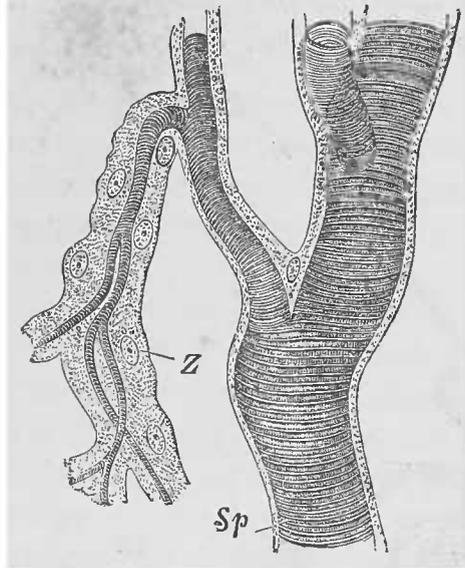


Fig. 82. — Ramo tracheale con fine diramazioni, secondo Leydig, *z* Parte esterna cellulare, *Sp* Cuticula intima con filamento spirale.

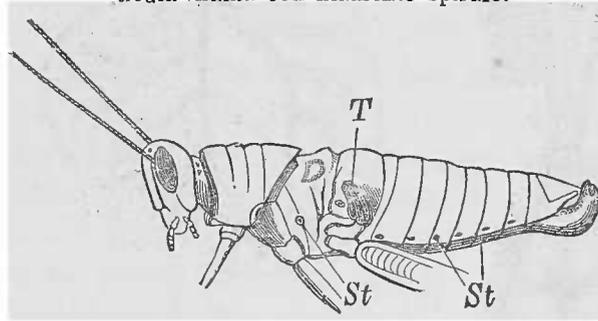


Fig. 84. — Capo e tronco di un *Acridium* visto lateralmente, *St* Stigme, *T* Organo timpanico.

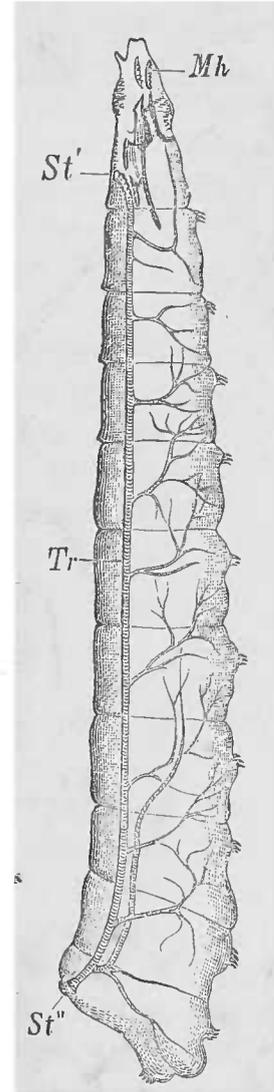


Fig. 83. — Sistema tracheale di una larva di mosca, *Tr* Tronco longitudinale destro con ciuffi di trachee nei segmenti, *St'* Stigma anteriore e posteriore, *Mh* Uncini boccali.

La respirazione nell'acqua è molto più sfavorevole all'assorbimento di ossigeno che la respirazione nell'aria, poichè si può approfittare soltanto della piccola quantità di ossigeno contenuto dall'aria sciolta nell'acqua. Perciò troviamo questo modo di respirare in animali con scambio materiale poco energico e piuttosto in basso nella scala vitale (Anellidi, Molluschi, Decapodi, Pesci). Gli organi della cosiddetta respirazione acqueea sono appendici esterne con superficie sviluppata quant'è più possibile e formata da tubi dendritici o ramificati (Fig. 79, 80) o da lamelle a forma di lancetta, accostate tra loro, le *branchie* (Fig. 81).

Gli organi della respirazione aerea, invece, si sviluppano per insenatura nell'interno del corpo, presentando essi pure la condizione di una vasta superficie per lo scambio endosmotico tra l'aria ed i gas del sangue. Sono o *polmoni* o tubi conducenti aria. Nel primo caso (Vertebrati)

sono vasti sacchi con pareti alveolari o spugnose traversate da numerosi setti e tronchi e con una ricchissima rete di capillari.

I *tubi aerei* o *trachee* (fig. 82) formano in tutto il corpo un sistema ramificato di canali che portano l'aria in tutte le parti del corpo. Nei polmoni la respirazione è localizzata; in questo caso invece si estende a tutti i tessuti ed organi del corpo. La respirazione esterna,

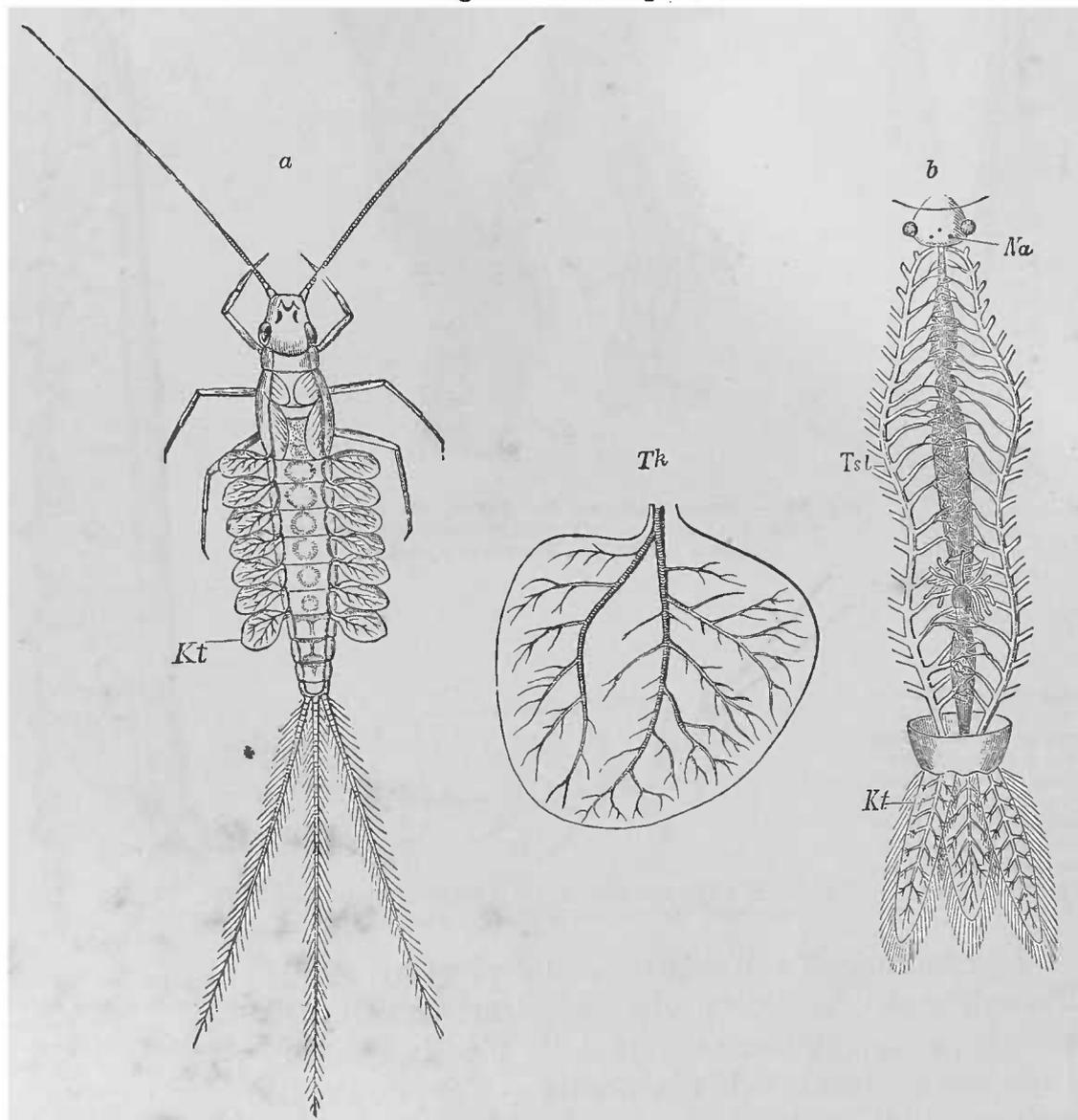


Fig. 85. — *a* Larva di un Effimera con 7 paia di branchie o trachee (*Kt*), *Tk* Una branchia o trachea isolata molto ingrandita senza foglioline accessorie, *b* S stema di trachee di una larva di *Agrion* secondo L. Dufour, *Tst* Rami della trachea al lato del canale intestinale, *Kt* Tracheobranchie, *Na* Le tre macchie oculari.

vale a dire l'assorbimento dell'ossigeno per parte del sangue, si unisce alla respirazione interna nei tessuti che sono circondati da finissime reti di trachee. Per altro i canali aerei, nella modificazione conosciuta col nome di *trachee a ventaglio* (Ragni), possono condurre ai polmoni, i rami dei canali sviluppandosi a foglia piatta e vuota, senza dare ramificazioni. Cogli organi della respirazione comunicano naturalmente

aperture nelle pareti del corpo, che si presentano numerose, pari e simmetriche (Stigme degli insetti e Ragni, fig. 83, 84) o in forma di atri in numero limitato ed aventi pure funzioni accessorie come per i polmoni (cavità nasali). Negli insetti viventi nell'acqua possono mancare queste aperture e l'assorbimento dell'ossigeno dall'acqua si effettua per mezzo di appendici ricche di reti di trachee, situate in determinati punti del corpo. Queste appendici, che si vedono nelle larve di *Phryganea*, *Ephemera*, e Libellula (*Agrion*) si chiamano tracheobranche, (fig. 85 a. b.). Raramente si sviluppano sulle pareti dell'intestino retto, trovando così il loro posto in una cavità chiusa. (Respirazione intestinale di *Aeschna*, *Libellula*).

Del resto il processo respiratorio è eguale sì nella superficie branchiale, che nella polmonare. Se si vede che nei Pulmonati (*Limnaeus*), dopo ch'è riempita d'acqua la cavità del mantello (tanto nello stato giovanile come in certe condizioni di vita, quale sarebbe la prolungata stazione al fondo dell'acqua), la superficie di respirazione assorbe l'aria in modo simile alla superficie di una branchia, non sembrerà strano che al medesimo modo branchie ed appendici cutanee, che servono normalmente alla respirazione nell'acqua, se si trovano in un ambiente umido che impedisca al sangue contenuto nei vasi l'essiccamento, si comportino come la superficie dei polmoni (*Birgus latro*, Pesci labirintici), e rendano possibile il soggiorno e la respirazione nell'aria.

Per lo scambio dei gas, il rapido mutarsi del medio portante l'ossigeno è della più grande importanza. Troviamo perciò spessissimo speciali apparati, mediante i quali è rapidamente allontanato il medio dal quale fu sottratto l'ossigeno e che fu saturato di acido carbonico, per ricondurne del nuovo privo di questo e ricco di ossigeno. Nei casi più semplici questo rinnovamento, se anche non così completo, può prodursi mediante i movimenti del corpo, oppure colle ondulazioni continue delle appendici branchiali, movimenti che, in quelle situate attorno all'apertura della bocca, hanno pure lo scopo di condurvi il cibo. In questo modo servono i tentacoli respiratorî di animali sedentari (Briozoi, Brachiopodi, Tubicoli). Spessissimo le branchie sono appendici degli organi di locomozione e di nuoto (Gamberi, Anellidi), i cui movimenti mantengono lo scambio del medio respiratorio alla superficie branchiale. Più complicati si presentano i movimenti quando le branchie si trovano rinchiusa in cavità speciali (Pesci, Decapodi), oppure quando gli organi respiratorî si trovano rinchiusi nell'interno del corpo, come è il caso per i polmoni e le trachee che, con uno scambio più o meno regolare, devono essere vuotati e riempiti con aria rinnovata. In questo caso sono i movimenti delle parti vicine del corpo, oppure il dilatarsi ed il restringersi della cavità aerea, i cosiddetti *movimenti respiratorî*, che regolano il rinnovarsi dell'aria. Oltre questo movimento, specialmente notevole negli animali respiranti aria, è stato indicato quale respirazione

il processo secondario dipendente dall'introduzione ed espulsione dell'aria, cioè l'assorbimento ed il consumo di ossigeno, ed in questo senso non è rigorosamente esatto, in quanto che nei movimenti respiratori di animali provvisti di cavità branchiale non si tratta che del passaggio di una corrente d'acqua.

Negli animali superiori a sangue rosso la differenza del sangue prima e dopo il suo passaggio per gli organi respiratori è tale che si distingue subito il sangue ossigenato da quello carico di acido carbonico. Il primo è rosso cupo e si indica quale sangue venoso, quello che esce dai polmoni o dalle branchie è rosso vivo e chiamasi sangue arterioso. Mentre si adopera in senso anatomico la denominazione di venoso ed arterioso per indicare la natura dei vasi sanguigni, secondo che portano od asportano il sangue dal cuore si usano le medesime espressioni in fisiologia per indicare le due qualità di sangue, prima e dopo il passaggio per gli organi della respirazione. Ma siccome quest'ultimo è spinto nei canali venosi od arteriosi, abbiamo nel primo caso vasi venosi (Molluschi e Vertebrati) che portano sangue arterioso, nel secondo (Vertebrati) vasi arteriosi nei quali scorre sangue venoso.

L'intensità della respirazione sta in diretta relazione con l'energia dello scambio materiale. Animali a respirazione branchiale e che assorbono poco ossigeno non sono al caso di bruciare grandi quantità di componenti organici e possono trasformare soltanto una quantità limitata di forza latente in forza viva. Questi producono proporzionatamente non soltanto poco lavoro muscolare e nervoso, ma producono pure poco di quello speciale moto molecolare conosciuto sotto il nome di calore. Animali che producono poco calore, (la cui origine non è da cercarsi, come si credeva erroneamente, negli organi respiratori, ma nei tessuti attivi) non possono preservare il calore da loro prodotto dall'influsso della temperatura dell'ambiente che li circonda. Ciò vale per gli animali respiranti aria e con scambio di materiale intenso e con forte produzione di calore, se, in seguito alla piccolezza del loro corpo, presentano una grande superficie irradiante (insetti). Nel continuo scambio di calore fra il corpo animale e l'ambiente ove questo si trova, la temperatura di quest'ultimo determina la temperatura del primo, la quale cresce o diminuisce insieme. Perciò la maggior parte degli animali inferiori sono a temperatura variabile (1) o, come meno esattamente furono chiamati, a sangue freddo. Gli animali superiori invece, che hanno apparato respiratorio molto sviluppato ed energico scambio materiale, e che per la loro grandezza e per esser coperti di piume o pelo sono protetti contro una rapida irradiazione del calore, possono trattenere, indipen-

(1) Confr. Bergmann. Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien 1847. Bergmann e Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart 1852.

dentemente dalle variazioni della temperatura dell'ambiente parte di questo calore quale *calore proprio costante* e si denominano perciò *omeotermi* od a *sanguie caldo*.

Essendo condizione essenziale per la conservazione della vita normale un calore proprio elevato, variante in limitate proporzioni, così doveva esservi nell'organismo una serie di regolatori per diminuire, in un ambiente a temperatura troppo elevata, la produzione di calore proprio (diminuzione dello scambio materiale), oppure per aumentare l'irradiazione di calore (evaporazione della secrezione delle glandole sudorifere, raffreddamento in acqua); viceversa, all'abbassarsi della temperatura aumenta la produzione del calore (aumento dello scambio materiale per aumentata nutrizione, rapidi movimenti) eventualmente anche con la formazione di una miglior protezione contro la perdita di calore. Nei casi nei quali la condizione d'attività di questi regolatori manchi (mancanza di nutrimento, piccolezza del corpo senza difesa contro il freddo) troviamo un correttivo per la conservazione della vita nel sonno invernale (letargo), e nei casi nei quali l'organismo non potrebbe sopportare nemmeno una temporanea diminuzione nello scambio materiale, vediamo il meraviglioso fatto delle migrazioni e del passo (uccelli migratori). Gli organi della respirazione ci presentano in certo qual modo la via di mezzo tra gli organi della nutrizione e quelli escretori, assorbendo ossigeno ed espellendo acido carbonico. Ma oltre a questo gas viene espulsa dall'organismo generalmente sotto forma liquida una quantità di materiale di rifiuto che passa dal corpo nel sangue.

Questa funzione è compiuta dagli *organi escretori*, glandole di forma semplice o composta prodotte da insenature della pelle e delle pareti interne dell'intestino o di origine mesodermica, e composte da tubi semplici o ramificati.

Organi urinarî. — Fra i diversi prodotti che vengono eliminati dal sangue per mezzo del rivestimento epiteliale delle pareti delle glandole, sembrano particolarmente importanti i prodotti azotati di decomposizione del corpo. Gli organi che eliminano questi prodotti finali dello scambio materiale sono gli *organi urinarî* o *reni*. In forma primitiva rappresentati nei Protozoi dalle vacuole pulsanti, si presentano nei celenterati quali gruppi di piccole cellule entodermiche, nelle quali si depositano concrezioni che poi diventano libere. Questi gruppi di cellule possono ammuccinarsi in forma di papille salienti che si aprono con un poro all'esterno (vaso circolare dell'*Aequorea*). Negli echinodermi si ritengono per tali delle appendici anali (tubi interradiali degli asteroidei). Con maggior certezza si possono considerare come tali le appendici glandolari del Tiedemann nelle stelle di mare ed i canali acquiferi dei vermi. Questi formano un sistema di canali ramificati che prendono il loro inizio o nel parenchima o nella cavità del corpo e

sono muniti da delicati imbuti ciliati. Quelli della cavità del corpo hanno imbuto con larga apertura. Talvolta gli imbuti sono chiusi ed al principio dei piccoli canali acquiferi si trovano i così detti lobuli ciliati. Nei Platelminti l'apparato escretore è composto di due rami laterali principali che sovente si aprono alla parte posteriore del corpo con apertura allargata, dopo aver presentato una dilatazione vescicolare (Vescicola contrattile) (fig. 86).

Negli articolati i reni pari si ripetono nei segmenti e sono indicati quali organi segmentari (Fig. 87, 88). Nei Chetopodi questi servono pure all'uscita dei prodotti genitali. Nella serie degli Artropodi gli organi segmentari più completi sono quelli degli Onicofori (*Peripatus*), dove si ripetono ad ogni segmento portante zampe, ma con l'estremità chiusa invece che ad imbuto aperto. Nel medesimo modo si possono riportare ad organi segmentari le *glandole delle antenne* e le *glandole del guscio* dei Crostacei, che principiano pure con piccoli sacchi chiusi nella cavità del corpo e si continuano con un lungo e sinuoso canale che sbocca all'esterno a mezzo di un poro. Anche l'apparato urinario dei Molluschi si può riportare agli organi segmentari, e ciò tanto per

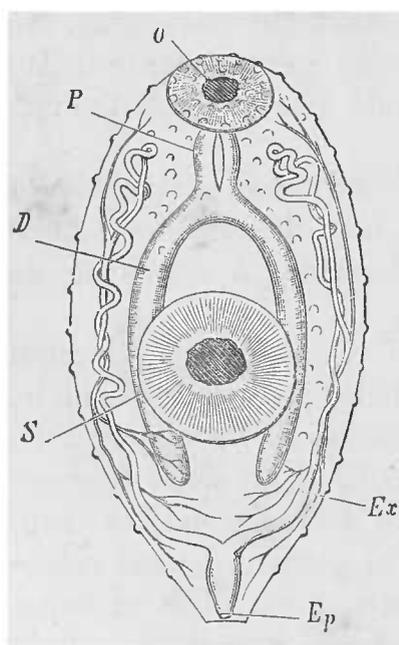


Fig. 86. — Giovane *Distoma* secondo La Valette. *Ex* Ramo del sistema acquifero. *Ep* Poro escretore. *O* Apertura boccale con ventosa. *S* Ventosa nel mezzo del lato ventrale. *P* Faringe. *D* Ramo intestinale.

gli organi pari del Boianus nei Lamellibranchi e per i sacchi urinarî dei Cefalopodi, quanto pei sacchi renali impari dei Polmonati, i quali, mercè un'apertura interna, comunicano con la cavità pericardiale.

Negli Artropodi che respirano aria, gli organi urinarî sono appendici dell'intestino terminale e vi si riscontrano numerosi, sotto il nome di *vasi del Malpighi*, (fig. 90). Nei vertebrati gli organi urinarî raggiungono un grado di sviluppo maggiore e sboccano all'esterno, generalmente in unione all'apparato genitale, con speciali aperture; ma anche in questo caso hanno

origine nella cavità del corpo con canali ad imbuto (Embrioni di Squali (fig. 89).

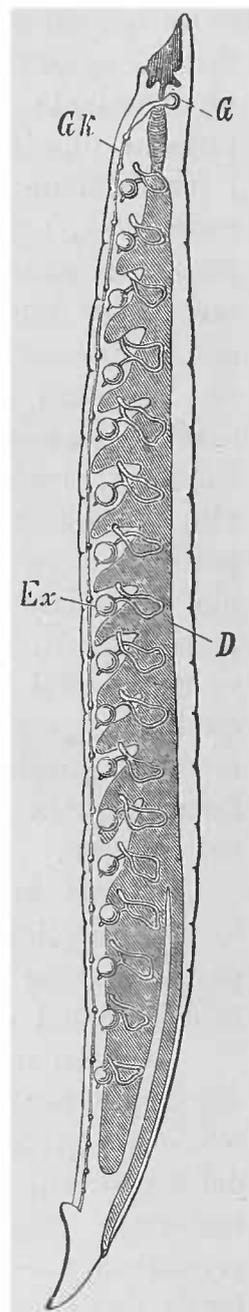


Fig. 87. — Sezione longitudinale di una sanguisuga secondo Rud. Leuckart. *D* Canale intestinale. *G* Cervello. *Gk* Catena di gangli. *Ex* Canali escretori (Organisegmentari).

Questi accenni dei reni primitivi dei vertebrati non sboccano però, come gli organi segmentari degli anellidi, ciascuno con un poro laterale, ma si trovano alle due metà del corpo due canali conducenti entrambi all'intestino terminale, il canale dei reni primitivi, e presentano la caratteristica, speciale nei vertebrati, di formare nel loro percorso i così detti corpi Malpighiani, cioè si dilatano quali piccole capsule che contengono un gomitollo arterioso (glomerulo) (fig. 91).

I reni dei vertebrati i quali hanno origine, come gli organi genitali, dal mesoderma della parte dorsale del corpo, passano nei Pesci

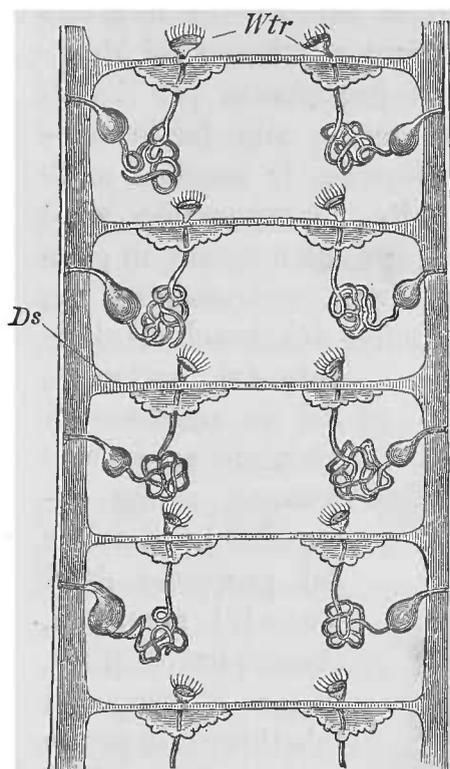


Fig. 88. — Figura schematica degli organi segmentari di un verme segmentato secondo C. Sem per, Ds Dissipamenti dei segmenti. Wtr Imbuti ciliati conducenti nel gomitollo.

Anfibi, ed Amnioti per diverse fasi di sviluppo fino all'apparire dei reni permanenti, i cui condotti, o ureteri, si uniscono ai condotti delle glandole sessuali.

In quanto alla funzione di secrezione della glandola, un fatto di grande importanza è, che mentre nei corpi malpighiani, per mezzo del gomitollo arterioso si filtra acqua con sali facilmente solubili, nei tubuli contorti dei canali urinari si segregano sali urinari

(urati) e urea. Un parallelo a questa antitesi lo troviamo nel modo di comportarsi

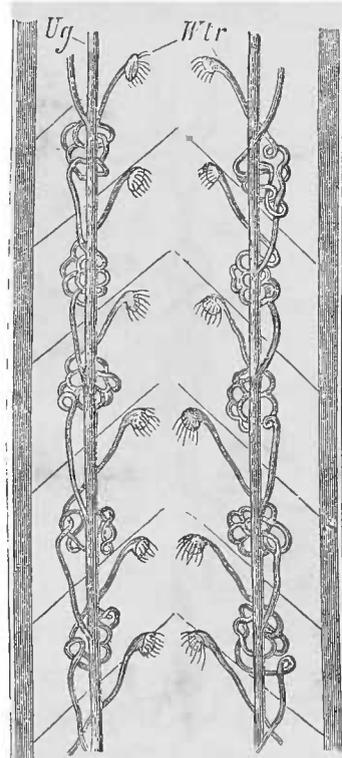


Fig. 89. — Figura schematica degli organi segmentari di un embrione di squalo, secondo C. Sem per. Wtr Imbuti ciliati, Ug Canale del rene primitivo

di queste due parti del rene verso due materie coloranti, il carmino ammoniacale e il carmino indaco. Il primo è segregato dai corpi malpighiani, l'altro dai canalicoli urinari. Anche negli organi considerati quali reni negli animali inferiori queste due sostanze si comportano egualmente. I sacchi terminali delle antenne e le glandole del guscio dei Crostacei si comportano verso il carmino ammoniacale come i corpi malpighiani, ed il tubo laqueiforme verso il carmino indaco come i tubuli contorti. Negli insetti le cellule dei vasi malpighiani separano il carmino indaco, mentre il carmino viene estratto dal sangue nei gruppi di cellule pericardiali. Nei molluschi, i sacchi urinari dei Cefalopodi nelle cellule delle appendici venose, i Lamellibranchi negli organi del Bojanus, ed i Gasteropodi nelle circonvoluzioni renali separano pure

insieme a concrementi urinari, il carmino indaco. Le appendici agli atri cardiaci, o glandole pericardiali, sono in questo caso quelle che assorbono il carmino ammoniacale dal sangue (1).

Speciali secrezioni, che hanno spesso importanti funzioni nell'economia animale e che servono principalmente alla protezione ed alla difesa, sono fornite dalla superficie esterna del corpo. Simili funzioni accessorie spettano pure ad escrezioni segregate da glandole accessorie, situate alla fine od al principio dell'intestino, glandole salivali, glandole venefiche, sericteri, glandole anali) (fig. 90).

Nella categoria delle glandole cutanee vanno annoverate in prima

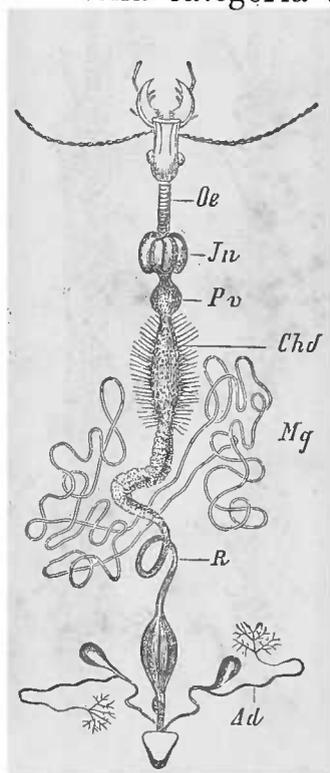


Fig. 90. — Intestino con glandole accessorie di un *Carabus* secondo Leon Dufour, *Oe* Esofago *Jn* Ingluvie, *Pv* Stomaco anteriore, *Chd* Intestino chilifero, *Mg* Organi malpighiani, *R* Retto, *Ad* Glandola anale con vescicola.

linea le glandole sudorifere e sebacee dei Mammiferi; le prime hanno importanza per il raffreddamento del corpo grazie alla facile evaporazione del segreto liquido, le seconde mantenendo flessibile e molle l'integumento ed il suo speciale rivestimento; e, ammassate in gran numero, divengono glandole indipendenti con funzioni accessorie (glandole del muschio, glandole del castoreo).

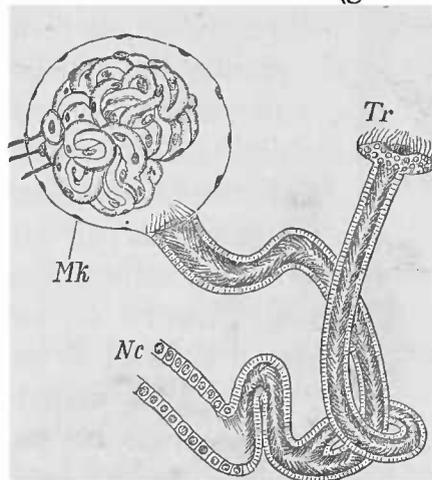


Fig. 91. — Imbuto ciliato con canalicoli urinari e corpuscoli malpighiani dalla parte superiore del rene di *Proteus*, secondo Spengel, *Nc* Canalicoli urinari, *Tr* Apertura dell'imbuto, *Mk* Corpuscoli malpighiani.

Ad un ammasso di glandole sebacee si possono anche riportare le glandole del groppone degli uccelli acquatici, che, col loro secreto, hanno lo scopo di lubrificare le penne ed impedire all'acqua di penetrarle. Provenienti dalle glandole cutanee acinose devonsi considerare le glandole

lattifere estese e ramificate dei Mammiferi. Le glandole cutanee unicellulari o ammassate che si trovano così diffuse negli insetti appartengono per la maggior parte alla categoria delle glandole grasse o oleose. Ammassi di cellule segreganti calce e pigmenti si trovano principalmente negli integumenti dei molluschi e servono alla costruzione delle multiformi conchiglie così vagamente colorate. Pure per la prensione dell'alimento possono avere importanza queste glandole o com-

(1) Confr. oltre i lavori di Heidenhain, Wittich, Solger ed altri, particolarmente A. Kowalewsky Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. *Biologisches Centralblatt*. Tom. IX, N. 2, 3, 1889.

plexi di glandole cutanee (glandole testrici degli Aracnidi). Molto diffuse sono poi le glandole mucose in animali viventi in luoghi umidi (Anfibi, Molluschi) od in acqua (Pesci, Anellidi, Meduse).

Organi animali.

La principale delle funzioni animali è la locomozione. Gli animali compiono movimenti allo scopo di procurarsi nutrimento o sfuggire agli attacchi. I muscoli dedicati alla locomozione si presentano, nella forma più semplice, intimamente uniti alla cute e formano un tubo muscolocutaneo (Vermi) che, allungandosi e raccorciandosi, fa progredire il corpo. La muscolatura può anche essere concentrata in una parte della cute, come p. e. nella subombrella delle meduse sotto il sostegno della campana gelatinosa, oppure può dare origine ad una specie di piede (Molluschi) od infine dividersi in diversi gruppi muscolari (Anellidi, Artropodi, Vertebrati). L'ultima forma ci dà già un modo di locomozione più perfezionato e rapido, formandosi nell'asse longitudinale divisioni della cute, oppure anche segmenti od anelli con tessuto interno più spesso, i quali vengono spinti dai gruppi muscolari, ai quali danno solido appoggio per poter spiegare maggior forza.

Così divenne necessaria la formazione di parti solide che, come impalcatura o scheletro, sostenessero le parti molli ed anche le proteggessero. Queste possono essere o gusci esterni, tubi od anelli che si ripetono, e provengono generalmente da indurimento della cute (chitina) o che si sviluppano nell'interno del corpo (cartilagine, ossa) quali vertebre (fig. 92, 93). In ambi i casi si giunge ad una articolazione dell'asse longitudinale del corpo che prima, nei casi più semplici di locomozione, è equabilmente omonoma (Anellidi, Scolopendre, Serpenti). Nel progressivo sviluppo i muscoli necessari alla locomozione si portano dall'asse principale ad assi accessorî ed acquistano così la possibilità di compiere i movimenti più difficili e complicati. Le parti solide dell'asse longitudinale del tronco perdono la loro articolazione eguale primitiva, si uniscono in parte e formano diverse regioni più o meno mobili nelle loro parti (capo, collo, petto, regione lombare). Generalmente in questo caso lo scheletro dell'asse principale diviene meno mobile, mentre prolungamenti di *estremità* pari o membri provvedono alla locomozione nel modo più perfezionato. Naturalmente anche le membra posseggono i loro pezzi d'appoggio solidi per l'azione dei muscoli, come leve generalmente allungate ed a forma di colonna più o meno fortemente unite all'asse dello scheletro.

La sensibilità, la più importante delle proprietà degli animali, è legata essa pure a determinati tessuti, cioè al *sistema nervoso*.

Dove questo non si è separato ancora dalla massa fondamentale contrattile (sarcode), o dal parenchima cellulare uniforme del corpo,

dobbiamo presupporre una irritabilità dell'organismo, che a mala pena si potrà chiamare sensibilità, perchè la sensazione ammette la coscienza dell'unità del corpo, ciò che non possiamo ascrivere agli animali più semplici e senza sistema nervoso. Coll'apparire dei muscoli si distinguono anche i tessuti del sistema nervoso, insieme a epitelî di senso superficiali (Polipi, Meduse, Echinodermi). In simili casi i fasci nervosi e le cellule gangliari, che sono uniti insieme, conservano la loro posizione ectodermica e si trovano in rapporto con le *cellule di senso*. Il modo di vedere secondo il quale la prima differenziazione del tessuto muscolare e nervoso è dato dalle cosiddette cellule neuromuscolari dei

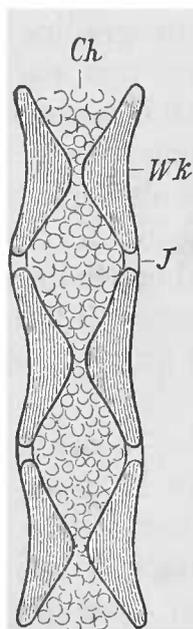


Fig. 92. — Schema della colonna vertebrale di un teleosteo, con accrescimento intervertebrale della corda. *Ch* Corda, *Wk* Corpo vertebrale osseo, *J* Segmento intervertebrale membranoso.

polipi di acqua dolce e delle meduse si dimostrò affatto insussistente, anzi tanto i muscoli che i nervi hanno origine da epitelî diversi. L'ordinamento del sistema nervoso, fatta astrazione della diffusa divisione dei nervi e delle cellule gangliari negli Idroidi e nei Polipi, si può ricondurre a tre forme fondamentali:

1.° La radiata dei Radiati; 2.° la bilaterale degli Articolati e Molluschi; 3.° la bilaterale dei Vertebrati.

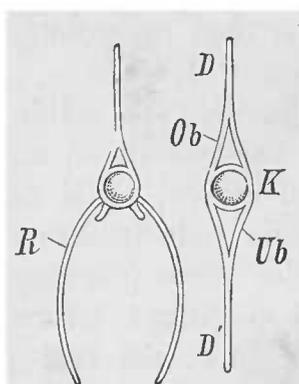


Fig. 93. — Vertebra di pesce. *K* Corpo, *Ob* Archi superiori o neurapofisi, *Ub* Archi inferiori o ematapofisi. *D*, Processo spinoso superiore. *D'* Proc. spin. inferiore *R* Coste.

Nel primo caso i tessuti nervosi formano un anello subombrellare ed uno ombrellare esterno (sparso di gangli cellulari) all'orlo dell'ombrello; dal primo partono nervi che provvedono principalmente gli organi sensorî; l'altro innerva i muscoli dell'ombrello (Idroidi), con nervi o con gangli posti nei radi degli organi sensorî, onde derivano i nervi degli organi di senso, o con plessi nervosi collegati a gangli cellulari nei muscoli della subombrella (Acalefi). In altri casi osserviamo, come negli Echinodermi, che

gli organi centrali si ripetono nei raggi quali cervelli ambulacrati, che si collegano ad una commessura, contenente anche cellule gangliari, che circonda l'esofago e dà ramificazioni nervose alle parti che lo circondano (fig. 94).

Il sistema nervoso bilaterale si compone nei casi più semplici di masse pari od impari di gangli che stanno al polo anteriore del corpo sopra l'esofago e che si indicano semplicemente quale ganglio esofageo superiore o cervello. Da questo centro partono nervi che si dividono lateralmente e simmetricamente (Platodi) e fra questi si vedono due rami ventrali più grossi (fig. 95). In un grado più elevato si aggiunge un cerchio nervoso intorno all'esofago, i nervi laterali acquistano maggior grossezza e presentano in singoli punti cellule gangliari (Ne-

mertini). Negli articolati con corpo metamerico il numero dei gangli aumenta e vi si aggiunge una catena ventrale a forma di corda ventrale (Gefirei) o di catena gangliare omonoma (Anellidi) o eteronoma (Artropodi) (fig. 96, 97). Anche in questi casi si può aver una maggior concentrazione dei centri nervosi dalla fusione del cervello con la catena ventrale (numerosi Artropodi), di modo che in molti casi non si presenta che un nodo inferiore esofageo. Nei molluschi i gangli subesofagei si presentano quali gangli del piede, ai quali si aggiunge un terzo centro pari quale ganglio intestinale (fig. 70).

Nei vertebrati i centri nervosi si dispongono alla parte dorsale, nell'asse dello scheletro, in quella forma conosciuta sotto il nome di *midollo spinale*, che ha la sua segmentazione nel ripetersi egualmente dei nervi pari. La parte anteriore di questo midollo, percorso da un canale centrale, si allarga, eccetto nell'*Amphioxus*, nei complicati centri gangliari del cervello (fig. 98).

Quale sistema relativamente indipendente si presenta negli animali superiori (Vertebrati, Artropodi, Irudinei), il così detto *sistema nervoso intestinale* o *simpatico*. Questo forma gangli ed intrecciature di nervi che stanno bensì in relazione con la parte centrale del sistema nervoso; ma è indipendente dalla volontà dell'animale, e, innervando esso gli organi della digestione, circolazione, respirazione e riproduzione, i centri di senso e di moto possono, anche se turbati, continuare per un tempo più o meno lungo le loro funzioni. Nei vertebrati (fig. 99) il simpatico è formato da una serie di gangli situati ad ambo i lati della colonna vertebrale, collegati con i nervi spinali ed i nervi cerebrali da *rami comunicanti*, e tra di loro con rami nervosi. Questi ultimi formano il così detto cordone limitante del simpatico. I gangli il cui numero può concordare con quello dei nervi spinali e cerebrali, mandano nervi agli intestini ed ai vasi sanguigni, sui quali si formano reti complicate.

Organi di senso. Il sistema nervoso possiede inoltre apparati periferici che hanno per attributo di ricevere e di trasmettere ai centri nervosi le impressioni del mondo esterno (energie di senso (1) Joh: Müller): *gli organi di senso*.

Generalmente trattasi di ammassi speciali di cellule epiteliali a forma di bastoncini o di peli collegati a cellule gangliari per mezzo di fibrille

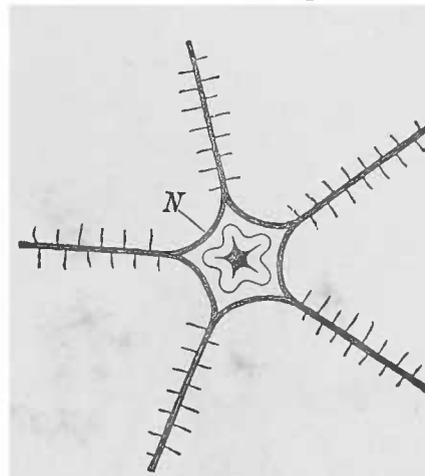


Fig. 94. — Schema del sistema nervoso di una stella di mare. N Anello nervoso che unisce i cinque rami nervosi ambulacrali.

(1) In antitesi con la qualità della sensibilità di ogni organo di senso (colore, suono).

(cellule piriformi a setola, cellule a bastoncino allungato), le quali sotto l'influsso di impressioni esterne producono un movimento nella sostanza nervosa che, trasmesso agli organi centrali, viene da questi percepito quale sensazione di vario ordine. Talvolta a queste cellule terminali si uniscono formazioni cuticolari di senso che hanno rapporto colla trasmissione di certi processi di moto alla sostanza nervosa (bastoncini della retina). Come l'origine filogenetica del sistema nervoso conduce

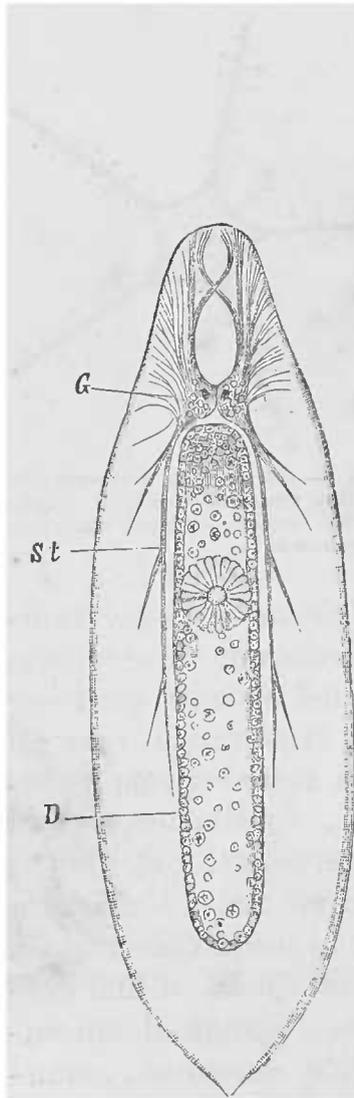


Fig. 95. — Intestino e sistema nervoso di *Mesostomum Ehrenbergii* secondo Graff, *G* I due gangli cerebrali con le macchie oculari, *St* Rami nervosi laterali, *D* Intestino, bocca ed esofago.

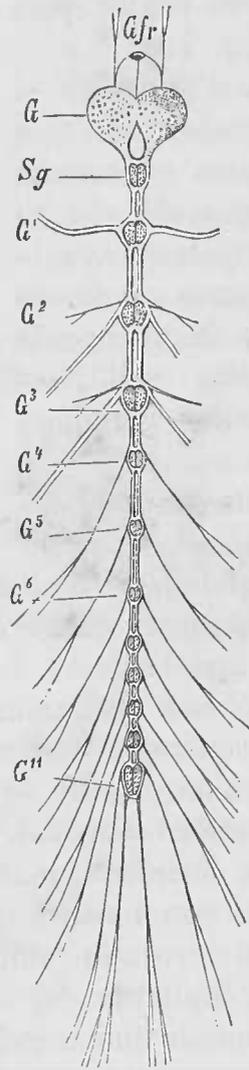


Fig. 96. — Sistema nervoso di larva di *Coccinella* secondo Ed. Brandt, *Gfr* Ganglio frontale, *G* Cervello, *Sg* Ganglio subesofageo, *G¹* a *G¹¹* Gli 11 gangli della catena ventrale nel torace e nell'addome.

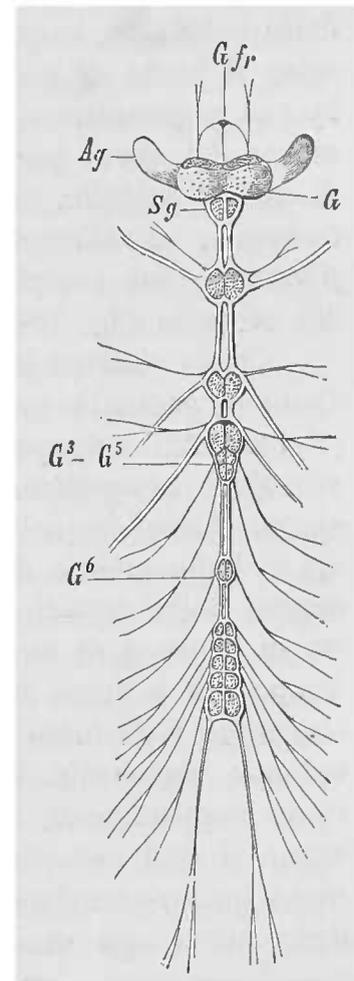


Fig. 97. — Sistema nervoso dell'insetto perfetto (*Coccinella*) secondo Ed. Brandt. *Ag* Ganglio oculare, le altre lettere come nella fig. 96.

a speciali cellule ectodermali irritabili, che già ricordano, per la loro speciale costituzione, cellule sensorie, e alcune delle quali, coll'approfondirsi dei loro elementi, divengono cellule gangliari, così il modo di comportarsi delle terminazioni nervose dimostra questa relazione originale appena cangiata. Anche qui troviamo l'epitelio sensibile (neuro-

epitelio) e le cellule gangliari a lui unite. Le sensazioni speciali si saranno senza dubbio sviluppate nell'organismo animale dalla sensazione generale, quando i nervi sensibili in rapporto con terminazioni speciali avranno dato luogo a varie forme di sensazione.

Ma noi non possiamo confrontare le sensazioni degli

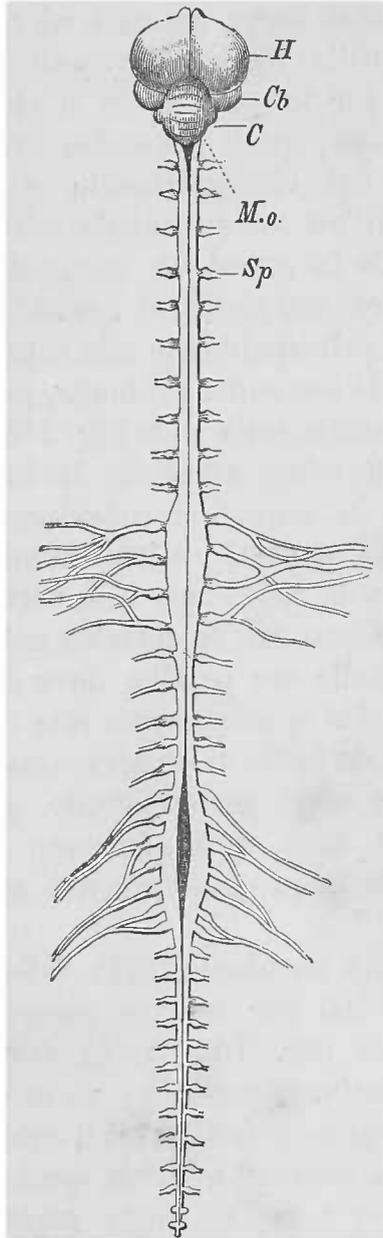


Fig. 98. — Cervello e midollo spinale di un piccione. *H* Cervello, *Cb* Eminenze, *C* Cervelletto, *Mo* Midollo allungato, *Sp* Nervi spinali.

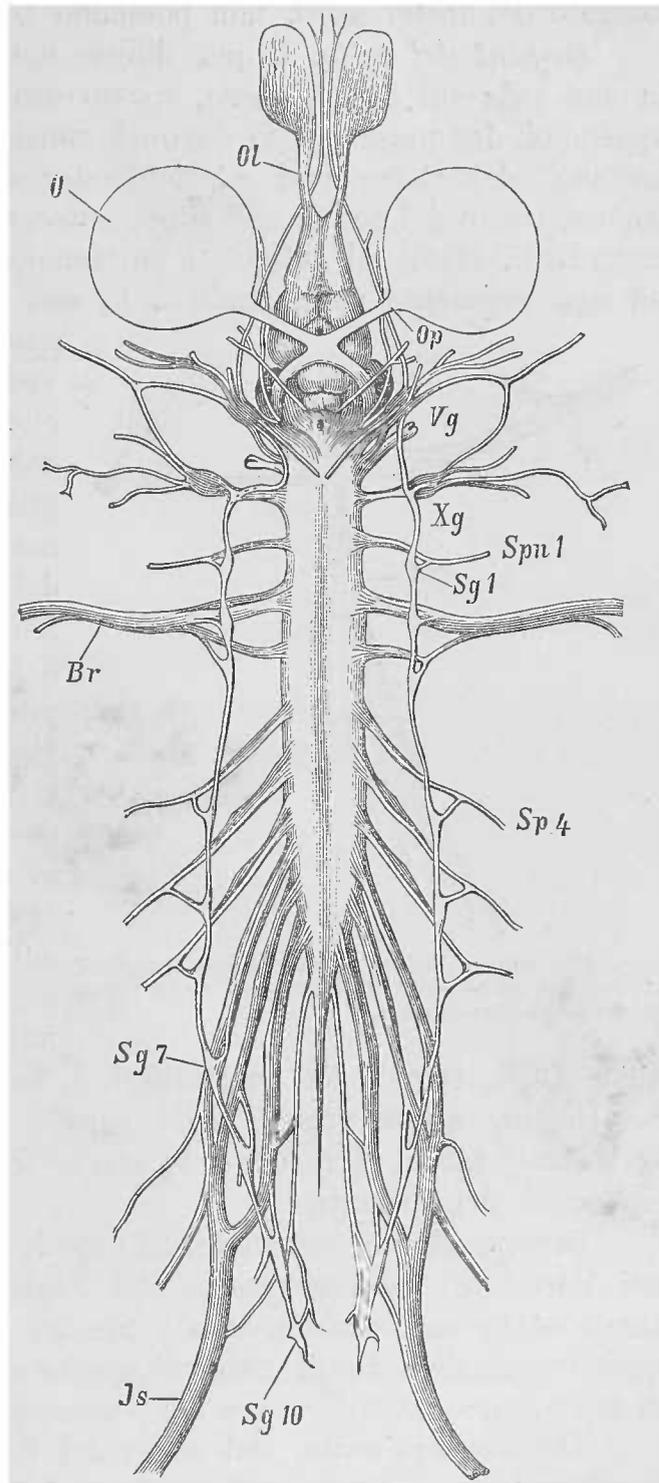


Fig. 99. — Sistema nervoso di una rana secondo Ecker. *Ol* Olfattorio, *O* Occhio, *Op* Nervo ottico, *Vg* Ganglio del Gasser, *Xg* Ganglio del vago, *Spn 1* Primo nervo spinale, *Br* Nervo brachiale, da *Sg 1* a *Sg 10* i dieci gangli del cordone limitante del simpatico, *Js* Ischiatico.

animali con le nostre che ad un grado di sviluppo già molto alto; non possiamo giudicare che dalla misura molto insufficiente delle no-

stre sensazioni quelle degli animali inferiori, ed è certo che nel mondo di questi vi è una quantità di sensazioni che noi, causa la forma unilaterale dei nostri sensi, non possiamo conoscere.

Organi del tatto. Il più diffuso dei sensi è quello del *tatto*. Ha la sua sede sul corpo intero, spesso concentrato in prolungamenti ed appendici. In questo senso devonsi considerare le appendici chiamate tentacoli dei Celenterati ed Echinodermi. Negli animali bilaterali con capo separato dal corpo, essi si presentano quali prolungamenti del capo, contrattili, rigidi od articolati (antenne), e possono, quali *cirri*, trovarsi ad ogni segmento negli anellidi. In essi trovansi nervi speciali ed or-

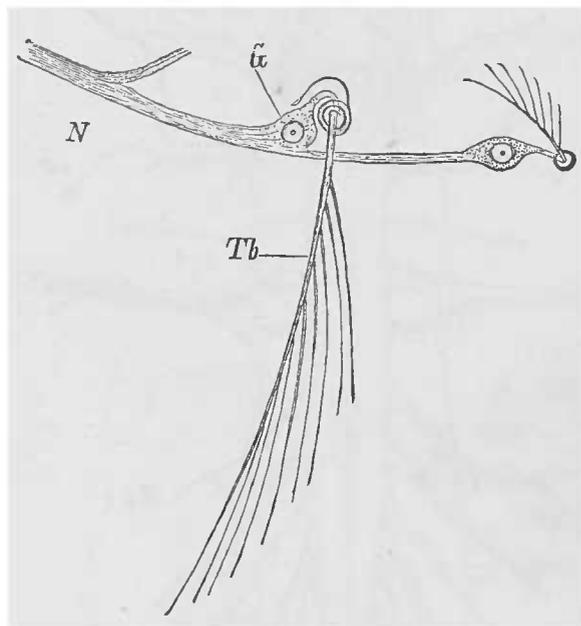


Fig. 100. — Nervo *N* con cellule gangliari *G*, sotto le setole tattili *Tb* dalla cute della larva di *Corethra plumicornis*.

gani tattili. Negli artropodi si vedono per lo più setole o steli che stanno, quali appendici articolari, sul ringonfiamento gangliare di un nervo tattile e comunicano la pressione meccanica dalla loro estremità al nervo. Si trovano principalmente alla superficie delle estremità (antenne, palpi), ma anche sulla cute (fig. 100). Nei Molluschi, Anellidi, Meduse (viventi in acqua) si considerano come tali speciali cellule munite di peli e di appendici. Nei vertebrati passano dall'epidermide nella cute e nelle sue papille, dove già negli Anfibi si ammassano alla ramificazione finale di un nervo (mac-

chie tattili, Rana). Nei mammiferi, e, sebbene meno perfettamente, già nei Rettili, questi organi nelle papille della cute si trasformano in corpuscoli tattili (fig. 101 *a b*) che si trovano in grande quantità alle estremità dei Primati.

Diversi dai corpuscoli tattili sono le papille terminali tanto diffuse nei Vertebrati, ed i corpuscoli del Pacini distinti per le loro pareti astrate ed in cui mettono capo i cilindri assiali (fig. 102 *a, b*). Oltre queste sensazioni tattili generali appare negli animali superiori un modo di sensazione particolare che lor permette di sentire il freddo ed il caldo.

Organi dell'udito. Dal senso del tatto si distingue, quale speciale modificazione di esso, la *percezione del suono* a mezzo degli *organi dell'udito*. Questi, nella loro forma più semplice, si presentano quali vescicole chiuse ripiene di un liquido (endolinfa) e con una o numerose concrezioni calcari (otoliti) ed alle cui pareti terminano le fibrille del nervo con cellule a bastoncino ed in forma di pelo. Talvolta questa vescicola sta in relazione con un ganglio del centro nervoso (Vermi);

tal' altra si trova alla estremità di un nervo più o meno lungo, il nervo acustico (Molluschi, Decapodi). In molti animali viventi nell'acqua la vescicola è aperta, e comunica direttamente con l'ambiente esterno, nel

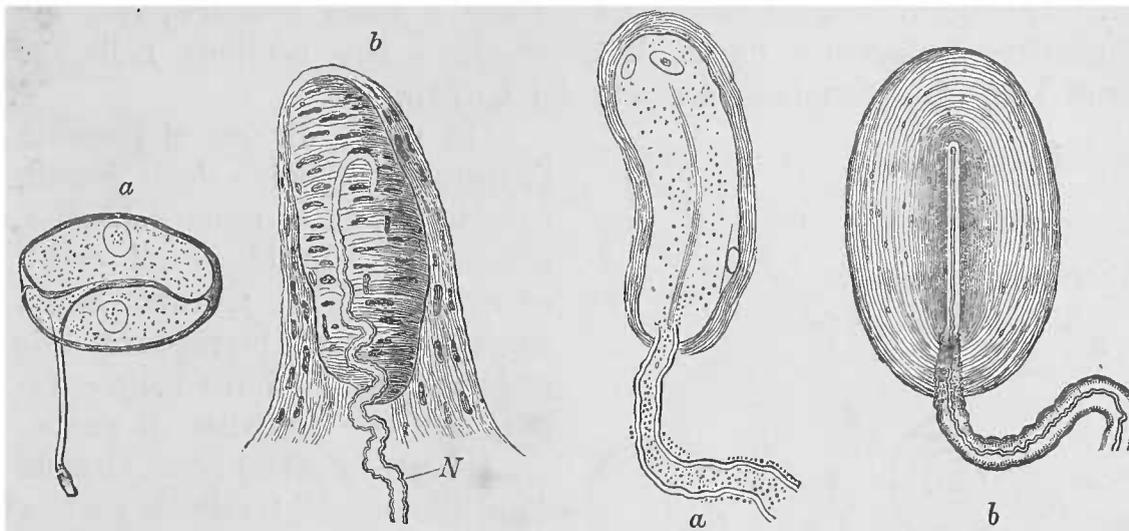


Fig. 101. — *a* Cellula tattile composta della punta del becco dell'anitra, secondo Merkel, *b* Papilla tattile dell'uomo con i corpuscoli tattili e loro nervi (*N*).

Fig. 102. — *a* Clava terminale della congiuntiva del bulbo dell'Elefante secondo W. Krause, *b* Corpi del Pacini del mesenterio di un gatto, secondo Ecker.

qual caso gli otoliti sono rappresentati da piccoli corpi entrati dall'esterno, particolarmente granelli di sabbia (Decapodi). Mentre nei Mol-

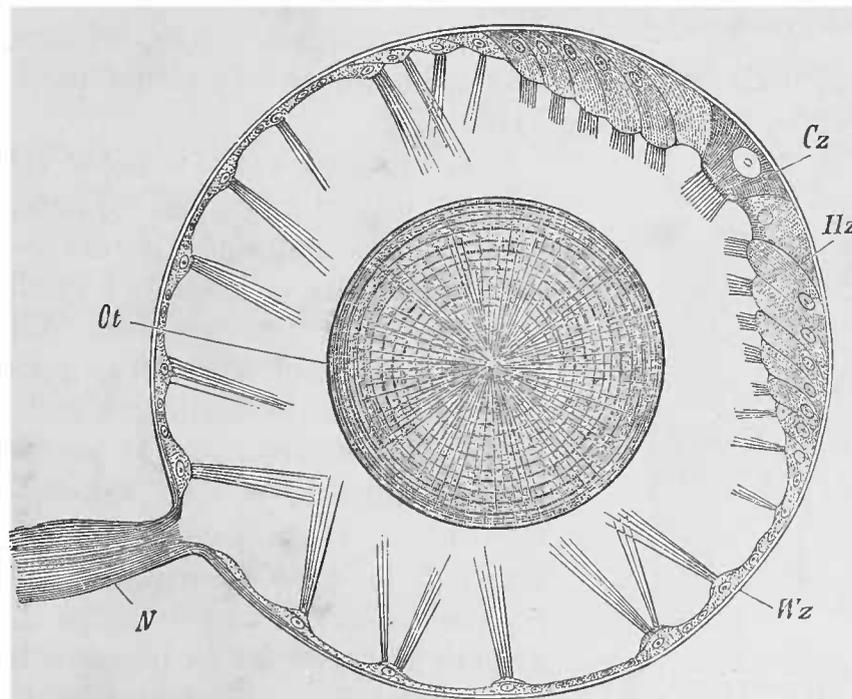


Fig. 103. — Vescicola uditiva di un Eteropodo (*Pterotrachea*). *N* Acustico, *Ot* Otolite in mezzo al liquido che riempie la vescicola, *Wz*, Cellule ciliate sulla parete interna, *Hz* Cellule uditive, *Cz* Cellule centrali.

luschi un delicato epitelio indica nell'interno della vescicola il punto sensibile (macula acustica), nei crostacei le fibre nel nervo acustico terminano con dei peli e dei bastoncini, che, come i peli olfattivi delle antenne, ricevono l'eccitazione nervosa. Anche nelle Meduse (vescicolate) si trovano vescicole uditive quali forme speciali

dei cosiddetti corpi marginali, spesso non chiuse o rappresentate da un zaffo.

Nei vertebrati non soltanto la vescicola uditiva acquista una forma

più complicata (labirinto membranoso); ma vi troviamo anche disposizioni per condurre il suono e rinforzarlo (fig. 104). Nel labirinto membranoso la vescicola si differenzia nell'utricolo e nel sacco, quello con i tre canali semicircolari, questo con il dutto cocleare, che nei mammiferi è piegato a forma di conchiglia e che contiene nelle sue pareti l'apparato terminale (organo del Corti).

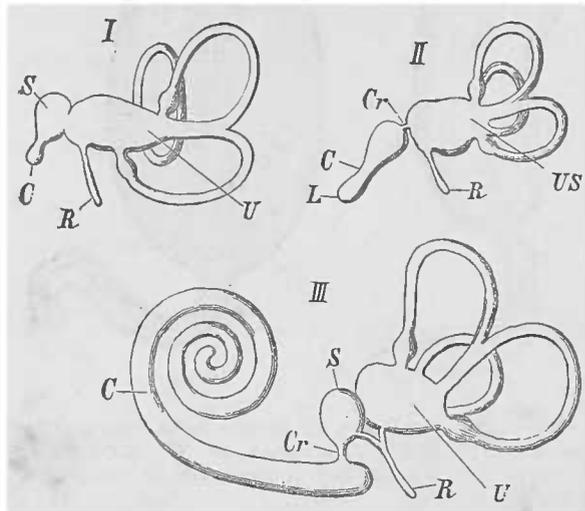


Fig. 104. — Schema del labirinto dell'orecchio di un pesce (I); di un uccello (II); di un mammifero (III) da Waldeyer. U Utricolo con tre canali semicircolari, S Sacculo, US Alveo comune (otricolo e sacco), C Coclea, Cr Canale riuniente, L Lagena, R Acquedotto del vestibolo.

assai ridotto, trovasi nella stessa regione nelle formiche e alcuni pseudoneurotteri (*Isopteria*, *Termes*, fig. 105).

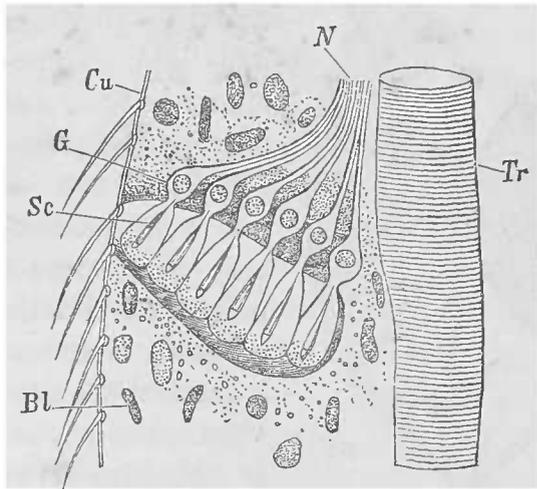


Fig. 105. — Organi di senso di un *Anisopteryx* (gamba) da Graber. Tr Tronco tracheale, N Nervo di senso, G Cellule gangliari, Sc Rigonfiamenti terminali con bastoncino, Cu Cuticola, Bl Cellule sanguigne.

In modo diverso si presenta l'apparato timpanico degli insetti, considerato come organo dell'udito, mancando il liquido e gli otoliti ed ove invece si trovano cavità timpaniche per permettere alle onde sonore d'influire sulle estremità nervose provviste di punte.

Presso la cavità aerea formata da una vescicola tracheale sta una sottile membrana che forse è fatta vibrare come la pelle di un tamburo. Negli Acridi l'organo timpanico trovasi lateralmente sul metatorace, nelle locuste e nei grilli sulle gambe del paio anteriore, e un organo simile, sebbene

Gli organi visivi o occhi, (1) sono, in un con gli organi del tatto, gli organi di senso più generalizzati, e si trovano in tutti i gradi possibili di perfezionamento. Nei casi più semplici, essi forse permettono appena la distinzione della luce dalle tenebre, ossia la percezione luminosa, e sono sensibili solo per i raggi calorifici. Costano di un protoplasma sensibile o di sostanza nervosa e anche di granuli di pigmento in essa posti, e in tal caso, si chiamano *macchie oculari*. Il pigmento è necessario per la sensazione della luce, però

può mancare in alcuni occhi anche assai complessi. D'altra parte l'idea

(1) Cfr. R. Leuckart, Organologie des Auges - Graefe e Sämisch, Handbuch der Ophthalmologie, Vol. II.

che il pigmento sia per sè stesso sensibile alla luce, cioè che sotto l'influenza delle radiazioni luminose si alteri chimicamente, e che per mezzo di queste vibrazioni si trasmetta un eccitamento al protoplasma o alla sostanza nervosa circostante, per quanto suscettibile di confu-tazione, non è puramente ipotetica, per la percezione della luce in con-trapposizione con le modificazioni prodotte dai raggi calorifici.

Importantissima è in tal caso la speciale proprietà delle termina-zioni nervose, per mezzo delle quali alcuni movimenti ondulatorii re-golari (vibrazioni eteree), trasmessi ai filamenti nervosi, diventano un eccitamento che passa poi all'organo centrale, e suscita in esso la percezione della luce. In tutti gli animali inferiori in cui non furono trovate terminazioni nervose specifiche, si tratta probabilmente di stadii primordiali dell'occhio, costituito da nervi cutanei pigmentati, e sensibili forse alle sole impressioni calorifiche.

Quantunque la sensazione della luce si produca nei centri nervosi, tuttavia i coni ed i bastoncini della retina sono gli elementi che tra-sformano l'impressione esterna delle onde dell'etere in una eccitazione adeguata che le fibre del nervo ottico trasmettono sotto forma di im-pressione luminosa.

La percezione di una immagine esige degli apparecchi di rifrazione situati davanti all'espansione terminale (retina) del nervo ottico; ed esige pure che gli elementi di questo siano sufficientemente isolati affinchè l'eccitazione che agisce su essi possa trasmettersi integralmente ai centri nervosi (1). La sensazione generale della luce è data da una somma di sensazioni particolari corrispondenti alle diverse parti della sorgente luminosa e che danno luogo col loro insieme a una immagine. La rifrazione della luce è prodotta prima da una porzione del tegu-mento ricurva e ispessita, spesso in forma di lente (*cornea, corneula*), attraverso cui i raggi luminosi penetrano nell'occhio, poi per mezzo d'altri organi situati dietro la cornea (*corpo vitreo, cristallino, cono cri-stallino*). I raggi luminosi, rifratti nel loro passaggio attraverso questi mezzi rifrangenti, si riuniscono sulla retina, costituita dalle termina-zioni delle fibre nervose, coni e bastoncini, unite generalmente a for-mazioni gangliari più o meno complicate.

Il pigmento oculare serve ad assorbire i raggi luminosi inutili o che potrebbero nuocere alla nettezza dell'immagine; si trova in parte

(1) In questi ultimi tempi (fondandosi sulla scoperta della porpora retinica nella re-gione esterna dei bastoncini, si è voluto attribuire il meccanismo della percezione luminosa a una reazione fotochimica della retina. Il fatto che il pigmento diffuso dello strato dei ba-stoncini sotto l'azione della luce impallidisce, è molto interessante, ma prova tanto meno la partecipazione diretta della porpora retinica al meccanismo della visione, in quanto che manca nelle regioni dell'occhio dove si produce una immagine netta, nella *macula lutea*, come nella parte esterna dei coni. Oltre alle osservazioni antiche di K r o h n, H. M ü l l e r, M. S c h u l t z e, vedi Boll *Sitzungsberichte der Akad.* Berlino 1876 e 1877, e le memorie di E w a l d e di K ü h n e.

intorno alla retina, dove forma la *corioidea*, in parte davanti al cristallino, dove costituisce l'*iride*, velo verticale, con un foro centrale, la *pupilla*, suscettibile di allargarsi e restringersi. Negli animali superiori, l'occhio intero è circondato da una membrana resistente di tessuto connessivo, la *sclerotica*, e forma allora un globo perfettamente delimitato.

Le disposizioni che permettono ai punti luminosi di un oggetto di agire sui punti corrispondenti del nervo ottico e, quindi, permettono la percezione di un'immagine, sono molto diverse e intimamente legate alla struttura generale dell'occhio. Astrazione fatta dagli occhi più semplici, come si riscontrano nei vermi e nei crostacei inferiori, si possono riconoscere due forme principali di occhi.

1.° La prima forma è rappresentata dagli occhi composti (*occhi faccettati*) degli artropodi (crostacei e insetti) e non permetterebbe se non ciò che si chiama la visione a mosaico (Johan Müller, fig. 107 e 108). Si tratta in questo caso di bastoncini nervosi (retinule) grandi e complicati, che formano nell'interno dell'occhio una retina emisferica a convessità esterna.

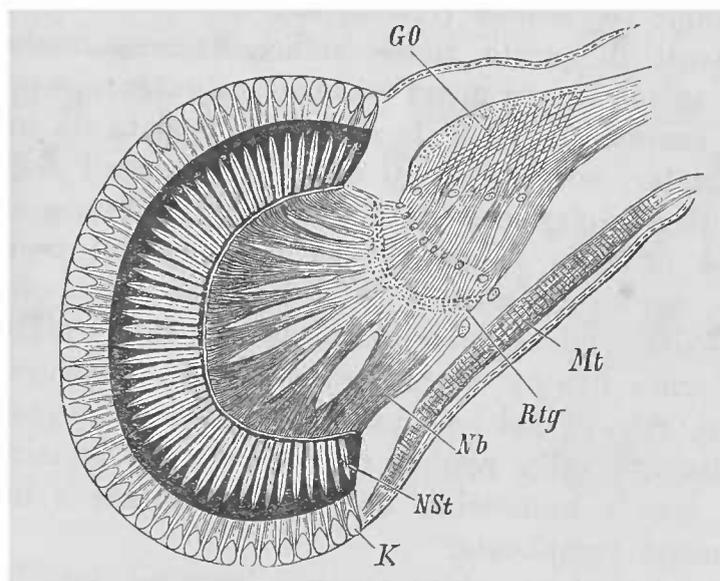


Fig. 106. — Occhio del *Branchipus*, *Mt* Muscoli dell'occhio, *GO* Ganglio ottico, *Rtg* Ganglio retinico, *Nb* Fasci nervosi, *NSt* Bastoncini nervosi, *K* Cono cristallino.

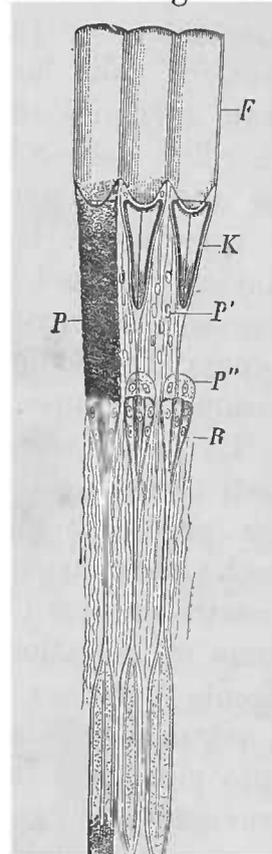


Fig. 107. — Tre corneole con le loro retinule prese nell'occhio di una melolonta; in due di esse il pigmento è sciolto (da Grenacher). *F* Corneola, *K* Cono cristallino, *P* Guaina del pigmento, *P'* Cellule pigmentali principali, *P''* Cellule pigmentali di second'ordine, *R* Retinule.

Davanti ad ogni retinula, formata generalmente da cinque o da sette cellule terminali e nel cui asse si trova il *rabdoma* cuticolare, è situato un cristallino conico, il *cono* cristallino, e dinanzi ad esso, una faccetta lenticolare della cuticola la cui presenza ha dato all'occhio il suo nome di *occhio faccettato* (1). Del resto le faccette possono man-

(1) Vedi J. Müller. *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes* Leipzig, 1826. H. Grenacher, *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden*. Goettingen, 1879. G. V. Ciaccio. *Della minuta fabbrica degli occhi dei Ditteri*. Bologna 1885.

care e la cuticula forma allora uno strato regolare trasparente che ricopre l'occhio anteriormente. Nel caso più semplice il pigmento, che isola le immagini di ogni retinula, si dispone alla periferia delle cellule nervose (*Branchipus*); ma in generale è prodotto nelle cellule speciali che circondano in punti determinati i coni cristallini e i bastoncini nervosi. Sul fondo dell'occhio le cellule a bastoncini delle retinule si continuano con lo strato dei fasci nervosi della retina, che oltre a questi contiene ancora uno strato di cellule nervose e uno strato di fibre nervose molto fine (fig. 106. *Rtg*).

L'occhio è circondato da un involuppo di chitina che protegge le parti molli, si continua con la guaina del nervo ottico e si estende fino alla cornea. Quello che si chiama nervo ottico corrisponde in realtà per una buona parte alla retina che contiene uno strato di cellule nervose e uno strato di fibre nervose. Dietro ad ogni faccetta della cornea, si forma, lungi dalla parte eccitabile nel bastoncino nervoso, una immagine rimpicciolita e rovesciata (Gottsche), ma solo i raggi che seguono l'asse sono percepiti, poichè tutti gli altri raggi sono assorbiti dal pigmento. Ne viene che la retina riceve un'immagine totale a mosaico, risultante dalla riunione di ciascuno di questi fasci di raggi, immagine diritta, ma poco rischiarata e netta.

La seconda forma, molto diffusa (occhio semplice, *Anelidi*, *Insetti*, *Aracnidi*, *Mol-*

luschi, *Vertebrati*) corrisponde a una camera scura munita, nella sua parte anteriore dove cadono i raggi luminosi, d'una lente convergente (*cornea*, *cristallino*) e spesso di mezzi diottrici (corpo vitreo), che occupano la cavità dell'occhio. L'immagine che si forma sulla retina è rovesciata.

L'ocello o stimma degli insetti, degli aracnidi, degli scorpioni, non è che un punto del tegumento leggermente modificato e sotto a cui si applica la terminazione del nervo ottico (fig. 108). Il rivestimento cuticolare forma un ispessimento lenticolare che si sprofonda nello strato sottostante delle cellule trasparenti e molto allungate dell'ipoderma; al di sotto le cellule nervose allungate in bastoncini, in cui si distingue una regione cuticolare rifrangente, si riuniscono per formare una retina globulare. Le cellule ipodermiche disposte all'ingiro del margine della cute sono piene di pigmento e costituiscono l'iride: attraverso

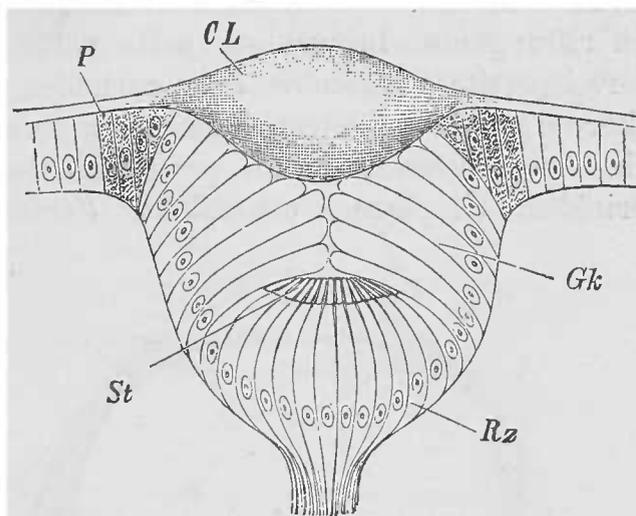


Fig. 108. — Sezione d'un oculo della larva d'una *Melolontha*, in parte da Grenacher. *CL* Cornea, *Gk* Cellule ipodermiche sottogiacenti, corpo vitreo degli autori, con la sua zona periferica di pigmento *P*: *Rz* Cellule della retina, *St* Bastoncini cuticolari delle cellule della retina.

l'orificio da esse limitato passano i raggi luminosi che vanno ad impressionare la parte terminale delle cellule della retina.

Nelle forme altamente sviluppate di questo tipo di occhio, e specialmente nei vertebrati, l'estremità del nervo ottico s'espande come una membrana nervosa caliciforme (*retina*) sulla parete posteriore del bulbo oculare, ripieno di un mezzo rifrangente, ed è circondata da una membrana pigmentale vascolarizzata, la *corioidea*. Questa, alla sua volta, è racchiusa in una teca di tessuto connessivo fibroso, la *sclerotica*; questa anteriormente si trasforma in una pellicola sottile e trasparente, la *cornea*, che dà accesso alla luce. Dei mezzi rifrangenti che stanno dietro la cornea e riempiono l'occhio, cioè l'*umore acqueo*, il *corpo vitreo* e la *lente* (o cristallino), la lente è la più rifrangente. Innicchiata nella parte anteriore ispessita e muscolosa della corioidea (corpo ciliare e processo ciliare), è ricoperta in avanti, alla sua periferia, da un prolugamento della corioidea, circolare e contrattile, l'*iride*, che

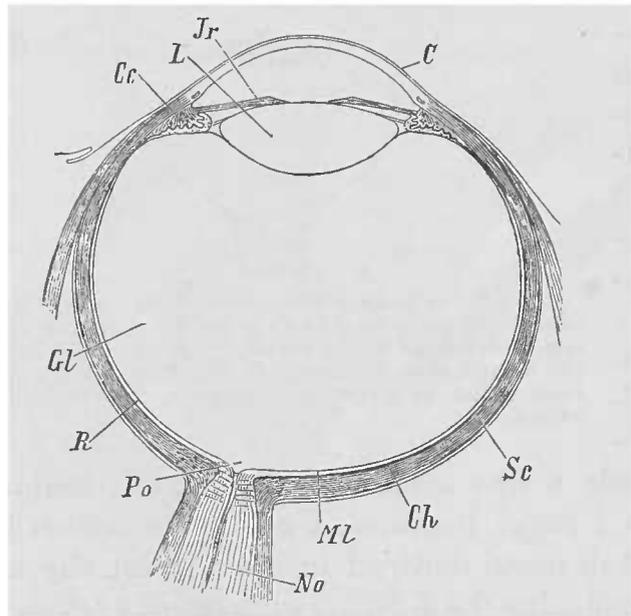


Fig. 109. — Sezione del bulbo oculare dell'uomo (da Arlt)
C Cornea, L Cristallino, Jr Iride e pupilla, Cc Corpo ciliare, Gl Corpo vitreo, R Retina, Sc Sclerotica, Ch Corioidea, ML Macula lutea, Po Papilla ottica, No Nervo ottico

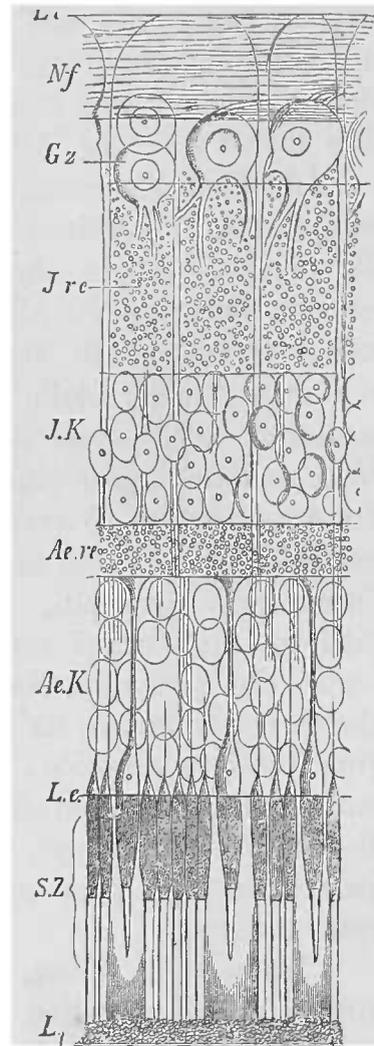


Fig. 110. — Schema della retina (da M. Schultze, con modificazioni di Schwabe). Li, Limitans interna, Nf, Fibre nervose, Gz, Cellule gangliari, Jr, Strato interno reticolare, J.K., Strato interno granuloso, Ae.re, Strato esterno reticolare, Ae.K., Strato esterno granuloso, L.e., Limitans externa, S.Z., Strato dei bastoncini, Lp, Lamina pigmentale.

funziona come diaframma per la luce incidente, con un'apertura che può allargarsi e restringersi (*pupilla*) (fig. 109). La retina ha una struttura complicatissima, e una regolare stratificazione, essenzialmente eguale in tutti i vertebrati (fig. 110). Lo strato interno contiguo al corpo vitreo e alle sue membrane (*limitans interna*) consta di fibre nervose, in cui si suddivide il nervo ottico, poi viene lo strato delle cellule gangliari, lo

strato reticolare interno, lo strato delle granulazioni interno, lo strato granulare esterno, lo strato reticolare esterno, e finalmente, separate da queste per mezzo della membrana limitante esterna, lo strato dei coni e dei bastoncini che sono diretti all'infuori (coll'epitelio pigmentale, *lamina pigmenti*). L'immagine *capovolta* che si forma sul fondo dell'occhio dei vertebrati (sulla retina) è nitida e lucentissima.

È notevole la somiglianza tra l'occhio dei cefalopodi e quello dei vertebrati. In quello però lo strato dei bastoncini è disposto inversamente, essendo rivolto verso l'interno del corpo vitreo. Una semplificazione di questo tipo presenta l'occhio del *Nautilus* in cui manca il cristallino e la luce entra per una stretta apertura. L'immagine che si forma sulla retina è perciò anch'essa *capovolta*, ma poco rischiarata.

Se l'occhio deve servire a raccogliere impressioni luminose a distanze differenti e in direzioni diverse, gli è necessario un apparecchio motore e un meccanismo d'accomodazione particolare che possa cambiare i rapporti dei mezzi rifrangenti con la retina. L'apparecchio motore è rappresentato da muscoli che fanno muovere il bulbo oculare e modificano la direzione del raggio visuale secondo la volontà dell'animale. In molti occhi a faccette (decapodi) l'occhio è portato da un peduncolo mobile. Infine l'occhio dei vertebrati può presentare organi accessori destinati a proteggerlo all'esterno (palpebre, glandole lagrimali).

Gli organi già chiamati occhi accessori dei pesci e degli schizopodi (*Euphausia*) furono considerati come organi luminosi che sembrano avere grande importanza per la vita nelle profondità marine.

La posizione e il numero degli occhi variano straordinariamente soprattutto negli animali inferiori. Negli animali superiori essi trovansi generalmente sul capo simmetricamente disposti; però possono trovarsi anche sulle pareti periferiche del corpo, per esempio sul margine del mantello nel *Pecten* e nello *Spondylus* e sui tentacoli di alcuni molluschi e anellidi. Nei raggiati gli occhi si ripetono, alla periferia del corpo, secondo il numero dei raggi. Nelle asterie stanno all'estremità del solco ambulacrale all'apice d'ogni braccio, negli acalefi stanno come corpi marginali sul lembo del disco.

Molti animali possono anche distinguere i varii colori. I dafnidi hanno una tale predilezione per la zona giallo-verde dello spettro, che vi si portano in massa. Le api preferiscono l'azzurro, le formiche il rosso, e percepiscono, come molti altri animali, anche i raggi ultravioletti che sono insensibili per noi. Inoltre parecchi animali hanno predilezione per certi determinati gradi di intensità della luce (1).

Il senso dell'odorato pare più comune. Con esso l'animale perce-

(1) J. Lubbock *Ants, Bees and Wasps*, A record of observations of the social Hymenoptera. London, 1882. Trad. in ted. Leipzig, 1883. Trad. franc. Paris, 1883. V. Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere. Prag, 1884.

pisce la qualità delle sostanze gaseose, ossia il loro *odore*. In molti animali acquatici questo senso non si distingue nettamente dal gusto. Gli organi dell'olfatto, sotto la loro forma più semplice, sono fossette tappezzate da un epitelio formato da cellule di senso ciliate o munite di un nervo speciale (Meduse, Eteropodi, Cefalopodi). È anche probabile che certe cellule isolate ciliate possano venire impressionate dalle sostanze odorose (Lamellibranchi). Negli Artropodi si considerano come organi analoghi alle appendici cuticolari delle antenne in rapporto con nervi che presentano rigonfiamenti gangliari. I Vertebrati presentano per lo più una doppia fossetta o una doppia cavità scavata nella faccia (*cavità nasali*), sulle pareti della quale termina il *nervo olfattorio*. I gruppi più elevati di questo tipo si distinguono per lo stabilirsi di una comunicazione tra questa cavità e la faringe e anche per lo sviluppo della mucosa nasale, molte volte ripiegata e sostenuta da lamelle ossee (turbinati), su cui si distribuiscono (ma solo in una regione limitata) tra le cellule epiteliali, le estremità delle fibre nervose, sotto forma di cellule sottili e delicate sormontate da un bastoncino o da ciglia (*cellule olfattorie*, fig. 51).

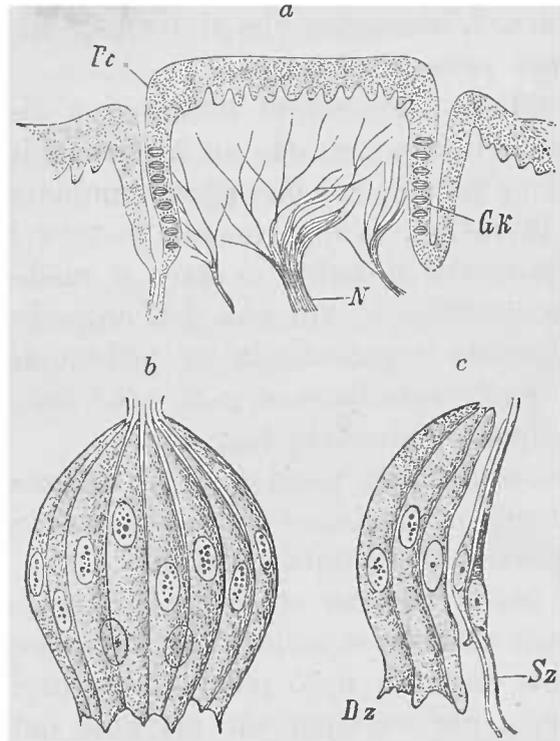


Fig. 111. — Sezione d'una papilla circonvallata di vitello, da Th. W. Engelmann *N* Nervo entrante, *GK* Bottoni gustativi nella parete laterale della papilla *Pc*. *b* Bottone gustativo isolato dell'organo gustativo laterale del coniglio, *c* Cellule di sostegno e di copertura isolate, *Dz*, e cellule sensorie *Sz* dello stesso.

allo sviluppo di uno speciale *nervo gustativo* (*glossofaringeo*), che nell'uomo si espande alla punta, al margine e alla radice della lingua, nonchè al palato molle (in parte), e li rende atti alla percezione dei sapori. Come parti percipienti, si notano le cellule filiformi centrali degli organi caliciformi (bottoni gustativi) posti in speciali papille (*papillae circumvallatae*) (fig. 111, *a*, *b*, *c*). Negli anfibi e rettili, esse sono limitate alla cavità boccale, nei pesci si trovano anche sulle labbra, bargigli e tasche delle squame. Il gusto si collega generalmente con la sensazione tattile e termica della cavità della bocca, come con le impressioni olfattorie. Presso i molluschi queste sensazioni hanno sede nell'epitelio sensorio specifico posto all'entrata della cavità boccale, presso gli insetti

sulle pareti della quale termina il *nervo olfattorio*. I gruppi più elevati di questo tipo si distinguono per lo stabilirsi di una comunicazione tra questa cavità e la faringe e anche per lo sviluppo della mucosa nasale, molte volte ripiegata e sostenuta da lamelle ossee (turbinati), su cui si distribuiscono (ma solo in una regione limitata) tra le cellule epiteliali, le estremità delle fibre nervose, sotto forma di cellule sottili e delicate sormontate da un bastoncino o da ciglia (*cellule olfattorie*, fig. 51).

Una speciale sensazione della cavità boccale e faringea è il *gusto*, che, secondo quanto si vede negli organismi superiori, serve a saggiare le sostanze poste in forma liquida, e diventa così un senso speciale. È riscontrato con sicurezza solo nei vertebrati, ed è collegato

nelle setole cuticolari con filamento nervoso poste sulle mascelle e sulla lingua, che in parte (ape) furono scorrettamente credute organi dell'olfatto.

Gli organi del gusto e dell'odorato sono ancora molto meno distinti l'un dall'altro negli animali inferiori; esiste in essi un senso generale destinato ad apprezzare le proprietà del mezzo ambiente.

Notissime sono le terminazioni nervose sparse nei canali laterali (la così detta linea laterale) dei pesci, che si trovano anche negli urodeli (larve delle salamandre) come processi liberi della pelle, e si distinguono dai bottoni gustativi, specialmente perchè le loro cellule centrali non sono filiformi, ma coniche. Consimili organi trovansi anche nella pelle degli irudinei e dei chetopodi, e come i suddetti furono considerati come organi di un 6.^o senso, che percepisce le sensazioni derivanti dalle proprietà dell'acqua.

I nervi centrifughi presentano anche terminazioni speciali per le quali l'eccitazione nervosa è trasmessa agli organi periferici. Fra questi le terminazioni dei nervi nei muscoli striati sono le più anticamente conosciute. Furono scoperte da Doyère nei tardigradi. In generale il nervo s'allarga, forma un'eminenza che racchiude, intorno al *cylinder axis*, una massa granulosa cosparsa di nuclei, o si termina, ramificandosi, con una piastra motrice (fig. 112).

A queste piastre motrici si riferiscono intimamente le terminazioni nervose negli organi elettrici che sono muscoli trasformati (Babuchin) (1). Soltanto un piccolo numero di pesci possiede organi elettrici capaci di funzionare e di emettere scariche; bisogna citare in prima linea il *Gymnotus electricus* dell'Orenoco (fig. 113, *a* e *b*), poi la *Torpedo marmorata* del Mediterraneo di forza elettrica meno potente, e il *Malapterurus electricus* d'Africa (fig. 113, *c*). Si sono anche scoperti organi simili, ma la cui produzione di elettricità è insignificante (nei *Mormyrus*, *Gymnarcus*, e nella coda delle Razze) che a torto furono chiamati organi pseudoelettrici.

La posizione degli organi elettrici è molto variabile; così nella

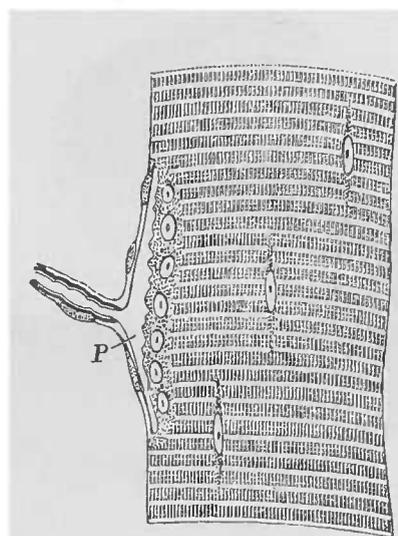


Fig. 111. — Fascio muscolare primitivo della *Lacerta* con terminazione nervosa. P Piastra nervosa terminale (Da Kühne).

(1) F. Pacini. Sulla struttura intima dell'organo elettrico del Gimnoto e di altri pesci elettrici, in *Arch. des sciences physiques et naturelles*. 1853. Max Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe. Halle 1858 e 1859. Babuchin, Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudo-elektrischen Organe. *Archiv. für Anat. und Physiol.*, 1876. Sachs, Untersuchungen am Zitteraal, pubblicato dopo la sua morte da du Bois-Reymond, 1881.

Torpedine sono situati a sinistra e a destra del corpo tra le branchie e il propterigio (fig. 114), nel Gimnoto sono due paia e si estendono alla coda, parallelamente alla colonna vertebrale (fig. 113, *b*) e nel malapteruro occupano una posizione più superficiale tra i muscoli e la pelle.

All'opposto la loro struttura intima è essenzialmente la stessa. Sono tutti divisi da una intelaiatura fibrosa in scompartimenti regolari o alveoli, ora disposti in serie longitudinali o colonne prismatiche, ora disposti alternativamente di fianco e gli uni dietro agli altri (*Malapterurus*). Nel primo caso le colonne sono estese ora orizzontalmente, parallelamente all'asse del corpo (*Gymnotus*), ora verticalmente dalla faccia dorsale alla ventrale (*Torpedo*). L'intelaiatura fibrosa dell'organo serve di so-

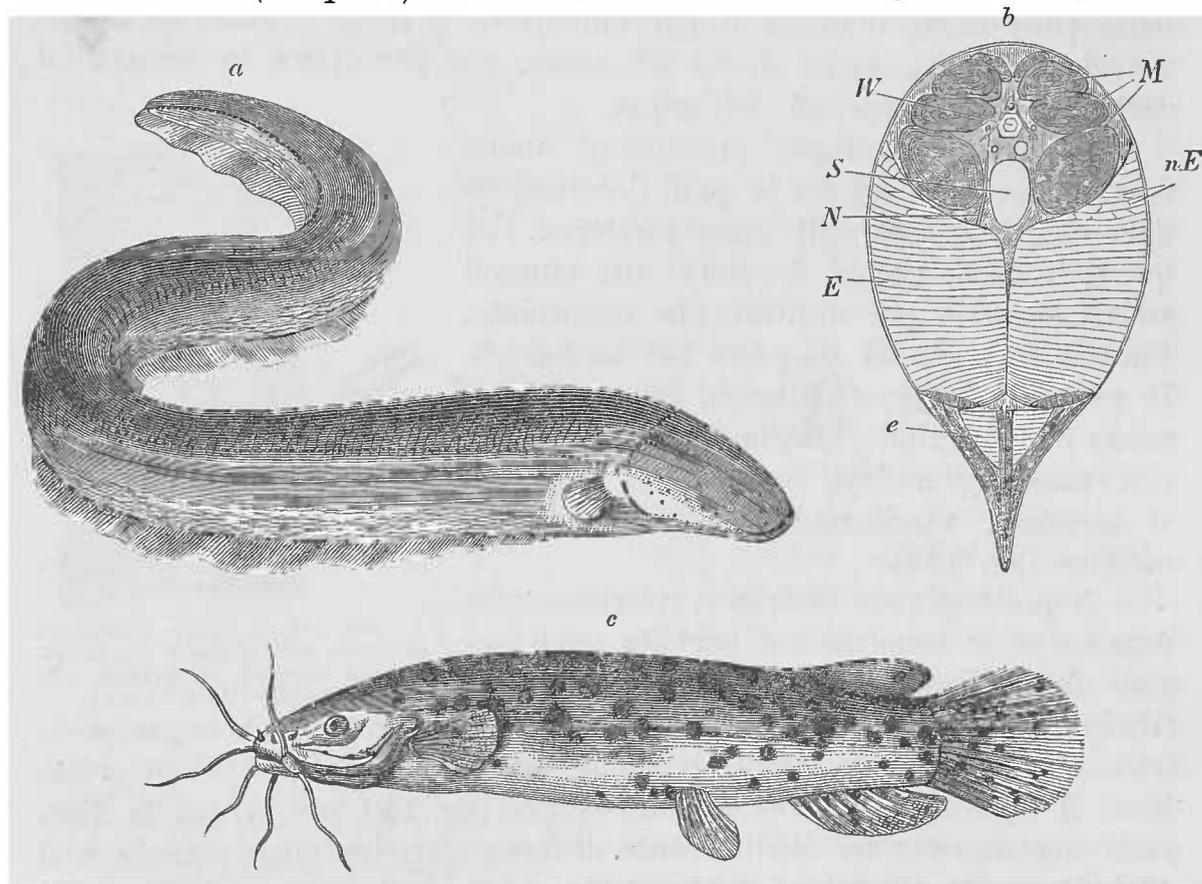


Fig. 113. — *a* *Gymnotus electricus*, da Sachs. *b* Sezione trasversale della coda del *Gymnotus*. *E* Organo elettrico superiore e inferiore, *n.E* Fasci di colonne di Sachs. *M* Muscoli del tronco, *W* Vertebre, *S* Vescica natatoria, *N* Nervo elettrico, *c* *Malapterurus electricus*, da Cuvier e Valenciennes.

stegno ai vasi nutritivi e ai plessi nervosi; la massa di riempimento di ogni scompartimento è formata dalla piastra elettrica e da tessuto gelatinoso, in cui è come sospesa. Questa si potrebbe paragonare al disco di panno umido della pila di Volta, e la lamina elettrica ai dischi di rame e di zinco. Allo stato fresco la lamina elettrica è un disco omogeneo, trasparente, che presenta alla superficie delle protuberanze papillari. La sostanza della lamina contiene, nelle papille, delle cellule stellate, simili a delle cellule ameboidi, ed è divisa (Gimnoto) da una

zona intermediaria (*linea di Pacini*, fig. 115, P) in uno *strato nervoso* anteriore ed uno *strato nervoso* posteriore, che si continua con le papille posteriori su cui terminano i nervi con eminenze affatto simili alle piastre motrici dei muscoli striati (fig. 115 a). L'eccitazione trasmessa dal nervo, sotto l'influenza della volontà, determina nella lamina elettrica la produzione di elettricità, ed in tal modo che la faccia su cui si trovano le terminazioni nervose è sempre elettro-negativa, la faccia

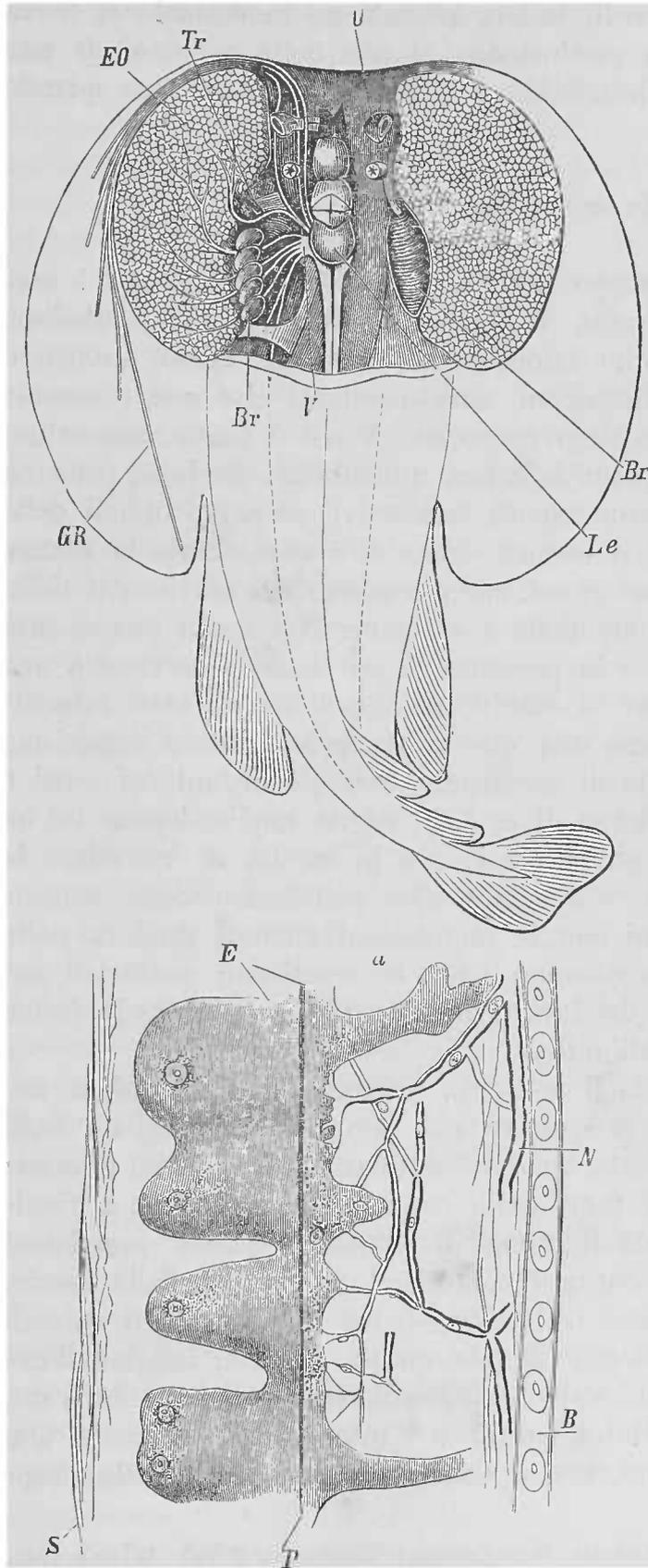


Fig. 1'4. — *Torpedo*, coll'organo elettrico, da Gegenbaur. A destra si vede il lato dorsale dell'organo, a sinistra si vedono i nervi che entrano nell'organo. *Le* Lobo elettrico, *Tr* Nervo trigemino, *V* Nervo vago, *O* Occhi, *Br* Branchie, a sinistra i singoli sacchi branchiali, a destra coperti da uno strato muscolare comune, *GR* Canali gelatinosi della pelie.



Fig. 115. — Sezione longitudinale dell'organo elettrico del *Gymnotus*. a Sezione d'un alveolo, preparato fresco, da Sachs. *S* Setto fibroso trasverso, *N* Suo nervo, *B* Vaso sanguigno, *E* Lamina elettrica con le papille sulle sue due facce, e la terminazione nervosa sulla faccia posteriore, *P* Linea di Pacini. b Sezione d'una serie di alveoli d'una colonna a piccolo ingrandimento (Da Fritsch).

opposta elettro-positiva. Siccome le placche sono tutte orientate allo stesso modo in tutti gli alveoli, la loro eccitazione individuale si trova addizionata e dà luogo alla produzione, ai poli delle colonne, di una quantità considerevole di elettricità, e quindi ad una scarica quando si toccano i due poli.

Istinto e intelligenza (1).

Gli animali superiori hanno non solo coscienza dell'*io* per i sentimenti di benessere e di disagio, di piacere e di dolore, ma possiedono anche la facoltà di riferire alle azioni esercitate dagli agenti esterni e percepite dai sensi, le modificazioni corrispondenti che essi risentono contemporaneamente nel loro stato corporeo. A noi è tanto sconosciuto come l'irritabilità degli organismi inferiori unicellulari conduca, per una serie di gradazioni e di perfezionamenti successivi, ai primi indizii della percettibilità mentale e della coscienza, come ci è sconosciuta la natura e l'essenza di questi fenomeni *fisici*, che dipendono dai movimenti della materia, ma che essi sono impotenti a spiegare. Noi siamo pienamente autorizzati ad ammettere che la presenza di un sistema nervoso è una condizione *sine qua non* per la manifestazione di questi stati interni, i quali si possono paragonare con questo stato del nostro organismo che noi chiamiamo col nome di coscienza. Con gli organi dei sensi e la proprietà inerente a ciascuno di essi di essere impressionato in un modo determinato dagli agenti esterni, con la facoltà di ricordare le impressioni sensitive e di formare delle idee per mezzo della comparazione di queste impressioni con le impressioni mentali prodotte nello stesso tempo, gli animali possiedono tutte le condizioni essenziali necessarie alla manifestazione del lavoro mentale e di quasi tutte le forme delle disposizioni mentali dell'uomo.

Insieme agli atti volontari coscienti, provocati dall'esperienza acquistata e dall'intelligenza, si osserva che per lo più le azioni degli animali, talora assai complicate, sono determinate da impulsioni interne; che esse si producono al di fuori della coscienza e conducono a risultati utili all'organismo. Si dà il nome di *istinti* a queste impulsioni innate che concorrono alla conservazione dell'individuo e della specie, e, ordinariamente, si stabilisce un contrasto tra l'istinto degli animali e la ragione cosciente dell'uomo (2). Ma questa facoltà, lungi dall'essere distinta qualitativamente dall'intelligenza, non è che un derivato, ed è anche facile vedere che l'istinto e l'intelligenza cosciente non possono essere in opposizione, ma al contrario hanno i più intimi rap-

(1) W undt, Vorlesungen über die Menschen-und Thierseele. 2 Vol. Leipzig 1863. id. Grundzüge der physiologische Psychologie. Leipzig, 1887.

(2) H. S. Reimarus, Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere. Hamburg, 1773. P. Flourens, De l'instinct et de l'intelligence des animaux. Paris, 1851.

porti che non permettono di stabilire fra loro alcuna marcata distinzione. Infatti, quantunque il carattere dell'istinto sia di essere *incosciente* e *innato*, tuttavia accade che certi procedimenti, dovuti in origine a un atto intellettuale, finiscano per compiersi incoscientemente. D'accordo in ciò con la teoria evolutiva che il seguito dei fenomeni naturali rende tanto verosimile, i fenomeni istintivi, poco marcati e semplicissimi al principio, hanno a poco a poco, e mercè l'influenza ristretta dell'intelligenza, rivestito le forme tanto elevate e complicate che osserviamo con stupore in un gran numero di animali superiori (Imenotteri). L'istinto si può dunque con ragione definire: un meccanismo acquistato per eredità, incosciente, che opera, sotto una forma definita, per mezzo di uno stimolante esterno o interno, il quale agisce apparentemente verso un fine determinato in vista della soddisfazione di un bisogno dell'organismo; ma non bisogna dimenticare che le stesse attività intellettuali si fondano su processi meccanici e che esse sono precisamente la condizione necessaria affinché gli istinti si elevino fino alle forme più complesse. L'istinto, sotto la sua forma più semplice, non è che una reazione determinata della materia vivente, consecutiva ad una eccitazione, o, in altri termini, non è che la forma particolare dei movimenti delle molecole causati da un agente esterno.

La tendenza sociale che si osserva si spesso negli animali superiori (1) con società spesso polimorfe e a divisione di lavoro, veri *stati* animali (formiche, vespe, api, termiti) è parte istintiva, parte intellettuale. Come nelle *colonie animali* a individui contigui e materialmente uniti, così anche in queste *società psichiche* l'unione delle attività è indispensabile alla vita sociale. Il vantaggio che si ricava da questa scambievole prestazione di servizi consiste non solo nella più facile nutrizione e difesa e nella conservazione dell'individuo, ma, in prima linea, nella conservazione della società e della specie. Perciò le associazioni più semplici e frequenti, da cui derivano per divisione di lavoro le più complesse e integrate, risultano dalla unione di animali di due sessi d'una medesima specie.

Riproduzione e organi sessuali.

Generazione spontanea. Essendo limitato il tempo della vita di ogni organismo, la formazione di nuovi viventi è indispensabile per la conservazione delle specie animali e vegetali. La formazione di organismi nuovi potrebbe essere spontanea (*generazione spontanea* o *equivoca*), come una volta era ammessa non solo per gli esseri più semplici

(1) Ben diversa, e connessa solo coi fenomeni riproduttivi e d'accrescimento, è l'origine delle colonie di animali inferiori con individualità incomplete e limitate, sebbene il vantaggio che si ottiene, con l'associazione, per la specie sia eguale. Considerinsi le colonie di vorticelle, polipi, sifonofori, briozoi, tunicati.

e più bassi, ma anche per i più complicati ed elevati. Aristotele faceva nascere spontaneamente dal fango le rane e le anguille, e fino a Redi si credeva che i bachi si sviluppavano spontaneamente nella carne putrefatta. Col progresso della scienza il dominio della generazione spontanea andò sempre più restringendosi, e lo si ammetteva solo per gli entozoi e gli infusorii; ma le recenti ricerche hanno quasi completamente tolto dal novero degli *spontanei* anche questi organismi, cosicchè quando si parla di *generazione spontanea*, la si riferisce solo ai più bassi organismi delle infusioni. Però la maggior parte dei naturalisti, fondandosi su numerose esperienze, non ammette la generazione spontanea neppure per questi infimi organismi, (1) e tra i sostenitori della generazione spontanea notiamo solo il Pouchet (2) e pochi altri. A proposito di tal questione occorre però fare una distinzione. Altro è negare che, al giorno d'oggi, alcuno degli organismi da noi conosciuti si produca spontaneamente, altro è negare che, in origine, nelle antiche età della terra, i primi organismi si formassero per processi fisici e chimici. Se l'esperienza ci conduce a negare la realtà attuale dell'archigonia, la logica invece ci condurrebbe ad ammetterla per le origini prime della vita, perchè se prima sulla terra non esistevano organismi, e poi ci si trovano, bisogna pure che in qualche modo si siano formati. Il che però lascia impregiudicata la questione del *modo particolare* di origine, per quanto i progressi della chimica (sintesi chimica) ce lo lascino intravedere.

Alla generazione spontanea si oppone la generazione da parenti o *riproduzione*, che dobbiamo ritenere come la forma più generale e normale di origine degli organismi. In fondo essa non è altro che un accrescimento dell'organismo oltre la sfera della sua individualità, e consiste nella separazione d'una parte del corpo, la quale si sviluppa in un individuo simile al generante. Però le modalità di riproduzione sono assai diverse, e se ne possono distinguere varie forme: *divisione*, *sporificazione*, *gemmazione*, *sessualità* o *digenia* (3).

La *scissione* o *divisione*, che, colla gemmazione e la riproduzione per spore, è chiamata col nome collettivo di *riproduzione asessuale*, o *monogena*, è molto diffusa tra gli animali più semplici, i protozoi, come tra i metazoi inferiori a tessuti ancora poco differenziati, e ciò si capisce poichè è il modo di moltiplicazione delle cellule. Essa si produce a spese di un individuo originariamente unico, per mezzo di uno strozzamento del corpo, che cresce sempre più e finisce per condurre

(1) Pasteur. Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. *Ann. sc. nat.* 1861. Expériences relatives aux générations dites spontanées. *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, tom. 50.

(2) Pouchet. Nouvelles expériences sur la génération spontanée et la résistance vitale, Paris 1864.

(3) Cfr. R. Leuckart. Art. *Zeugung* nel Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.

alla separazione completa in due individui simili la cui vita è la continuazione di quella dell'individuo progenitore. Se la divisione non avviene completamente, si producono colonie di animali che aumentano per il ripetersi dello stesso processo sugli individui più recenti (vorticelline, colonie di polipi). La divisione può aver luogo in direzioni diverse, longitudinalmente, trasversalmente o diagonalmente.

La *gemmazione* si distingue dalla divisione per il precedente accrescimento irregolare di un punto del corpo e per lo sviluppo, quindi, di una parte che si trasforma in un nuovo individuo, l'individuo derivato, che staccandosi più tardi dall'individuo progenitore acquista la sua propria autonomia. Se la gemma formata così non si separa, si forma allora, nello stesso modo che nel caso precedente, una colonia di animali (colonie di polipi). La gemmazione si manifesta ora indifferentemente su tutti i punti della superficie esterna del corpo in modo irregolare o secondo leggi precise (ascidie, colonie di polipi), ora si localizza in un organo determinato, a cui si dà il nome di germigeno (*stolone prolifero delle salpe*). Nella giovane gemma si trovano i diversi foglietti blastodermici dai quali si differenziano poi gli organi.

La *riproduzione per spore* o per cellule germinative è caratterizzata dalla formazione nell'organismo di cellule che si trasformano in individui, sia nell'interno del corpo, come dopo esserne uscite. Questo modo di riproduzione, che è molto diffuso nei vegetali, si verifica soltanto nei protozoi unicellulari (gregarine). Nei metazoi tutti i casi della così detta propagazione per spore (sporocisti dei trematodi) vanno ascritti probabilmente all'ovogenesi e si possono considerare come fenomeni di maturazione precoce e di sviluppo spontaneo di uova (partenogenesi, pedogenesi).

La *riproduzione sessuale* o *digena* consiste essenzialmente nella formazione di due sorta di cellule germinative, la cui fusione è necessaria allo sviluppo di un nuovo organismo. Delle forme di queste cellule germinative l'una contiene i materiali che formeranno il nuovo individuo, l'*ovo cellula* o semplicemente l'*uovo*; l'altra, detta *cellula spermatica*, è l'elemento fecondatore che si fonde col contenuto dell'uovo, e per mezzo di un'azione che ci è in parte sconosciuta, dà l'impulso allo sviluppo. Gli strati di cellule, in cui si formano le uova e lo sperma, costituiscono gli *organi genitali*, e, a seconda che essi producono l'uno o l'altro di questi due elementi sessuali, sono *femminili* (*ovario*) o *maschili* (*testicoli*).

L'origine della riproduzione digena, che esiste in tutti i metazoi, si deve senza dubbio cercare nelle colonie di protozoi e di protofiti da cui sembrano discendere i metazoi. Probabilmente la coniugazione di due cellule in apparenza simili, come si vede nelle alghe coniugate, è la forma iniziale da cui deriva la riproduzione digena, e ovo-cellula e cellula spermatica sono forme di cellule germinative divenute dissimili.

ORGANI SESSUALI.

Nella stessa guisa si può considerare la coniugazione di due infusorii, con questa sola differenza che questi si separano di nuovo. La coniugazione di cellule germinative differenti è molto diffusa nelle piante inferiori, particolarmente nelle colonie dei *Volvocini* (Flagellati). Qui, per esempio nel *Volvox*, alcuni individui cellulari si trasformano in cellule

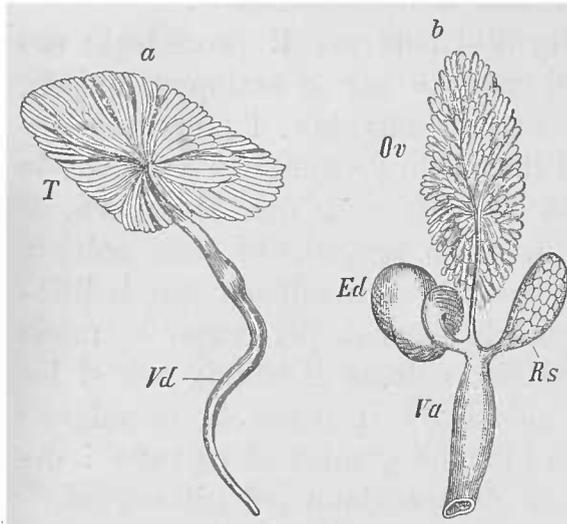


Fig. 116. — *a* Apparecchio genitale maschile di un eteropodo (*Pterotrachea*) (da Leuckart). *T* Testicolo, *Vd* Canale deferente. — *b* Apparecchio genitale femminile della *Pterotrachea* (da Leuckart) *Ov* Ovario, *Ed* Glandola dell'albmina, *Rs* Ricettacolo seminale, *Va* Vagina.

riproduttrici; esse si separano dalle altre cellule, cadono nella cavità interna della sfera e diventano cellule-ovo o, dopo la scissione, ammassi di cellule spermatiche o spermatozoi.

Poi la separazione delle cellule sessuali ha dovuto aver luogo assai presto nei metazoi, quando tutte le altre cellule avevano ancora la stessa conformazione e ha dovuto essere il primo fenomeno di divisione del lavoro che s'è prodotto, durante la filogenia, nella massa cellulare, la quale, quando apparve la riproduzione digena, si dispose a strati.

La conformazione degli organi genitali mostra una assai grande diversità e numerosi gradi di complicazione progressiva. Nel caso più

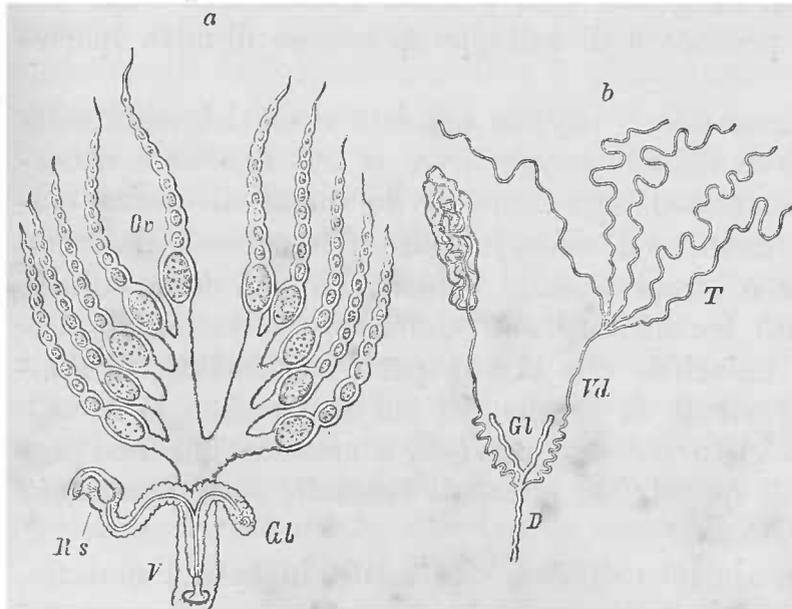


Fig. 117. — *a* Apparecchio genitale femminile di *Pulex*. (da Stein) *Ov* Guaine ovigere, *Rs* Ricettacolo seminale, *V* Vagina, *Gl* Glandola sebacea. — *b* Apparecchio genitale maschile della *Nepa* (da Stein). *T* Testicoli, *Vd* Canali deferenti, *Gl* Glandole annesse, *D* Canale eiaculatore.

semplice essi sono rappresentati da ammassi di cellule sessuali che si manifestano nelle pareti cellulari del corpo (Celerati), ora nell'ectoderma (Meduse idroidi), ora nell'endoderma (Acalefi, Antozoi). Nei policheti marini si trova una disposizione analoga; l'epitelio della cavità viscerale (mesoderma) è quella che produce gli spermatozoi e le uova. Più spesso gli ovarii e i testicoli,

per aumentare l'estensione della superficie produttrice, presen-

tano la forma di glandole munite di canali escretori, ed hanno esclusivamente la funzione di secernere le cellule sessuali (Echinodermi). A queste glandole genitali si aggiungono, negli animali più elevati, degli apparecchi conduttori complicati con ufficio di proteggere gli elementi sessuali e di assicurare il loro incontro, ed inoltre glandole che si sviluppano nelle loro pareti o nelle appendici accessorie (fig. 116 e 117). Insieme agli ovarii compaiono degli *ovidutti*, talora organi che originariamente avevano altre funzioni (organi segmentari) e glandole annesse diverse, destinate a circondare l'ovocellula di vitello (vitello-gene) o di albumina, o a fornirle i materiali necessari alla formazione di un guscio resistente (*corion*). Talvolta questa funzione è compiuta dalla parete dell'ovario (Insetti), di modo che l'uovo, alla sua entrata

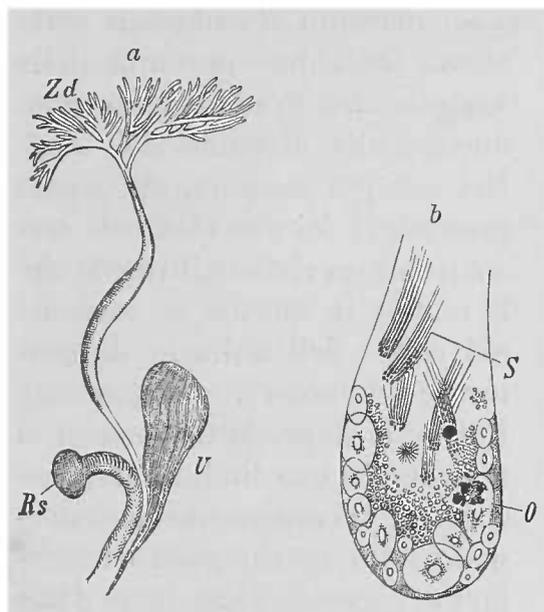


Fig. 118. — Organi riproduttori della *Cymbulia* (Pteropodo) da Gegenbaur, a *Zd* Glandola ermafroditica con dutto comune, *Rs* Ricettacolo del seme, *U* Utero. — b Un acino della glandola ermafroditica della stessa, *O* Uova, *S* Zoospermi.

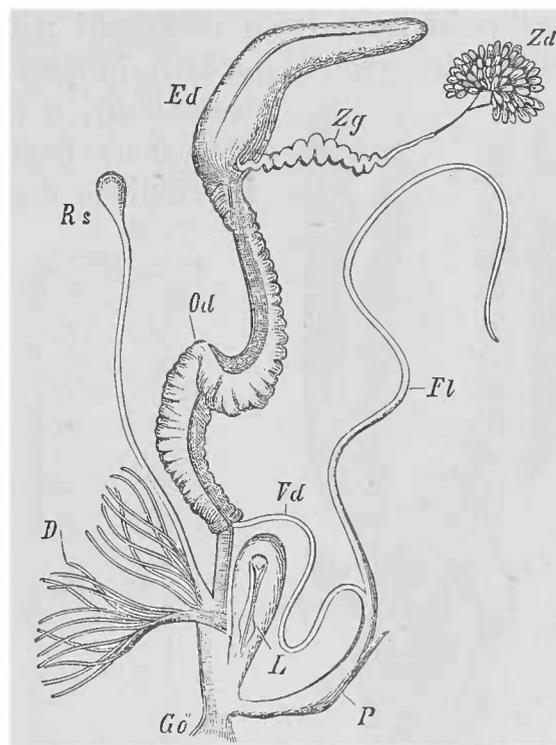


Fig. 119. — Apparecchio sessuale della lumaca comune (*Helix pomatia*), *Zd* Glandola ermafroditica, *Zg* Canale escretore della stessa, *Ed* Glandola dell'albumine, *Od* Ovidutto e doccia seminale, *Vd* Canale deferente, *P* Pene protrattile, *Fl* Flagello, *Rs* Ricettacolo del seme, *L* Dardo e sua tasca, *D* Glandole digitiformi e *Gc* Apertura genitale comune.

nell'ovidutto, è già provvisto del suo vitello secondario come di un guscio solido. I canali escretori hanno allora parecchi uffici e si dividono in più parti. Spesso si allargano in una parte del loro percorso, in modo da formare una *camera incubatrice* o *ovo-larvigera*, *utero*, dove le uova si fermano e si sviluppano, mentre la loro porzione terminale presenta disposizioni speciali destinate a favorire la fecondazione (*ricettacolo seminale*, *vagina*, *tasca copulatrice*, *organi genitali esterni*) (fig. 118). I condotti escretori dei testicoli, o *canali deferenti*, sono spesso dilatati in una parte della loro estensione, in modo da costituire una specie di ricettacolo o di *vescicola seminale*; vi sono pure annesse certe glandole, *prostatiche*, la cui secrezione si

mescola allo sperma e lo circonda di involucri solidi protettori (*spermatofori*). I canali deferenti conducono ad un *canale eiaculatore*, a pareti muscolari potenti, a cui si aggiungono apparecchi copulatori speciali destinati a facilitare l'entrata del liquido fecondatore negli organi femminili (fig. 117).

Ermafroditismo. La forma più semplice e originaria di sessualità è l'ermafroditismo. Uova e spermatozoi sono prodotti da un solo individuo, che riunisce in sé tutte le condizioni necessarie alla conservazione della specie, e da solo la rappresenta. Troviamo l'ermafroditismo in ogni tipo animale, specialmente negli inferiori e negli animali a movimenti lenti (molluschi terrestri o molluschi marini striscianti, opistobranchi, turbellarii, irudinei, oligocheti), in quei parassiti che vivono isolati (cestodi, trematodi), o negli animali sedentarii, privi di locomozione (ostriche, cirripedi, briozoi, tunicati).

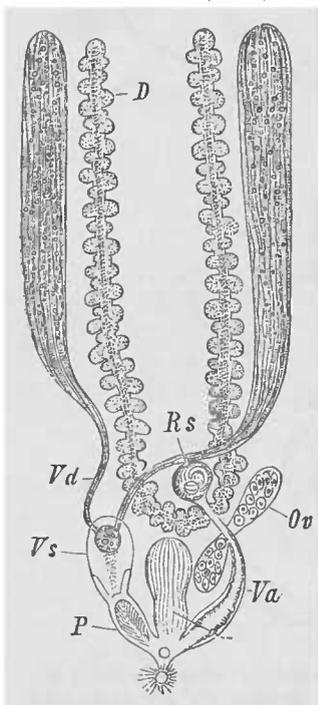


Fig. 120 — Apparecchio sessuale del *Vortex viridis* di M. Schultze, *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Vs* Vescicola spermatica, *P* Pene protrattile, *Ov* Ovario, *Va* Vagina, *U* Utero, *D* Vitellogen, *Rs* Ricettacolo del seme.

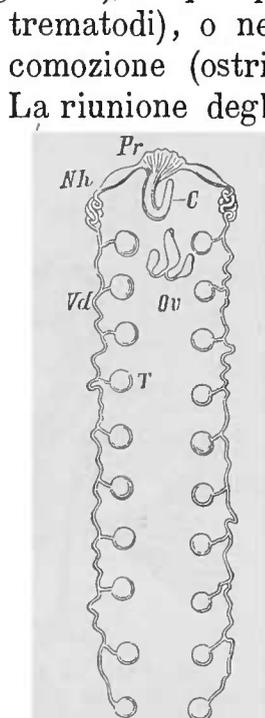


Fig. 121. — Apparecchio sessuale della sanguisuga. *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Nh* Epididimi, *Pr* Prostata, *C* Cirro, *Ov* Ovarii con la vagina e l'orificio sessuale femminile.

La riunione degli organi maschili e femminili sullo stesso individuo presenta delle varietà, che gradatamente conducono alla divisione dei sessi. Nei casi più semplici, gli organi produttori dei due elementi sessuali sono avvicinati, in modo che le uova e lo sperma si uniscono nel corpo dell'animale direttamente (ctenofori, *Chrysaora*). Entrambi i prodotti sessuali si formano in una limitata regione sotto il rivestimento endodermico dello spazio gastro-vascolare e si possono ricondurre a una formazione ectodermatica o endodermatica. In un grado più elevato, ovarii e testicoli sono ancora uniti come *glandola ermafroditica* (*Synapta*, pteropodi, opistobranchi, polmonati); dapprima esiste anche un condotto comune (pteropodi tecosomi) (fig. 118), che però già presso molti opistobranchi e polmonati (*Helix*) può dividersi in canali deferenti e ovidotti sboccando in una cloaca comune (fig. 119). In altri casi ovarii e testicoli sono distinti, ed hanno condotti pur distinti: le aperture genitali possono trovarsi in una cloaca comune (cestodi, trematodi, rabdoceli, dendroceli monogonopori) (fig. 120), o vi sono due aperture distinte (dendroceli digonopori, irudinei, oligocheti, fig. 121). In tutte queste modificazioni, l'accoppiamento di due individui ermafroditi che contemporaneamente fecondano e sono fecon-

La riunione degli organi maschili e femminili sullo stesso individuo presenta delle varietà, che gradatamente conducono alla divisione dei sessi. Nei casi più semplici, gli organi produttori dei due elementi sessuali sono avvicinati, in modo che le uova e lo sperma si uniscono nel corpo dell'animale direttamente (ctenofori, *Chrysaora*). Entrambi i prodotti sessuali si formano in una limitata regione sotto il rivestimento endodermico dello spazio gastro-vascolare e si possono ricondurre a una formazione ectodermatica o endodermatica. In un grado più elevato, ovarii e testicoli sono ancora uniti come *glandola ermafroditica* (*Synapta*, pteropodi, opistobranchi, polmo-

dati, sembra essere la regola, (accoppiamento scambievole), mentre in alcuni casi un individuo ermafrodito basta da solo alla generazione (*ascidie*). Tuttavia questo caso è eccezionale, e anche quando gli ovarii e i testicoli sono incompletamente separati, *la maturità in epoche distinte dei prodotti maschili e femminili* rende necessario l'accoppiamento di due individui (gasteropodi, salpe).

Fisiologicamente, tali condizioni dell'ermafroditismo conducono alla divisione dei sessi, e morfologicamente corrispondono allo sviluppo unilaterale d'uno degli organi sessuali con riduzione dell'altro (*Distomum filicollae* e *haematobium*), nel qual caso non raramente rimangono tracce della predisposizione ermafroditica, come si può vedere perfino nei canali escretori dei vertebrati. Negli anfibî e nei vertebrati superiori si trovano in ogni individuo i canali maschili e femminili, che si sviluppano secondariamente dal canale dei reni primitivi. Nel maschio l'ovidutto (condotto di Müller) diviene un rudimento; nella femmina il canale deferente (condotto di Wolff) si atrofizza, o, come negli anfibî, serve da canale escretori dell'urina (fig. 122 a, b).

Divisione dei sessi. Con la separazione delle parti maschili e femminili su due distinti individui, si raggiunge la più completa forma di riproduzione sessuale per mezzo di una divisione di lavoro, ma contemporaneamente appare un dimorfismo

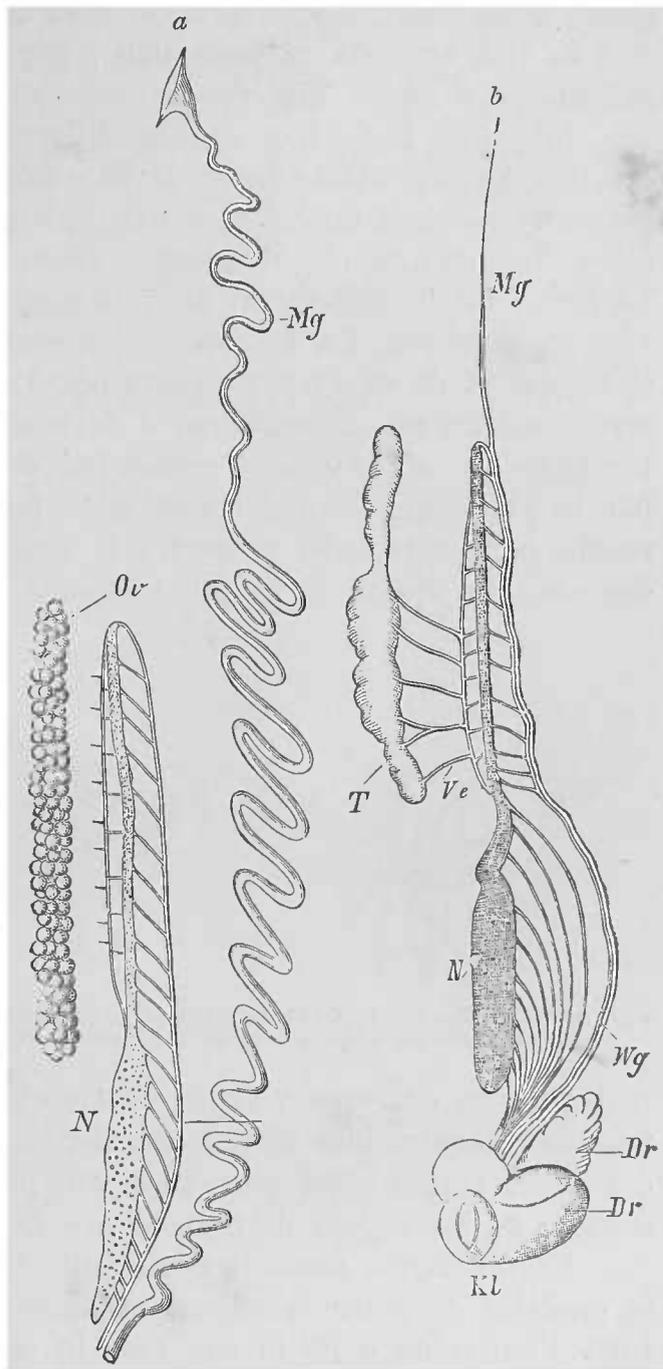


Fig. 122. — a Apparecchio genito-urinario sinistro di una salamandra femmina, senza la parte cloacale, *Ov* Ovario, *N* Rene. *Hl* Condotto urinario corrispondente al condotto di Wolff, *Mg* Condotto di Müller, trasformato in ovidutto — b Apparecchio genito urinario sinistro di una salamandra (maschio). Schematico, *T* testicoli, *Ve* Vasi efferenti, *N* Reni coi loro canali, *Mg* Condotto di Müller, *Wg* Condotto di Wolff o canale deferente, *Kl* Cloaca con le glandole accessorie *Dr*, del lato sinistro.

sempre più progrediente dell'individuo maschio e femmina, poichè l'organizzazione degli animali sessuali è sempre più influenzata dalla divergenza delle funzioni riproduttive, e va trasformandosi, di mano in mano che la vita sessuale si perfeziona, per compiere certi atti secondari, intimamente legati alla produzione dello sperma e dell'uovo.

In prima linea, il complesso differenziamento dei condotti escretori, con una corrispondente divisione delle funzioni, determina l'apparizione di caratteri sessuali accessori e del dimorfismo sessuale. In altri organi, oltre che nei sessuali, il maschio viene a differire dalla femmina; e ciò ha luogo in diverse direzioni, con una serie di speciali funzioni della vita riproduttiva. La femmina, che riceve il seme nell'accoppiamento, si comporta di solito più passivamente; porta in sè il materiale di formazione della sua discendenza, e deve attendere allo sviluppo delle uova fecondate e all'avvenire successivo dei neonati. Da ciò il diametro per lo più maggiore del corpo della femmina, e i suoi diversi apparecchi per proteggere e nutrire la prole, che si sviluppa o nelle uova deposte, che spesso la madre trasporta con sè, o nell'interno del corpo

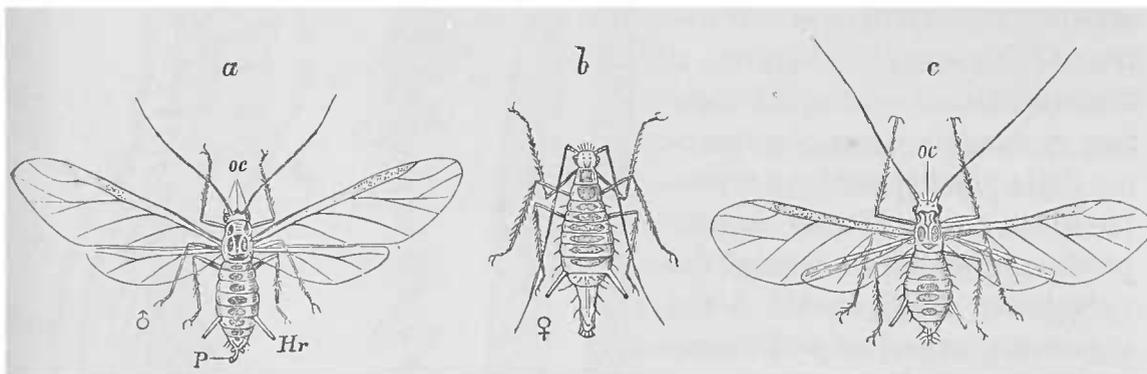


Fig. 123. — *a* Maschio dell'*Aphis platanoides*, *Oc* Ocelli, *Hr* Canalicoli melliferi, *P* Organo copulatore. *b* Femmina ovipara senz'ali. *c* Femmina vivipara (nutrice) alata, *Oc* Ocelli.

materno, da cui esce vivente. Il maschio invece cerca e sottopone la femmina, eccitandola all'accoppiamento, onde il suo corpo è più forte e mobile, i suoi sensi più sviluppati, più vivaci i colori, la voce più sonora, ed ha organi di prensione e di copula (fig. 123, *a*, *b*).

Le differenze sessuali negli animali superiori sono così grandi che si credette di poter sostenere l'opinione che il sesso si estrinseca in tutto l'individuo e ha la sua sede in ogni parte di esso, che è o maschile o femminile (Steenstrup). Tale opinione porta alla conseguenza di negare la precedenza dell'ermafroditismo, anzi di ritenerlo come impossibile. Sebbene questo partito estremo non sia da seguirsi, vi sono degli scienziati i quali, appoggiandosi ad alcune presupposizioni, considerano la divisione dei sessi come la forma originaria della riproduzione sessuale e l'ermafroditismo come una eccezione secondaria (Fred. Müller). Tale concetto si appalesa falso (1) non solo considerando

(1) Ciò non significa che non vi possano essere anche delle forme secondarie di ermafroditismo quali riduzioni di antica sessualità, come pare probabile per i cirripedi.

l'insieme dei fenomeni, ma anche prendendo in considerazione il fatto che le direzioni secondo cui divergono i due sessi sono assai svariate; e nei singoli casi può apparire per entrambi i sessi la completa inversione delle funzioni accessorie della vita sessuale.

In casi eccezionali anche i maschi possono compiere delle funzioni che riguardano la custodia e la conservazione della prole, come nell'*Alytes* e nei Lofobranchi. Spesso gli uccelli maschi aiutano le femmine nella costruzione del nido, e nel nutrimento e nella protezione dei neonati. Ma che il nido sia costruito unicamente dal maschio, o che, come nel *Cottus* e nel *Gasterosteus*, solo ad esso incomba la difesa e la protezione della prole, è una rara eccezione, la quale mostra chiaramente che le divergenze sessuali tanto nella forma del corpo, come nelle speciali funzioni, non derivano da una contrapposizione originaria dei due sessi, ma si sono formate progressivamente in seguito all'adattamento e alla selezione sessuale.

Nei casi estremi il dimorfismo sessuale può condurre ad una tale divergenza dei due sessi, che, se non si conoscesse il loro sviluppo ed i loro rapporti sessuali, si potrebbero porre in ge-

neri o famiglie diverse. Tali estremi si danno nei rotiferi e nei copepodi parassiti (*Chondrachantus*, *Lernaeopoda* (fig. 124 a, b, c), e devono considerarsi come risultati della vita parassitaria.

La diversità dei due gruppi di individui rappresentanti la specie, il cui accoppiamento e la cui reciproca azione da molto tempo si conosceva, prima che fosse possibile darsi ragione dell'essenza della riproduzione, portò la distinzione dei sessi, onde la qualifica di sessuali agli organi riproduttori e al modo di riproduzione.

In realtà la riproduzione sessuale non è altro che una forma particolare d'accrescimento. Le cellule divenute libere, uova e spermatozoi, rappresentano le due forme di cellule germinative la cui azione

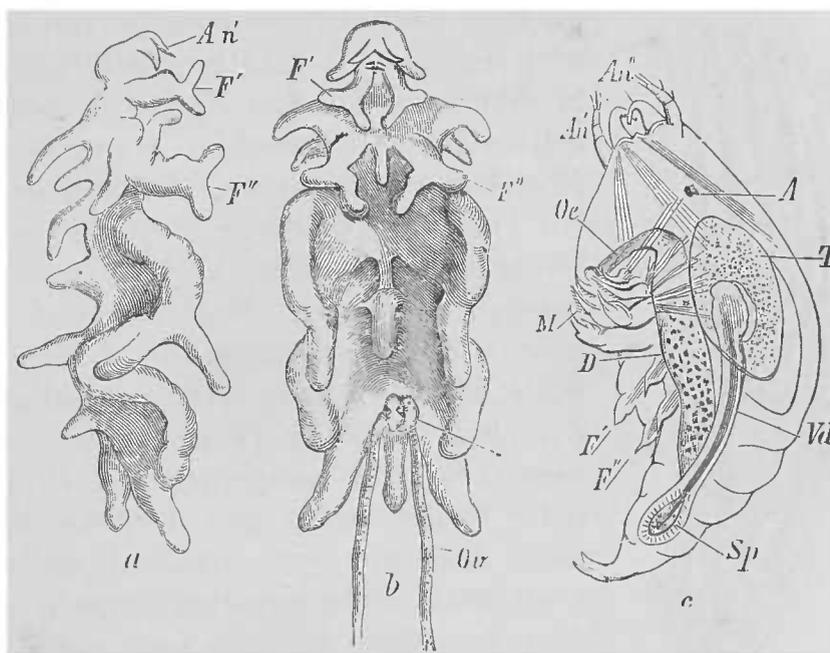


Fig. 124. — Maschio e femmina del *Chondrachantus gibbosus*, la femmina ingrandita circa sei volte. a Femmina vista lateralmente, b vista dal lato ventrale con un maschio aderente, c Maschio isolato e fortemente ingrandito. An' Antenne anteriori, An'' Antenne prensili, F', F''' le due paia di piedi, A Occhio, Ov Ovisacco tubulare, M Bocca, Oe Esofago, D Intestino, T Testicoli, Vd Canale deferente, Sp Spermatoforo nel relativo sacco.

reciproca, nei processi della fecondazione, prepara lo sviluppo di un nuovo organismo. In certe condizioni l'uovo può anche, come la cellula germinativa, svilupparsi spontaneamente, come dimostrano i numerosi casi di *partenogenesi* che si conoscono principalmente negli insetti e nei crostacei (*Apus*, *Artemia*, uova estive dei Cladoceri e Rotiferi). La necessità della fecondazione non deve dunque più entrare nella definizione della cellula-ovo, e, dal punto di vista fisiologico, non resta più alcun

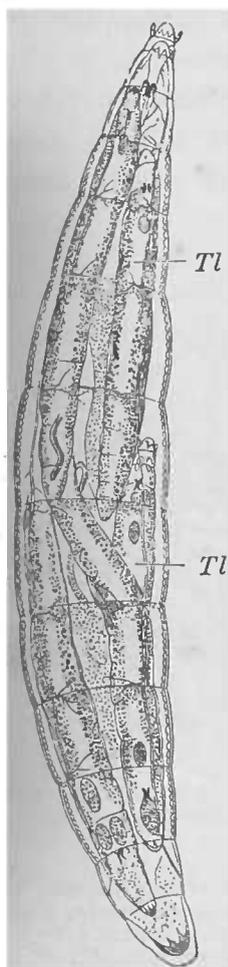


Fig. 125. — Larva vivipara di *Cecidomyia* (*Mastor.*) da Al Pagenstecher, T1 Larve derivate, nate dal corpo riproduttore (Abbozzo ovarico).

criterio assoluto che la distingua dalla cellula germinativa. Si cercò di distinguerla dal luogo dove è prodotta, nell'organo sessuale e nel corpo della femmina (Imenotteri, Psichidi, Chermes, Cocciniglie), quantunque questo carattere morfologico lasci molto a desiderare. La definizione dell'organo sessuale non è nè così facile, nè così semplice. Il carattere determinante è innanzi tutto la differenza dei due ordini di cellule sessuali. Se la cellula sessuale maschile, e con essa la necessità della fecondazione, scompare, si dovrà decidere, nel caso in cui l'organo produttore di questi germi presenti un differenziamento analogo a quello che si vede negli organi sessuali femminili, se si ha a che fare con un germigeno e con un animale che si riproduce per via asessuale, oppure con un ovario e con una vera femmina, le cui uova hanno la proprietà di svilupparsi spontaneamente. Solo la comparazione col modo di riproduzione delle forme vicine può decidere su ciò. Vi è infatti negli Afidi una generazione di individui vivipari, differenti bensì dalle femmine ovipare che si accoppiano e sono fecondate, ma che sono muniti di organi sessuali simili, costituiti sul tipo degli ovarii, e si distinguono specialmente per l'assenza di organi destinati all'accoppiamento e alla fecondazione (mentre mancano gli individui maschili) (fig. 123, c). Le cellule riproduttrici nascono in questi organi, (che furono chiamati per questa ragione germigeni, poi più tardi *pseudovari*), nello stesso modo come le uova negli ovarii e differiscono da questi solo per la precocità dello sviluppo embrionale.

Perciò è più esatto considerare gli individui vivipari piuttosto come femmine *agamiche*, che hanno subite modificazioni particolari e che sono organizzate in modo da non aver bisogno di accoppiamento e di fecondazione, che non considerare, come Steenstrup, le cellule riproduttrici come cellule germinative. Si dirà dunque che negli Afidi la riproduzione è sessuale e partenogenetica e non asessuale per mezzo delle così dette nutrici. Il modo di riproduzione dei *Chermes*, paragonato a quello degli Afidi, principalmente nel genere *Pemphigus*, mette fuori di dubbio la esattezza di questo modo di vedere.

Si riscontrano fenomeni dello stesso genere nelle larve delle *Cecidomie*, che generano dei piccoli vivi. In esse la glandola sessuale ancora allo stato embrionale, essendo soggetta a modificazioni relative alla struttura dell'ovario e al modo di origine delle uova, fa nascere assai presto delle cellule riproduttrici che si sviluppano e diventano larve (fig. 125). L'ovario diventa, in qualche modo, un corpo produttore di cellule germinative ed è assai probabile che molti elementi considerati come spore o cellule germinative (nelle Redie e nelle Sporocisti) corrispondano a degli ovarî embrionali o includenti ovocellule suscettibili di svilupparsi spontaneamente.

Sviluppo.

In seguito agli esposti fatti della riproduzione sessuale, si deve considerare la cellula come il punto di partenza dell'organismo sviluppatosi. Il contenuto dell'ovocellula incomincia, spontaneamente o sotto l'influsso della fecondazione, a presentare una serie di variazioni, il cui risultato finale è l'abbozzo del corpo dell'embrione. Queste variazioni consistono in un processo di moltiplicazione della cellula, che si opera a spese del contenuto intero dell'uovo, o della parte protoplasmatica del vitello, e che si chiama segmentazione.

Formazione dei corpuscoli direzionali o polari. Per lungo tempo rimase oscuro il modo di comportarsi della vescicola germinativa al principio della segmentazione, e i rapporti fra essa e il nucleo delle prime sfere

di segmentazione. Ben poco si sapeva anche sull'ufficio degli spermatozoi, che, all'atto della fecondazione, penetrano nel vitello.

Le ricerche intraprese in questi ultimi anni e particolarmente quelle

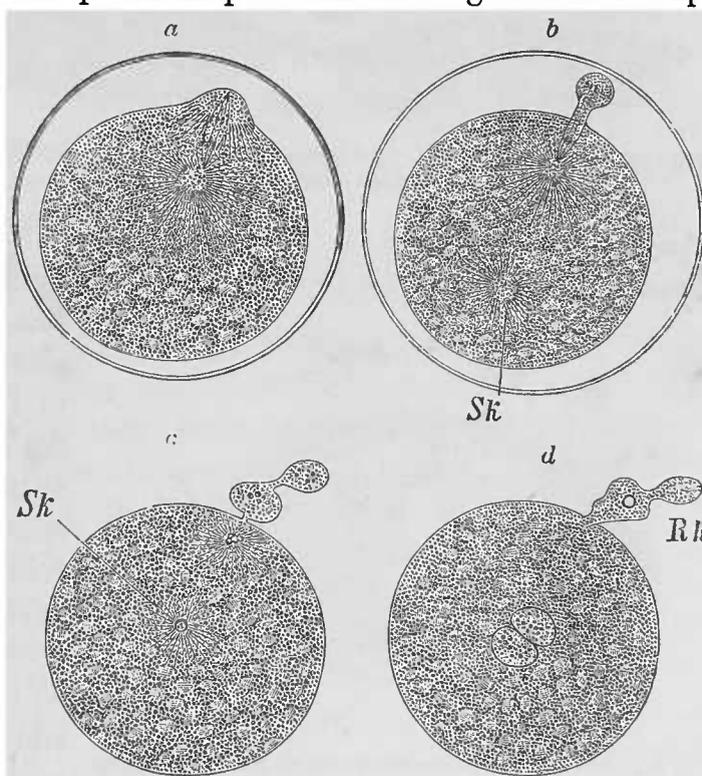


Fig. 126. — Uovo di *Nephelis* (da O. Hertwig). *a* L'uovo una mezz'ora dopo l'emissione. Il protoplasma si solleva in un punto della sua periferia per formare il primo corpo direttivo. Il fuso nucleare è apparso — *b* Lo stesso uovo un'ora più tardi. Una figura stellata si è mostrata attorno ad uno spermatozoo *Sk*, che è penetrato nel protoplasma; il corpo direttivo è rappresentato al momento dell'espulsione. — *c* Lo stesso uovo, mancante della membrana che lo involgeva, dopo due ore. Nel suo interno si trova il pronucleo maschile *Sk*, e il secondo corpo direttivo sta per staccarsi. — *d* Lo stesso uovo dopo tre ore. Il pronucleo maschile e il pronucleo femminile si sono incontrati; *Rk* Corpuscolo direttivo.

di Bütschli, di O. Hertwig, di Fol, ecc. hanno dato luce a questi fenomeni fino allora completamente oscuri. Mentre finora si ammetteva che la vescicola germinativa sparisce nell'uovo maturo vicino a segmentarsi, che il nuovo nucleo si forma indipendentemente da essa, e che, solo in casi eccezionali (Sifonofori, Entoconca) essa persiste e prende parte alla formazione del nucleo delle prime sfere di segmentazione, questi naturalisti hanno mostrato, per mezzo di profonde ricerche sulle uova di numerosi animali, che la vescicola germinativa dell'uovo ma-

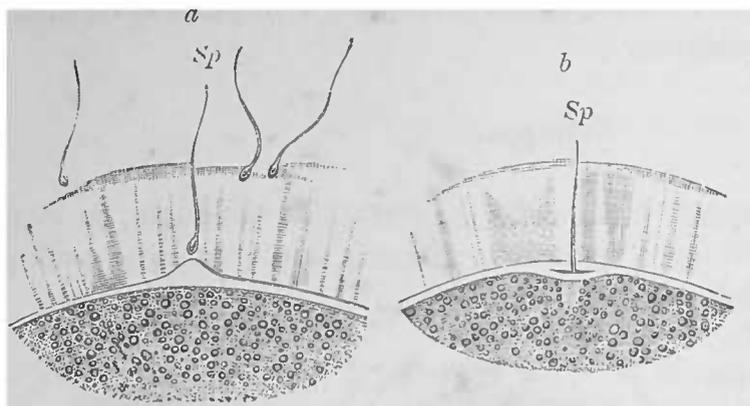


Fig. 127. — Entrata degli spermatozoi (Sp) nell'uovo dell'*Asterias glacialis* (da H. Fol).

turo non scompare, ma subisce delle modificazioni, e che la maggior parte della sua massa, unita a particelle del tuorlo, costituisce i così detti *corpuscoli direttivi* o *cellule polari* (figura 126). Questo processo fu variamente interpretato.

Balfour, Sedgwick Minot, Van Beneden e altri sono dell'opinione che l'uovo immaturo, come ogni altra cellula, sia originariamente ermafrodito e che, col

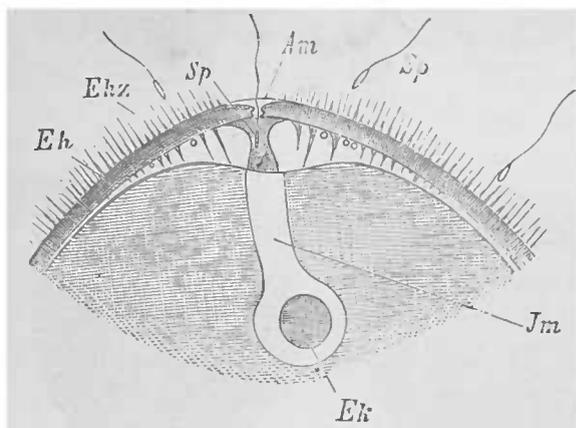


Fig. 128. — Porzione superiore di un uovo di *Petromyzon* per mostrare l'entrata degli spermatozoi. Am Micropilo, Sp Spermatozoi, Jm Canale spermatico, Ek Pronucleo femminile, Eh Involucro dell'uovo, Ehz Sue asperità all'esterno (da Calberla)

mezzo delle cellule polari, emetta i residui della parte maschile del nucleo, che poi verranno sostituiti con la sostanza dello spermatozoo. Balfour crede, in relazione con ciò, che le uova partenogenetiche non emettono *cellule polari*. Per converso Weismann, fondandosi sulle sue osservazioni relative alle uova partenogenetiche, ritiene che nella vescicola germinativa vi siano due sorta di plasmi: il

plasma ovogeno ed il plasma germinativo. Per mezzo della prima cellula polare si eliminerebbe il plasma ovogeno, per mezzo della seconda il plasma germinativo maschile, che verrebbe poi sostituito da quello contenuto nel nemasperma. Perciò, secondo Weismann, le uova partenogenetiche eliminerebbero solo il plasma ovogeno e quindi avrebbero una sola cellula polare. Secondo Bütschli, O. Hertwig e Boveri, l'uovo avrebbe una tendenza atavica a segmentarsi spontaneamente, almeno in un modo rudimentale, perciò le cellule polari non sarebbero

che ovocellule abortive, non potendo avvenire la completa segmentazione che col concorso del nemasperma (1).

La vescicola germinativa si trasforma in un fuso nucleare, il quale si dirige verso il così detto polo animale (2). Coi soliti fenomeni cariocinetici (aster) una parte del fuso con una piccola zona plasmatica fuoriesce. Nelle uova non partenogenetiche dopo la prima cellula polare ne esce una seconda; in seguito il resto assai impiccolito della vescicola germinativa ritorna verso il centro e diventa un nucleo in quiete (nucleo dell'uovo o pronucleo femminile). La formazione dei corpuscoli direttivi è indipendente dalla fecondazione, e spesso la precede, sebbene in alcuni casi (nematodi) avvenga dopo l'entrata degli spermatozoi.

Fecondazione. La fecondazione dell'uovo ha luogo mercè l'entrata di un nemasperma nel tuorlo (fig. 127). Può considerarsi come un fatto acquisito che normalmente basta un solo nemasperma a produrre la fecondazione. Pare anzi che dopo l'entrata del primo nemasperma la membrana vitellina si condensi in modo da non permettere l'entrata di altri, e che quando, per lesioni di detta membrana, entra più di un nemasperma, abbia luogo uno sviluppo anormale e forse la produzione di mostruosità. Quando l'uovo è circondato da un involucro molto consistente (pesci, insetti, ecc.) si forma un'apertura polare o *micropilo* per l'entrata del zoosperma (fig. 128).

Il fenomeno della fecondazione non consiste solo nell'entrata del nemasperma, e non ha luogo, come già si riteneva, per il disciogliersi di esso nel vitello dell'uovo, sibbene per l'unione della parte principale di esso col pronucleo femminile dell'uovo. Questo importante atto di coniugazione, che ha tanta influenza sulla costituzione dell'organismo sviluppatosi, venne assai rischiarato nei suoi particolari dalle ricerche di Bütschli, O. Hertwig e Fol. Per tali studi sono specialmente adatte le uova degli echinodermi e di alcuni vermi (*Ascaris*, *Nepheleis*). Dopo l'entrata dello spermatozoo nel plasma dell'ovocellula, esso perde il suo filamento e diventa un corpuscolo nucleare costituito da un centro chiaro con granuli disposti a fibra raggiata (fig. 126 *Sk*), mentre la stessa disposizione radiante ha luogo intorno al nucleo dell'uovo. Questo chiamasi pronucleo femminile, quello pronucleo maschile. I due nuclei si avvicinano e vengono a contatto, le figure radiate spariscono e, fondendosi i due nuclei, si ha la formazione di un nucleo coniugato o nucleo di segmentazione. È importante notare che la sostanza cromatica dei due elementi ha una parte essenziale nella formazione del nucleo di segmentazione, e che nei nuclei delle due prime sfere di segmentazione la

(1) Oscar Hertwig. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. Jena, Fischer. 1890.

(2) Nelle uova che presentano il tuorlo di nutrizione a un lato, chiamasi polo animale quello in cui trovasi il tuorlo di formazione o protoplasma, e polo vegetativo quello in cui trovasi il tuorlo di nutrizione o deutero plasma.

cromatina nucleare maschile e femminile hanno un' eguale importanza nella formazione dei gomitoli. Questo procedimento spiega perchè, ad onta dell'enorme differenza di grandezza tra la cellula ovo e la cellula spermatica, passino in eguale proporzione nei figli i caratteri materni e paterni. Sul complesso di questi fenomeni si fonda anche la teoria del *plasma germinativo* di Weismann, secondo cui una parte del plasma nucleare si trasporta direttamente dal generante al generato ed è il veicolo materiale dell'eredità dei caratteri. La divisione del nucleo di

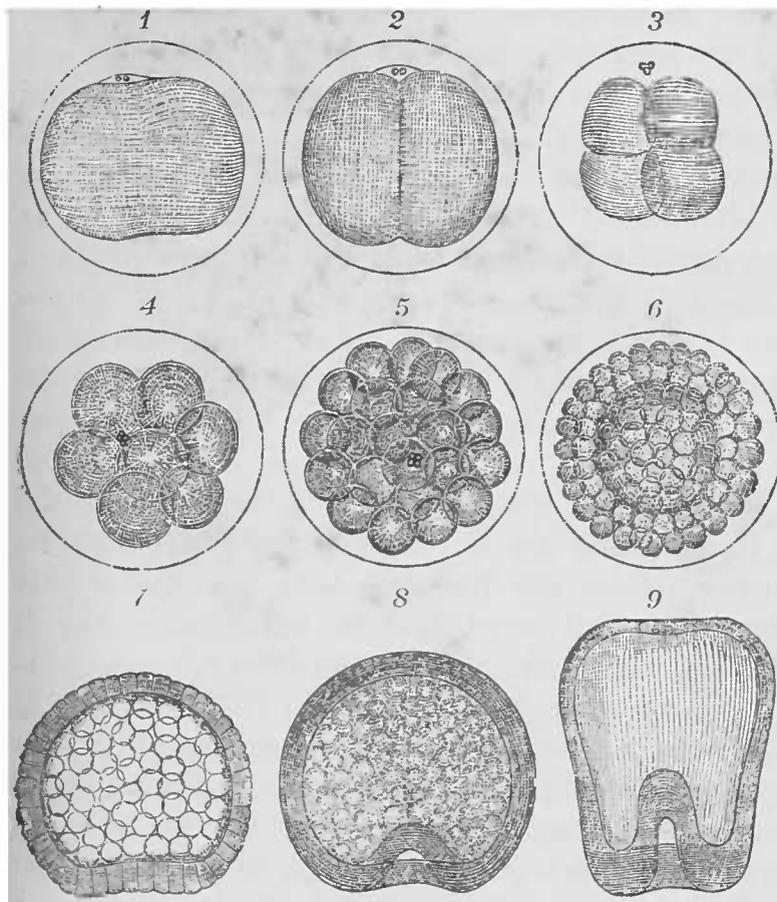


Fig. 129. — Sviluppo d'un uovo di *Asteria* (*Asteracanthion berylinus*), da A. I. Agassiz. 1, Incipiente segmentazione del vitello appiattito ai due lati, a uno de' suoi poli un corpo direttivo; 2, Divisione del vitello in due sfere; 3, Divisione in quattro; 4, Divisione in otto; 5, Uova con trentadue sfere; 6, Fasi più avanzate; 7, Blastosfera e principio di introflessione; 8 e 9, L'introflessione è più avanzata, l'orificio della cavità di introflessione diventa l'ano.

segmentazione si compie coi soliti fenomeni caratteristici della divisione cellulare, cioè con la formazione di fusi nucleari e di figure cariocinetiche ai due poli della cellula. Quando l'uovo ha la facoltà di svilupparsi senza la fecondazione e quindi ha luogo un processo di segmentazione spontanea (partenogenesi), è evidente che il nucleo dell'uovo possiede in sé le proprietà dei nuclei di segmentazione delle altre uova, prodotti dalla fusione del pronucleo maschile col pronucleo femminile. Si notano varî modi di segmentazione in relazione coi varî modi con cui è distribuito nell'uovo il tuorlo di nutrizione in rispetto al tuorlo di forma-

zione. Quando il tuorlo di nutrizione (deuteroplasma o lecito) è in piccola quantità ed è equabilmente distribuito nel corpo dell'uovo si hanno le così dette *uova alecite* (*Amphioxus*, Mammiferi). Quando il deuteroplasma non è egualmente distribuito in tutto il corpo dell'uovo, ma predomina piuttosto a un polo di esso, si hanno le uova *telolecite*. Se la differenza di distribuzione del deuteroplasma ai due poli non è molto notevole, si hanno le uova a segmentazione *totale*, ma *inequale* (Ciclostomi, Anfibi): se invece il deuteroplasma è tutto raccolto alpo lo vege-

tativo, lasciando libero il polo animale, si hanno le uova a segmentazione discoidale (pesci, rettili, uccelli). Finalmente se il deutero plasma è raccolto nella parte centrale dell'uovo, si hanno le uova *centrolecite* (Artropodi).

Da queste disposizioni dell'uovo deriva il modo di segmentazione. Quando l'intero vitello si segmenta, la segmentazione è *totale*; quando solo una parte del vitello si trasforma in sfere di segmentazione e in cellule embrionali, è *parziale*. Ora la segmentazione totale si opera regolarmente (Meduse, Echinodermi, Spugne) e allora si dice regolare o eguale (fig. 129), ora si effettua, sia fin dal principio, sia più tardi, in un modo irregolare; si distinguono allora due sorta di sfere di segmentazione, le une piccole, a contenuto principalmente protoplasmatico, le altre più grosse a contenuto ricco di adipe. In questo caso la segmentazione si chiama *irregolare* o *inequale*. La moltiplicazione per divisione è più attiva nelle piccole sfere; è più lenta o può anche arrestarsi completamente nelle sfere grosse. Come esempio della segmentazione inequale, che però può presentare gradi diversi, citeremo lo

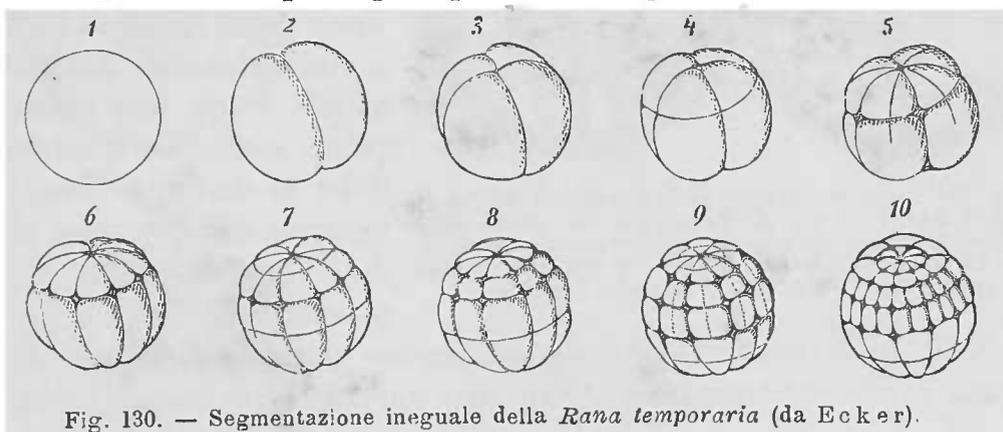


Fig. 130. — Segmentazione inequale della *Rana temporaria* (da Ecker).

sviluppo dell'uovo di rana, nel quale si distinguono due regioni, una superiore contenente un pigmento scuro, ricco di protoplasma, l'altra inferiore, più chiara, contenente grosse sferule vitelline (fig. 130). La prima regione, nell'uovo liberamente sospeso in acqua, sta al di sopra, ed è per questo che chiamasi superiore.

I poli di queste due regioni sono situati alle estremità dell'asse principale dell'uovo. I piani dei due primi solchi di segmentazione passano per quest'asse e si intersecano ad angolo retto (circoli meridiani); il piano del terzo solco (circolo equatoriale) è perpendicolare agli altri due, è parallelo all'equatore, ma più vicino al polo superiore. Esso divide l'uovo in due metà: una superiore più piccola, l'altra inferiore e maggiore, dove la segmentazione è molto più lenta.

Nella segmentazione parziale si distingue sempre nettamente il vitello di formazione, in cui è localizzato il fenomeno della divisione, dal vitello di nutrizione che non vi prende mai parte. Fondandosi su queste particolarità si chiamarono uova meroblastiche le uova a segmentazione parziale, e uova oloblastiche le uova a segmentazione totale: per altro

in quest'ultimo caso, delle sfere di segmentazione di natura speciale possono servire alla nutrizione dell'embrione. Infatti, il vitello di ogni uovo è formato da un protoplasma vischioso, ricco di principi albuminoidi e di un *deuteroplasma*

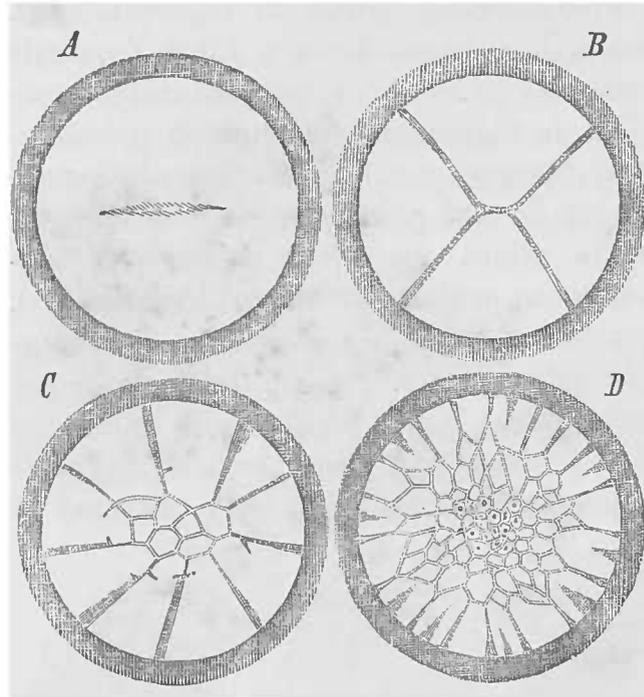


Fig. 131. — Segmentazione della cicatricola dell'uovo di gallina (da Coste). A Cicatricola col primo solco verticale, B Cicatricola con due solchi verticali che si tagliano ad angoli retti, C e D Fasi più avanzate; i segmenti sono più piccoli al centro che alla periferia.

ricco di granulazioni di materie grasse. Il primo deriva dal protoplasma dell'uovo primordiale, mentre gli elementi vitellini adiposi sono venuti posteriormente durante l'accrescimento, e sono spesso prodotti da glandole speciali (vitellogene, Trematodi) talora anche sotto forma di cellule. Negli Ctenofori ed in altri Celenterati, la separazione degli elementi formativi e degli elementi nutritivi del vitello è già ben netta nella prima sfera di segmentazione, dove si distingue una massa centrale d'endoplasma circondato da uno strato di ectoplasma.

Nelle uova soggette alla segmentazione parziale il vitello di formazione è ordinariamente posto su uno dei lati della massa voluminosa

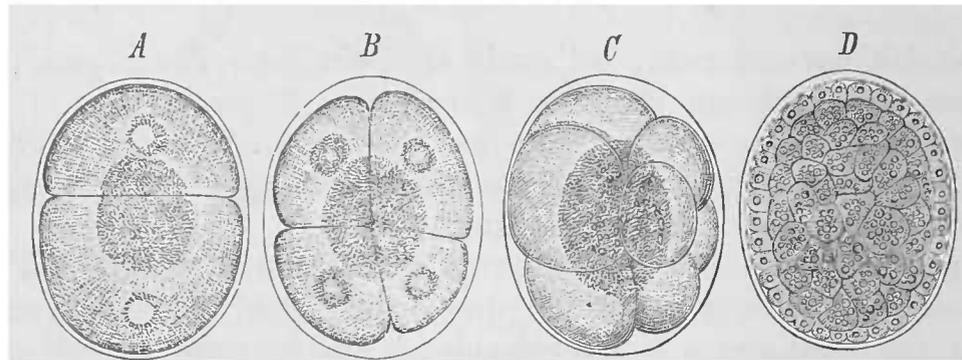


Fig. 132. — Segmentazione ineguale dell'uovo centrolecito del *Gammarus locusta* (in parte da E. van Beneden). La massa vitellina centrale si divide, a sua volta, molto dopo che lo strato periferico cominciò a segmentarsi (D).

del vitello di nutrizione. Le sfere di segmentazione di queste uova *te-
leolecite* si vanno poi disponendo in forma di disco (*disco prolifero*,
cicatricola); d'onde il nome di discoidale dato pure a questo modo di
segmentazione (uova dei pesci, dei rettili, degli uccelli (fig. 131). In
altri casi il vitello di nutrizione è centrale. Nelle uova centrolecite, la
sola zona periferica si segmenta (segmentazione *superficiale*), ora re-

golarmente (*Palaemon*), ora irregolarmente (numerosi Artrostaci). La massa vitellina centrale che dapprincipio non ha nessuna parte nella divisione, può dividersi più tardi a sua volta, e subire una sorta di ulteriore segmentazione (fig. 132). Altre volte ancora il vitello di nutrizione è situato alla periferia dell'uovo al principio della segmentazione, in modo che questo fenomeno di divisione si effettua nell'*interno dell'uovo*, ma, presto o tardi, quanto più il vitello di nutrizione si ravvicina al centro, le sfere di segmentazione protoplasmatiche e nucleate compaiono alla superficie. Quest'è il caso delle uova dei ragni (fig. 133) e degli insetti, dove esse formano uno stato periferico che simula così la segmentazione superficiale. I primi fenomeni della segmentazione, in

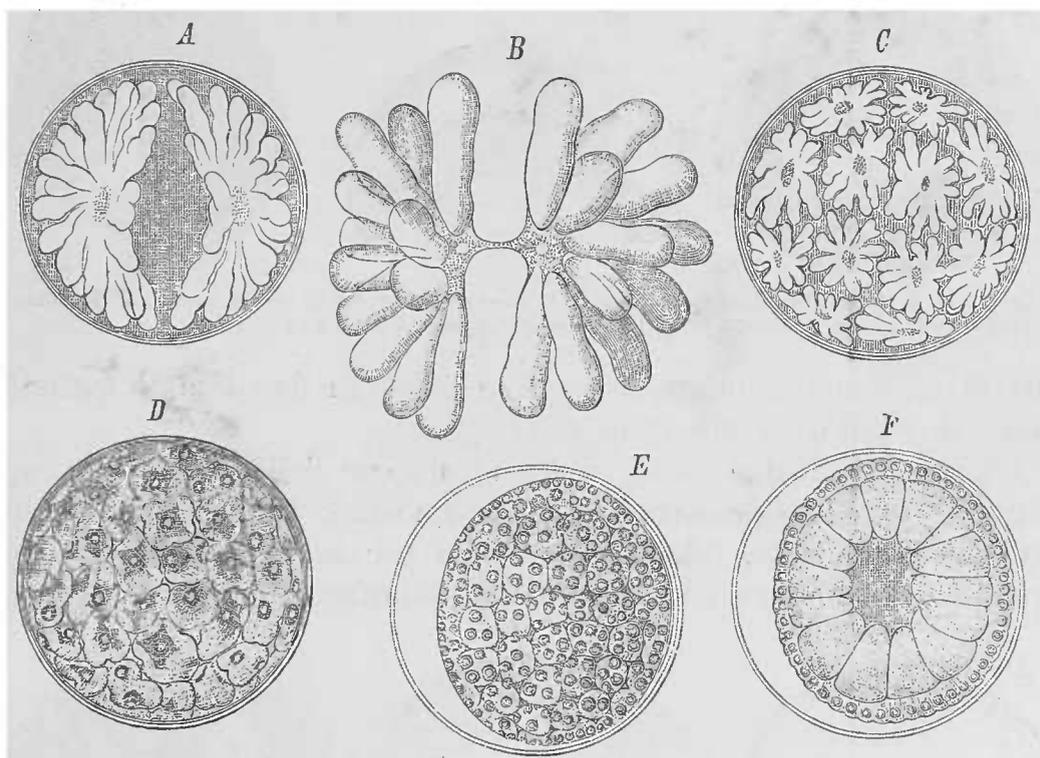


Fig. 133. — Segmentazione di un uovo di ragno (*Phidolromus limbatus*) da H. Ludwig. *A* Uovo con due rosette deutoplasmiche (sfere di segmentazione), *B* Rosette isolate con la loro parte centrale protoplasmatica nucleata, *C* Uovo con un gran numero di rosette, *D* Le rosette sono rappresentate da masse di deutoplasma poliedriche di cui ciascuna corrisponde alla cellula blastodermica posta al di sopra, *E* La formazione del blastoderma è finita, *F* Sezione ottica dell'uovo precedente. Le masse di deutoplasma situate dentro alla vescicola blastodermica formano un involuppo completo limitante uno strato centrale trasparente.

queste uova *ectolecite*, si tolgono molto spesso all'osservazione perchè si effettuano al centro e sono mascherati dal vitello di nutrizione finchè i nuclei, col loro involucro di protoplasma, emergono alla periferia, e il vitello di nutrizione, ricco di adipe e spesso granuloso, forma la massa centrale dell'ovo (Insetti).

La disposizione delle cellule derivanti dalla segmentazione non è meno variata del modo di segmentazione. Spesso (segmentazione eguale e centrale) questi elementi, disposti in un solo strato, formano una sfera cava (blastula, blastosfera), che contiene frequentemente le porzioni liquide del vitello di nutrizione. Questa disposizione è simile a quella degli

individui unicellulari, che compongono le colonie di protozoi (per esempio i *Volvox*); alle quali, su queste basi, deve connettersi filogeneticamente la blastula come la più semplice forma di metazoi. Altre volte le cellule vitelline si dividono immediatamente in due strati limitanti una cavità centrale, oppure sono agglomerate in massa le une contro le altre senza lasciare un vuoto. In moltissimi casi, specialmente quando il vitello è relativamente abbondante (segmentazione ineguale e discoideale), o che l'afflusso dei materiali nutrienti è continuo, lo sviluppo embrionale è più lungo e più complicato. Il germe appare allora sotto

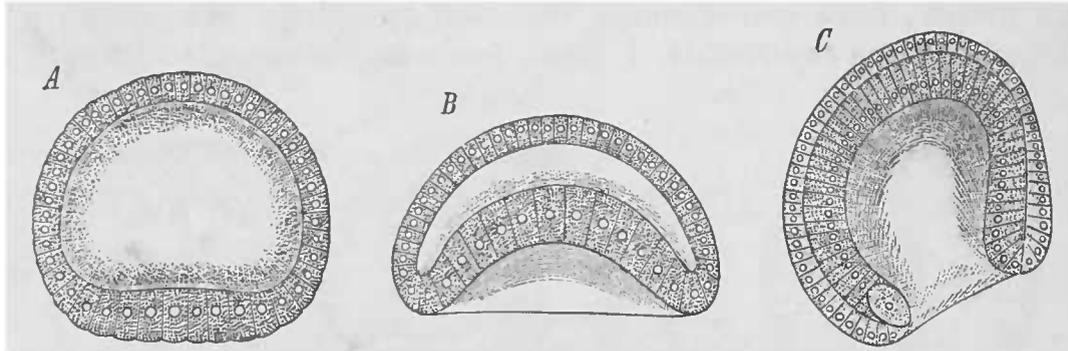


Fig. 134. — A Blastosfera dell'*Amphioxus*, B Blastosfera in via di introflettersi. C Gastrula prodotta dall'introflessione, O Bocca primitiva della gastrula (da B. Hatschek).

forma di un disco cellulare ben presto diviso in due lame o foglietti, e posato sul vitello cui più tardi ravvolge.

La gastrula a due strati si forma a spese della blastosfera, spessissimo per introflessione (gastrula per embolia). Una delle metà, della parete della vescicola, talora già distinta per le sue cellule più grosse e granulose, si applica contro la faccia interna dell'altra metà, mentre

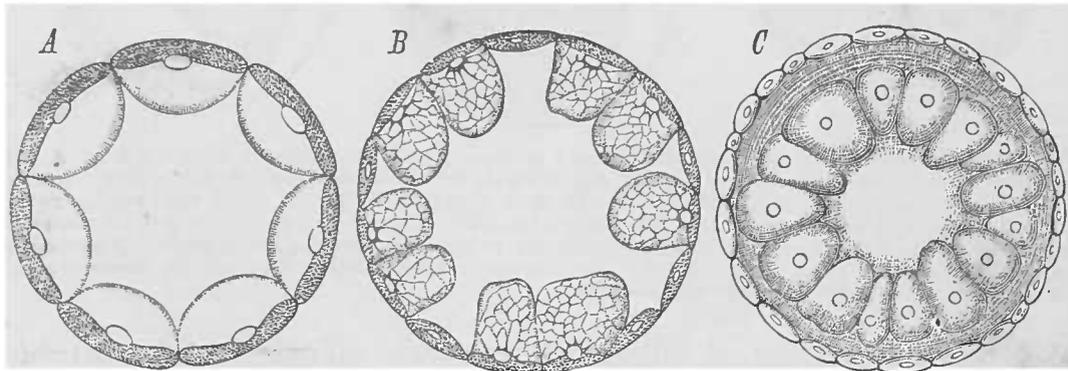


Fig. 135. — Sezione dell'uovo in via di segmentazione della *Geryonia* (da H. Fol). A Trenta due globi che limitano la cavità di segmentazione si dividono in un ectoplasma esterno finamente granuloso e in un endoplasma interno chiaro. B Fase più inoltrata. C Embrione dopo la delimitazione; l'ectoplasma è separato dall'endoplasma, che è formato da grossi elementi e limita la cavità di segmentazione.

l'orlo dell'orificio della cavità così formata si restringe (blastoporo, bocca della gastrula) e costituisce lo strato endodermico (*ipoblasto*) che riveste la cavità centrale. Lo strato cellulare esterno rappresenta l'ectoderma o *epiblasto*. Questo modo di formazione della gastrula, che è molto diffuso, si trova nelle ascidie e, fra i vertebrati, nell'*Amphioxus* (fig. 134).

In altri casi, nelle uova a segmentazione eguale si osserva anche all'uno dei poli, invece dell'introffessione, una moltiplicazione di cellule che riempiono completamente la cavità della blastosfera e si dispongono a costituire l'ipoblasto; la cavità gastrica che si forma comunica ulteriormente coll'esterno (*Aequorea*). La formazione della gastrula per delaminazione è molto più rara; non si osserva che nelle meduse idroidi (*Geryonia*); consiste nella separazione delle cellule della blastosfera in due strati concentrici, l'uno esterno o epiblasto, l'altro interno o ipoblasto. La cavità centrale deriva, in questo caso, dalla cavità di segmentazione primitiva e il blastoporo si forma ulteriormente per rottura delle pareti (fig. 135). Finalmente, quando la segmentazione ineguale è ben marcata, la gastrula risulta da ciò, che le cellule epiblastiche, distintesi per tempo, ricoprono a poco a poco le cellule molto più voluminose dell'ipoblasto e formano intorno ad esse un sottile strato (fig. 136).

Si chiamò questo fenomeno col nome di epibolia. Qui la cavità gastrica, di regola, si sviluppa secondariamente in mezzo alla massa delle cellule ipoblastiche. Il blastoporo si forma nel punto dove si completa l'inclusione dell'ipoblasto.

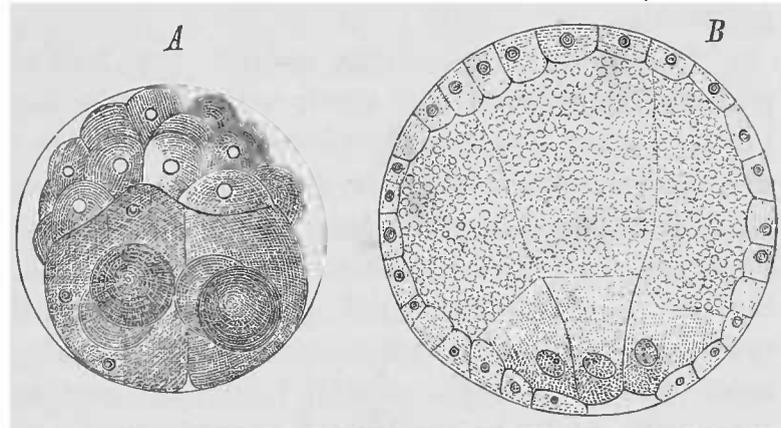


Fig. 136. — A Segmentazione ineguale dell'uovo di *Bonellia*. B Gastrula della *Bonellia* formata per epibolia (da Spengel).

Non è neppure raro che una parte dell'abbozzo dell'embrione, ordinariamente dopo l'apparizione del mesoderma, si sviluppi più rapidamente del resto e si ispessisca per costituire una striscia bilaterale e simmetrica disposta sulla faccia ventrale o sulla dorsale. Per altro spesso non si forma una striscia o nota primitiva, perchè l'abbozzo dell'embrione continua a svilupparsi regolarmente. Si dava una volta grande importanza a queste differenze e si distingueva per conseguenza una *evolutio ex una parte* e una *evolutio ex omnibus partibus*. Ma questi due modi di sviluppo non possono essere nettamente separati l'uno dall'altro, e non hanno la portata che loro si attribuiva, poichè dipendono dalla quantità di materiali vitellini, e, da questo lato, animali assai vicini possono comportarsi molto diversamente. I celenterati e gli echinodermi, i vermi inferiori e i molluschi e molti animali articolati (Anellidi, Artropodi) e vertebrati (*Amphioxus*), ci danno esempi di sviluppo regolare di tutti i punti del corpo dell'embrione, il quale, anche quando manca la membrana vitellina, non ha affatto bisogno di essere chiuso da una membrana protettrice. In questi ultimi però la formazione della striscia o nota primitiva, che è in rapporto intimo col-

l'abbozzo del sistema nervoso, si effettua più tardi, durante lo sviluppo postembrionale, quando già la larva nuota liberamente e provvede da sé al proprio nutrimento. Lo stesso è di molti policheti e artropodi (*Branchipus*), nei quali la nota primitiva non si sviluppa se non quando l'accrescimento del corpo è già avanzato, durante la fase larvale.

Quando si forma una striscia primitiva, l'embrione giunge a poco a poco alla sua completa delimitazione solo per mezzo dell'inclusione del tuorlo, con una serie di fenomeni a cui si connette la completa entrata del tuorlo nella cavità del corpo (*Rana, Insetti*), o la formazione di un sacco vitellino (Cefalopodi, pescecane, uccelli, mammiferi), per mezzo del quale il tuorlo a poco a poco entra nel corpo dell'embrione. L'organizzazione di mano in mano progrediente dell'embrione fino alla sua uscita dalle membrane dell'uovo, prende, nei singoli gruppi animali, un decorso così svariato, che non si può darne uno schizzo generale.

Si può però anzitutto notare, che nell'abbozzo dell'embrione si possono distinguere due strati cellulari: un foglietto cutaneo, formante l'integumento esterno (*ectoderma o epiblasto*), e un foglietto intestino-glandolare, che serve di rivestimento alla cavità digestiva o all'intestino medio e alle sue glandole (*entoderma o ipoblasto*). Già Carlo Ernesto von Baer riconobbe l'importanza di questi due strati cellulari per la costituzione del corpo dei vertebrati, e chiamò *Organi primitivi* i due foglietti embrionali. Fra lo strato cellulare esterno e l'interno si forma, negli animali bilaterali, uno strato cellulare intermedio; detto foglietto mediano o *mesoderma*, quando deriva da piegature dell'intestino primitivo, divenute indipendenti; chiamasi invece *mesenchima* quando è formato da cellule o gruppi cellulari isolati, provenienti dai due foglietti.

Dagli strati cellulari mesodermici proviene il sistema muscolare e lo scheletro connessivo, poi gli elementi figurati della linfa e del sangue, le pareti del sistema circolatorio, mentre la cavità viscerale o corrisponde a uno spazio rimasto tra l'ectoderma e l'entoderma (*cavità viscerale primitiva*), o è prodotta ulteriormente (*cavità viscerale secondaria*) per separazione degli strati cellulari del mesoderma (*celoma*), o come un diverticolo dell'abbozzo dell'intestino (*cavità del corpo enterocèle*). Il sistema nervoso e gli organi dei sensi si formano, pare in tutti i casi, dal foglietto esterno, e cominciano assai spesso come fossette o solchi con margini sempre più salienti; invece le glandole urinarie e riproduttrici dei celenterati si formano tanto dal foglietto esterno che dall'interno, e negli animali bilaterali dal foglietto medio. Perciò, generalmente, gli abbozzi del tegumento e dell'intestino sono i primi che si formano, e ad essi si limitano molti embrioni quando escono dall'uovo (le così dette forme di *Planula* o di *Gastrula* con uno o due strati cellulari e uno spazio gastrico interno). In seguito si

forma il sistema nervoso e muscolare e quasi contemporaneamente lo scheletrico, specialmente in quegli animali in cui ha luogo lo sviluppo di una *nota primitiva*. Più tardi si differenziano gli organi urinarii e diverse glandole, i vasi sanguigni e gli organi della respirazione. In ogni caso, gli animali, nelle prime fasi del loro sviluppo, differiscono assai dagli adulti e riproduttori, tanto per la forma del corpo e le dimensioni, come per la intiera organizzazione (1).

Notevolissimo è il fatto che in varî tipi animali l'embrione, limitato da due strati cellulari e dotato d'una cavità centrale, è liberamente vivente, sotto una forma larvale mobile. Così si è condotti, specialmente dopo la comparazione fatta da Huxley (2), già da tempo, tra le due membrane principali che formano il corpo delle meduse (più tardi indicate da Allmann come *ectoderma* e *entoderma*) coi due foglietti dell'embrione dei vertebrati (foglietto esterno o sensorio-cutaneo, e interno o intestino-glandolare), a concludere per una stessa origine filogenetica dei tipi più lontani, in seguito alla somiglianza che presentano le loro larve nello stadio embrionale che precede alla segmentazione del vitello, e a ricondurre a una medesima forma primitiva gli organi morfologicamente simili dei diversi tipi. Kowalevsky (3) è il primo che, con le sue numerose ricerche sullo sviluppo degli animali inferiori, abbia fornito una base a questo concetto, poichè egli non solo provò l'esistenza di larve costituite da due strati di cellule nello sviluppo dei celenterati, echinodermi, vermi, ascidie e, tra i vertebrati, nell'*Amphioxus*, ma anche, fondandosi sulle grandi somiglianze che presentano gli ulteriori stadi embrionali delle larve di *Ascidia* e di *Amphioxus*, e sul modo di formazione degli organi omologhi nell'em-

(1) Secondo R. e O. Hertwig, i tessuti dei vertebrati superiori avrebbero queste diverse origini:

I. Dal foglietto esterno: l'epidermide e le appendici epidermoidali, le glandole cutanee, l'epitelio delle due estremità del tubo digerente (bocca e ano), il sistema nervoso centrale e periferico, l'epitelio degli organi di senso, il cristallino dell'occhio.

II. Dal foglietto interno primitivo:

1.º Il foglietto interno secondario, che dà luogo all'epitelio del canale digerente e alle sue glandole, nonchè all'epitelio della vescica urinaria.

2.º I due foglietti medi: a) il superiore, che produce i seguenti primitivi (muscoli striati), b) l'inferiore che produce le piastre laterali (epitelio della cavità peritoneale e pleurica), epitelio dell'apparecchio genitale (?), epitelio dei reni e degli ureteri (?);

3.º L'estroffessione mediana che dà luogo alla corda dorsale.

4.º Il mesenchima generante tutti i tessuti connettivi, i vasi col loro endotelio, il sangue, l'endotelio delle cavità articolari, gli organi linfoidi, il tessuto muscolare liscio (?), la muscolatura del cuore (?).

Una estesa trattazione sull'origine embriologica dei tessuti animali trovasi in E. Haeckel *Ursprung und Entwickelung der thier. Gewebe. Jen. Zeitschr. für Naturwissenschaften.* Vol. II, 1884.

(2) Th. Huxley. On the Anatomy and affinities of the family of Medusae. *Philosophical Transactions. London*, 1849.

(3) A. Kowalevsky. Vari lavori nelle *Memoires de l'Academie de St. Petersbourg* sui *Ctenofori*, le *Phoronis*, le Oloturie, le Ascidie e l'*Amphioxus* (1866 e 1867).

brione dei vermi, degli insetti, e dei vertebrati, si oppose all'opinione fino allora dominante (sul fondamento dei piani di struttura di Cuvier) che gli organi dei diversi tipi non potessero essere omologhi fra loro.

Avendo Kowalevsky (1), dai dati dei suoi lavori embriologici, tratto la conclusione che il foglietto sensorio e le membrane embrionali sono omologhe negli insetti e nei vertebrati, che i foglietti blastodermici dell'*Amphioxus* e dei Vertebrati corrispondono a quelle dei vermi e dei molluschi (tunicati), stabili (in coincidenza con quanto già da lungo tempo si sapeva, che cioè vi sono forme anatomiche intermedie e di transizione tra i varî tipi animali, e che questi non sono già distinti in piani di organizzazione separati, ma rappresentano solo le divisioni più elevate del sistema) una base embriologica alla teoria della discendenza. Infatti era completamente giusta la conclusione di Kowalevsky, di considerare cioè la omologia dei foglietti blastodermici nei varî tipi come la base scientifica dell'anatomia comparata e dell'embriologia, e come il punto di partenza per la conoscenza delle parentele tra i tipi; di che troviamo prove a ogni passo nei vertebrati.

Dopo che Kowalevsky ebbe arricchito la scienza di questi fatti e di questi concetti, altri naturalisti le generalizzarono arditamente, cercando di accordare la teoria della discendenza con l'embriologia. Fra queste teorie dobbiamo ricordare la teoria della *Gastraea* esposta da Haeckel (2), la quale intende « a stabilire, invece delle classificazioni finora usate, un nuovo sistema basato sulla filogenia, il cui capitale principio di classificazione è l'omologia dei foglietti germinativi e dell'intestino primitivo e la differenziazione degli assi crociati (simmetria bilaterale e radiale) e del celoma ». Alla forma larvale ch'egli prende per punto di partenza della sua teoria, Haeckel diede il nome di *Gastrula*, e suppose che essa ripeta, embriologicamente, una forma originaria comune, a cui, in base al loro sviluppo, devonsi far risalire tutti i metazoi. A questa ipotetica forma antenata, che già dovea esistere nelle ère primordiali (periodo laurenziano), diede il nome di *Gastraea*, chiamando *Gastreadi* quel gruppo primitivo di forme a gastrea, che dovea essere allora sviluppato, con molti generi e specie. Basandosi su questa supposizione, ne ricavava, per l'intera serie dei metazoi, la omologia del foglietto esterno ed interno, riconducendo quello all'ectoderma e questo all'entoderma della *Gastraea*, mentre non ammetteva che una incompleta omologia pel mesoderma, che si forma secondariamente da

(1) Kowalevsky. Embriologische Studien an Würmern und Arthropoden. 1871. Pag. 58-60. Entwicklungsgeschichte der Sagitta, *Mem. Acad. St. Petersbourg*, 1871. Untersuchungen ueber die Entwick. der Brachiopoden. Moskau 1875. Entwick. des *Amphioxus lanceolatus*, ecc. Arch. f. mikr. Anat. 1877.

(2) Haeckel. Die Gastraeatheorie. *Jen. Zeitschr.* Vol. 8.º. Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. *Ibid.* Vol. 9.º Nachträge zur Gastraeatheorie. *Ibid.* Vol. 11.º. Ursprung und Entwicklung der thierischen Gewebe. Ein histogenetischer Beitrag zur Gastraeatheorie. *Ibid.* Vol. 11.º 1884.

uno dei due foglietti primitivi, o da entrambi. La nuova teoria che è, in fondo, una generalizzazione della teoria dei foglietti di Baer e Remak, estesa dai vertebrati all'intero gruppo dei metazoi (1), non può completamente spiegare la differenza dei vari tipi animali, nè si riesce a chiarire il loro sviluppo divergente dal comune punto di partenza dei gastreadi con l'opposizione tra la simmetria bilaterale e la simmetria radiale (*Protascus* e *Prothelmis* (2) o con la presenza e la mancanza d'una cavità del corpo (*Celomati*, *Acelomati*). La teoria della gastrrea si mantiene tuttora; ma ciò che ora si intende con tal nome è ben diverso dall'originaria teoria, limitandosi essa ora, nel campo embriologico, all'omologia dei foglietti germinativi. Ad ogni modo essa non modifica essenzialmente la classificazione attuale, e tanto meno la sostituisce con una nuova classificazione.

Con molto maggior ragione dovrebbe considerarsi, filogeneticamente, come punto di partenza dei metazoi dai protozoi, la *blastula* (*blastosphaera*) (3), che sembra davvero il necessario collegamento fra protozoi e metazoi, mentre la forma a due strati sembra essersi generata da questa in diversissime guise.

Vedemmo che il primo fenomeno della divisione del lavoro nella massa delle cellule di un organismo pluricellulare consiste nel differen-

(1) La larva a forma di sacco (*gastrula*) e la sua formazione per invaginazione era già stata osservata (prima di Kowalevsky e di Haeckel) da Rusconi e Remak negli anfibi, da Gegenbaur nella *Sagitta* e da Max Schultze nel *Petromyzon*.

(2) Secondo Haeckel, il *Protascus* era una forma sedentaria, fissata al polo aborale, e avrebbe dato origine ai tipi raggiati, e il *Prothelmis* una forma libera, con moto di progressione, e avrebbe dato origine ai tipi bilaterali. R. e O. Hertwig (Studien zur Blättertheorie 1879-83. Die Coelomtheorie 1881) modificarono e perfezionarono la teoria della *Gastraea*; e le più recenti conclusioni, almeno pei vertebrati, sono le seguenti: Dalla *blastula*, per invaginazione di una delle sue pareti, si forma la *gastrula* coi due foglietti: il blastoporo, e la cavità o *coelenteron*. Vi sono 4 sorta di *gastrula*: 1.° con cavità celenterica grande (*gastrula* tipica dell'*Amphioxus*, da uovo *alecite*); 2.° con cavità celenterica stretta a fessura, e con cellule vitelline accumulate sul pavimento del *coelenteron* (dalle uova a segmentazione totale ineguale dei ciclostomi e anfibi); 3.° con processo di invaginazione limitato al disco germinativo, e con sacco vitellino non invaginantese, che si circonda d'un strato cellulare (dalle uova *telolecite* dei pesci, rettili, uccelli); 4.° con *coelenteron* completamente limitato, in principio, dal solo ectoderma, avendo l'endoderma un margine libero posteriore (mammiferi). È a notarsi che le uova dei mammiferi son pure *alecite*, come quelle dell'*Amphioxus*, ma la differenza dello sviluppo evidentemente deriva da ciò, che nell'*Amphioxus* la mancanza di *lecito* è primitiva (e quindi si ha la *gastrula* primordiale o *archigastrula*), mentre nell'uovo dei mammiferi è secondaria, dovuta cioè a una regressione in seguito allo sviluppo nell'utero; chè, rimontando i mammiferi ai rettili, il loro uovo deriva originariamente da un uovo *telolecito*. L'antica presenza e la successiva riduzione del tuorlo di nutrizione spiega il particolare modo di formazione della *gastrula* dei mammiferi, che altrimenti sarebbe inesplicabile, con un nuovo *alecito*. Tali fatti mostrano anche che l'*Amphioxus* deve considerarsi come una forma primitiva, e non come una forma regressa. Nei vertebrati la *gastrula* ha una simmetria bilaterale ben distinta; il blastoporo corrisponde al polo aborale dell'adulto; il lato occupato dal vitello (segmentato o no) diventa il lato ventrale. Vedi Oscar Hertwig; Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. Jena, 1890.

(3) C. Claus. Cuvier's Typenlehre und Haeckel's sogenannte Gastraeatheorie. Wien, 1874.

ziamento di cellule riproduttrici (cellule sessuali). Pare incomprendibile, ed ancora meno dimostrato dai fatti ontogenetici finora conosciuti, che a gradi superiori di sviluppo uno strato di cellule continuo si formi istantaneamente per invaginazione e assuma rapporti esclusivi con la nutrizione e la digestione, che così si formi d'un tratto una gastrula per invaginazione, la quale corrisponde sicuramente, nel modo più semplice e meglio appropriato, alle condizioni di moltiplicazione delle superficie rese necessarie negli esseri che conducono una vita libera in seguito ad accrescimento del corpo. Cellule isolate potrebbero ugualmente penetrare nella cavità della blastula, operare la nutrizione, sia riunite con cellule superficiali, sia sole, per opera dei loro movimenti ameboidi, e preparare la divisione del lavoro tra le cellule nutritive interne e le cellule superficiali motrici (1). Ciò ha luogo appunto nelle larve giovani (precedenti la fase di gastrula) di molte spugne (*Hali-sarca*, *Ascetta*), di meduse idroidi e di echinodermi. Solamente più tardi si forma uno strato cellulare endodermico continuo e il blastoporo, mentre le cellule migranti isolate adempiono tutte od in parte nuove funzioni. Così si spiegherebbe il fatto, già dimostrato da altri fatti ontogenetici, che l'endoderma e il mesoderma (mesoblasto) hanno rapporti genetici immediati, poichè precisamente negli animali inferiori il mesoderma è molto spesso una parte dell'endoderma che da quello si è separato, o che ne deriva. Anche altri fatti, per esempio la funzione diversa del blastoporo, che in molti casi diventa l'ano, in altri l'orificio faringeo, si oppongono a che si ammetta l'omologia della gastrula nei diversi stipiti animali. Ma ciò che sembra rendere finora impossibile di giungere ad un concetto uniforme dei fenomeni evolutivi di tutti i tipi di metazoi, sono principalmente le grandi differenze nel modo di formazione del mesoderma. Ultimamente alcuni naturalisti che considerano come acquisita l'omologia dei due foglietti primitivi, tentarono di spiegare le differenze delle organizzazioni complesse che derivano dalla gastera (*teoria del celoma*) (2). Essi riferiscono l'origine degli elementi cellulari del mesoderma a due fonti interamente diverse, e per conseguenza raggruppano in due serie i tipi dei metazoi, esclusi i celenterati didermici. Una sola di queste serie, quella degli *enteroceli*, possiede un vero foglietto mediano, o mesoblasto, che costituisce una lamella epiteliale, nata tra i due foglietti epiteliali primitivi, l'esoblasto e l'endoblasto, a spese de' diverticoli di quest'ultimo. Nell'altra serie, quella dei *pseudoceli*, i materiali cellulari del mesoderma non formano un foglietto blastodermico; lo chiamano *mesenchima*. Secondo questi naturalisti sono cellule migranti isolate, le quali, insieme ad un prodotto di secrezione

(1) Metschnikoff. Vergleichend-embryologische Studien. Ueber die Gastrula einiger Metazoen. *Zeitsch. für wiss. Zoologie*, Vol. XXXVII, 1880.

(2) O. Hertwig e R. Hertwig. Die Coelomtheorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. Jena 1881.

gelatinoso liquido, colmano l'intervallo tra i due foglietti blastodermici. È incontestabile che questi anatomici hanno reso un gran servizio insistendo su questa differenza e introducendo il termine bene appropriato di mesenchima per designare questo secondo modo di formazione del mesoderma; ma questa teoria non ha fatto fare alcun progresso alla conoscenza dei rapporti genetici dei tipi di metazoi. Poichè da un lato non si può constatare una differenza fondamentale tra le cellule che, riunite fra loro, costituiscono uno strato epiteliale tra i due foglietti blastodermici e le cellule che, staccatesi isolatamente, migrano nella cavità viscerale primaria, e dall'altro lato l'origine del mesenchima non è uniforme, giacchè può svilupparsi ad epoche diversissime, anche prima della formazione dell'endoblasto, e poi a spese dell'ectoblasto e dell'endoblasto ed anche del mesoblasto (vertebrati). Animali vicinissimi si possono comportare assai diversamente; così, per esempio, i ctenofori hanno un foglietto mesodermico, mentre negli acalefi e nei polipi non si sviluppa che mesenchima. D'altra parte il mesenchima comprende formazioni molto differenti. Inoltre è una pura ipotesi il considerare come primitivo il modo di formazione del mesoderma per mezzo di ripiegature dell'endoblasto, tanto più che, massime nei tipi inferiori, i germi del mesenchima migrano durante la fase di blastula, assai prima del differenziamento dell'endoblasto, e che questo si può formare a spese dei germi del mesenchima. I *molluschi*, che sono considerati coi *briozoi*, i *rotiferi*, e i *platelminti*, come pseudoceli, sono in realtà, come i ctenopodi, enteroceli, e finalmente i *platelminti* parenchimatosi, che Haeckel aveva già separati dagli altri tipi sotto il nome di *acelomati*, restano soli nella serie dei pseudoceli. Si vede dunque che la teoria del celoma pare concorrere per una piccolissima parte a dilucidare i rapporti di parentela dei tipi dei metazoi.

Sviluppo diretto e metamorfosi.

Lo sviluppo embrionale è in generale tanto più complesso e lungo, quanto è più elevata l'organizzazione a cui deve arrivare l'embrione. Ne segue che la complessità e la durata dei fenomeni evolutivi sono più grandi nelle forme animali superiori che nelle forme inferiori, specialmente quando l'animale, all'uscire dall'uovo, somiglia già essenzialmente all'individuo sessuato e presenta, all'infuori delle dimensioni, la stessa conformazione. In questo caso lo sviluppo post-embrionale della larva, allo stato di libertà, si limita ad un semplice accrescimento del corpo e al perfezionarsi degli organi genitali solamente abbozzati. Se, per converso, la vita embrionale segue un corso relativamente semplice e rapido (per rapporto al grado di superiorità dell'organizzazione), o, in altre parole, se l'embrione nasce per tempo ed in uno stadio poco avanzato, lo sviluppo ulteriore sarà assai più complesso e presenterà, insieme ai

fenomeni di accrescimento, delle modificazioni e dei cambiamenti di forma. Il neonato, di fronte all'adulto, non è che una larva, e giunge a poco a poco, e non mai direttamente, alla forma di animale sessuato, di mano in mano che si sviluppano i suoi bisogni di nutrizione e di difesa, talora dopo aver presentato certi organi transitori. Si dà il nome di metamorfosi a questa forma di sviluppo post-embrionale.

Lo sviluppo degli anfibi e degli insetti ci presenta esempi ben noti di metamorfosi. Le uova delle rane e dei rospi danno origine a girini, o larve caudate e senza membra (fig. 137). Per la coda compressa e

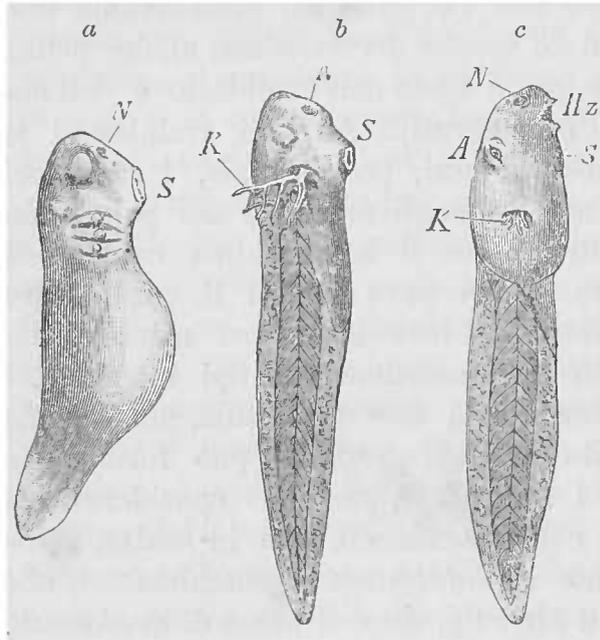


Fig. 137. — Larve di rana, da Ecker. *a* Embrione, un po' prima della nascita, con espansioni branchiali sugli archi viscerali. *b* Larva più avanzata, con becco corneo, e piccola fessura branchiale, sotto un opercolo membranoso, con branchia interna. *N* Fossa nasale, *S* Fossa adesiva, *K* Branchie, *A* Occhio, *H_z* Astuccio corneo boccale.

la respirazione branchiale, i girini ricordano i pesci; hanno sotto la gola due piccole fossette che servono loro a fissarsi alle piante acquatiche. L'orifizio boccale è circondato da un astuccio corneo: il tubo digerente, avvolto a spira, è lunghissimo; il cuore è semplice, e gli archi vascolari somigliano completamente a quelli dei pesci. Di mano in mano che l'animale cresce, le branchie esterne si riducono, finiscono a sparire completamente e sono sostituite da lamelle branchiali (interne) ricoperte da una ripiegatura cutanea; la cresta cutanea della coda diventa più marcata e le membra posteriori appaiono per prime, mentre le anteriori

restano ancora nascoste sotto la pelle e si presentano solo più tardi. Frattanto, i polmoni si sono sviluppati a spese dell'intestino anteriore, e alla respirazione branchiale è succeduta la polmonare, il cuore si è sdoppiato nella sua porzione auricolare e la circolazione è diventata doppia. Cade l'armatura boccale cornea, finalmente l'appendice caudale si raggrinza e sparisce, e il girino, adattato alla vita acquatica, si trasforma in un animale destinato a vivere sulla terra (rana e rospo) (fig. 138).

Per queste due forme di sviluppo, lo *sviluppo diretto* e la *metamorfosi*, legate bensì da intermediari, ma perfettamente distinte quando sono nettamente accentuate, è di importanza capitale la quantità di sostanza formatrice e nutritiva che si trova messa a disposizione dell'embrione per rapporto alla massa del corpo dell'animale adulto (R. Leuckart). Gli animali a *sviluppo diretto* esigono che l'uovo sia abbondantemente provvisto di vitello di nutrizione, o che abbia delle fonti

accessorie di materiali alimentari, necessarie allo sviluppo dell'embrione. Questa è la ragione per cui essi si sviluppano restando in comunicazione intima col corpo materno che fornisce loro le sostanze nutritive di cui abbisognano (mammiferi), oppure le uova d'onde escono sono relativamente molto grosse (uccelli). Gli animali a metamorfosi derivano, al contrario, da uova relativamente piccole e si procurano da sè, dopo la nascita precoce, i materiali di cui erano privi durante la loro vita nell'interno dell'uovo e che sono loro necessari per lo sviluppo ulteriore. Nelle stesse condizioni e con la stessa quantità di elementi sessuali atti a produrre la fecondazione, i primi hanno una progenitura limitatissima, gli altri producono un gran numero di discendenti. La metamorfosi si presenta

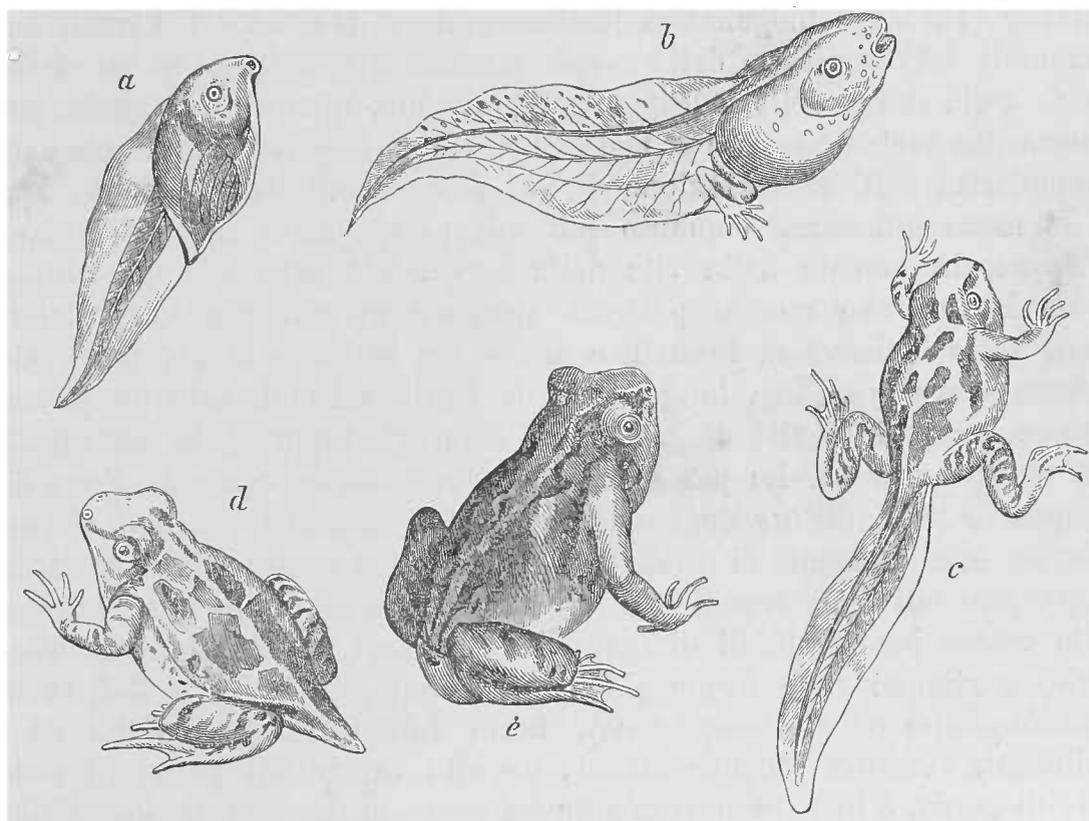


Fig. 138. — Fasi più avanzate dello sviluppo di un *Pelobates fuscus*. *a* Girino con larga coda, e privo di membra; *b* Larva più adulta con membra posteriori; *c* Larva con due paia di membra e coda; *d* Giovane rospo con un resto di coda; *e* lo stesso, dopo la scomparsa della coda.

dunque come un modo di sviluppo molto favorevole alla fecondità, ossia essa aumenta il numero dei discendenti prodotti da una data quantità di sostanza formatrice.

Si cercò già di spiegare in un modo piuttosto teleologico questa metamorfosi indiretta, che avviene mercè svariate riduzioni e neoformazioni, ammettendo che il suo scopo è quello di aumentare la fecondità per la necessità, nelle forme embrionali molto semplici abbandonate presto a sè stesse, di acquistare organi destinati a proteggerle e a provvedere alla loro nutrizione (R. Leuckart). Ma, senza contestare il valore di questo fatto, dell'esistenza cioè di tali rapporti fra certi

organi larvali e gli speciali modi di nutrizione e di difesa, non è meno fuori di dubbio che essi non ci offrano nessuna spiegazione di questi notevoli fenomeni. Noi arriviamo ad una spiegazione solo con l'aiuto dei principî del darwinismo e della teoria della discendenza, secondo cui la struttura delle larve dipende dal loro sviluppo paleontologico (filogenia), ossia, nell'evoluzione delle larve, i primi stadi corrisponderebbero alle forme antenate primitive, gli stadi più avanzati a delle forme animali più recenti e più elevate per organizzazione. In questo senso lo sviluppo dell'individuo pare essere una ricapitolazione breve e rapida, più o meno completa, dello sviluppo della specie, conformemente alle leggi dell'eredità e dell'adattamento (principio di Fritz Müller (1), legge biogenetica fondamentale di Haeckel). I tratti fondamentali dello sviluppo della specie saranno riprodotti tanto più fedelmente nella storia dello sviluppo dell'individuo, quanto più questa presenterà una serie numerosa di fasi embrionali successive, quanto più nelle particolarità dell'organizzazione di tali fasi larvali l'adattamento avrà avuto meno influenza, o quanto più tali particolarità si riferiranno a un'epoca più remota della vita della larva. V'è però una quantità di forme larvali che non si possono spiegare se non con l'adattamento (quasi tutte le larve di insetti), e anche fra le larve di crostacei, che passano spesso per una lunga serie di trasformazioni, solo un piccolo numero, come lo stadio di *Mysis* dei macruri, rappresenta nettamente uno stadio antenato. Le più giovani di queste larve, come la *Zoëa* dei decapodi e il *Nauplius* degli entomostraci e malacostraci, non ci permettono menomamente di concludere, come già si credeva, l'esistenza dei gruppi antenati dei zoëopodi e dei naupliadi; esse presentano al contrario delle tracce incontestabili di caratteri secondari acquistati per adattamento e rimasti nelle forme giovani. Al contrario la larva di Lovén (*Trochophora* o *Trochosphaera*), tanto diffusa tra gli anellidi ed i molluschi, avrebbe, secondo alcuni, un alto valore dal punto di vista della filogenia, e indicherebbe una forma antenata comune di questi tipi.

La metamorfosi è quindi un fenomeno intimamente legato all'evoluzione filogenetica ed è manifestamente la forma primitiva dello sviluppo.

I documenti storici che si sono conservati nella storia dello sviluppo si cancellano gradatamente per la semplificazione, e, in certo modo, per l'abbreviazione dei fenomeni nello sviluppo della larva al di fuori del corpo materno; le fasi successive della trasformazione dell'essere sono sempre più ristrette al periodo embrionale, e si effettuano nell'uovo più rapidamente e sotto una forma più abbreviata (caridi, gamberi mammiferi), a spese di materiali alimentari abbondanti (deuteroplasma, albumina, placenta). Negli animali a sviluppo diretto, l'evoluzione com-

(1) Fritz Müller. Für Darwin. Leipzig 1863, pag. 75-81. Questo principio era già stato intraveduto da Fr. Meckel.

pleta nell'interno dell'uovo non è che una metamorfosi concentrata e semplificata, e per conseguenza lo sviluppo diretto confrontato con la metamorfosi è una forma secondaria di sviluppo.

Generazione alternante, Polimorfismo, Eterogonia e Dissogonia.

Tanto nello sviluppo diretto come nella metamorfosi si vedono succedersi nello stesso individuo le diverse fasi evolutive. Ci sono anche delle forme di sviluppo libero, nelle quali solo una parte delle fasi evolutive si compie in un solo individuo, l'altra parte nei suoi discendenti. Il ciclo della vita della specie è rappresentato allora da due o più generazioni, di forma e di organizzazione differenti, la cui nutrizione si effettua in condizioni biologiche diverse e che si riproducono in modi diversi. È ciò che si dice generazione alternante o metagenesi, ossia alternanza regolare di una generazione sessuata con una o più generazioni che si riproducono per via asessuale. Scoperta dal poeta Chamisso (1) nelle salpe, ma rimasta nell'oblio per più di vent'anni, la generazione alternante fu messa in piena luce da J. Steenstrup (2), il quale dimostrò che essa è di regola in una quantità di animali (*meduse, trematodi*). Essa consiste essenzialmente in ciò, che gli animali sessuati generano discendenti (*nutrici*), i quali per tutta la loro vita restano diversi dai loro genitori, ma possono produrre agamicamente una generazione che riproduce la forma e l'organizzazione dell'animale sessuato, o che si moltiplica ancora asessualmente, ed i cui soli discendenti torneranno al tipo primitivo. In quest'ultimo caso si chiama *pronutrice* la prima generazione, che si riproduce asessualmente, e *nutrice* quella che ne deriva, ossia la seconda. Così la specie non è più rappresentata da un solo individuo, ma da un insieme di tre generazioni successive derivate l'una dall'altra (animale sessuato, pronutrice, nutrice). Lo sviluppo di queste generazioni che sono due, tre o più, può essere diretto o può passare per una metamorfosi più o meno complicata, e anche talora la nutrice differisce pochissimo dall'individuo sessuato, come nelle *salpe*, e talora presenta rapporti analoghi a quelli che esistono tra la larva e l'animale adulto, come nelle *meduse*. Siamo dunque condotti a distinguere diverse forme di generazioni alternanti.

In quest'ultimo caso, che ricorda la metamorfosi, si può spiegare la generazione alternante, supponendo che la forma di nutrice, che corrisponde ad una fase inferiore di sviluppo genealogico, abbia ereditato da questo la facoltà di riprodursi asessualmente, mentre la riproduzione

(1) Adalbert de Chamisso. De animalibus quibusdam e classe vermium Linnaeana, in circumnavigatione terrae, auspicante com. N. Romanoff, duce Ottone da Kotzebue, annis 1815-18 peracta. Fasc. I. De Salpa. Berolini 1819.

(2) Joh. Jap. Sm. Steenstrup. Ueber den Generationswechsel, ecc. Kopenhagen, 1842.

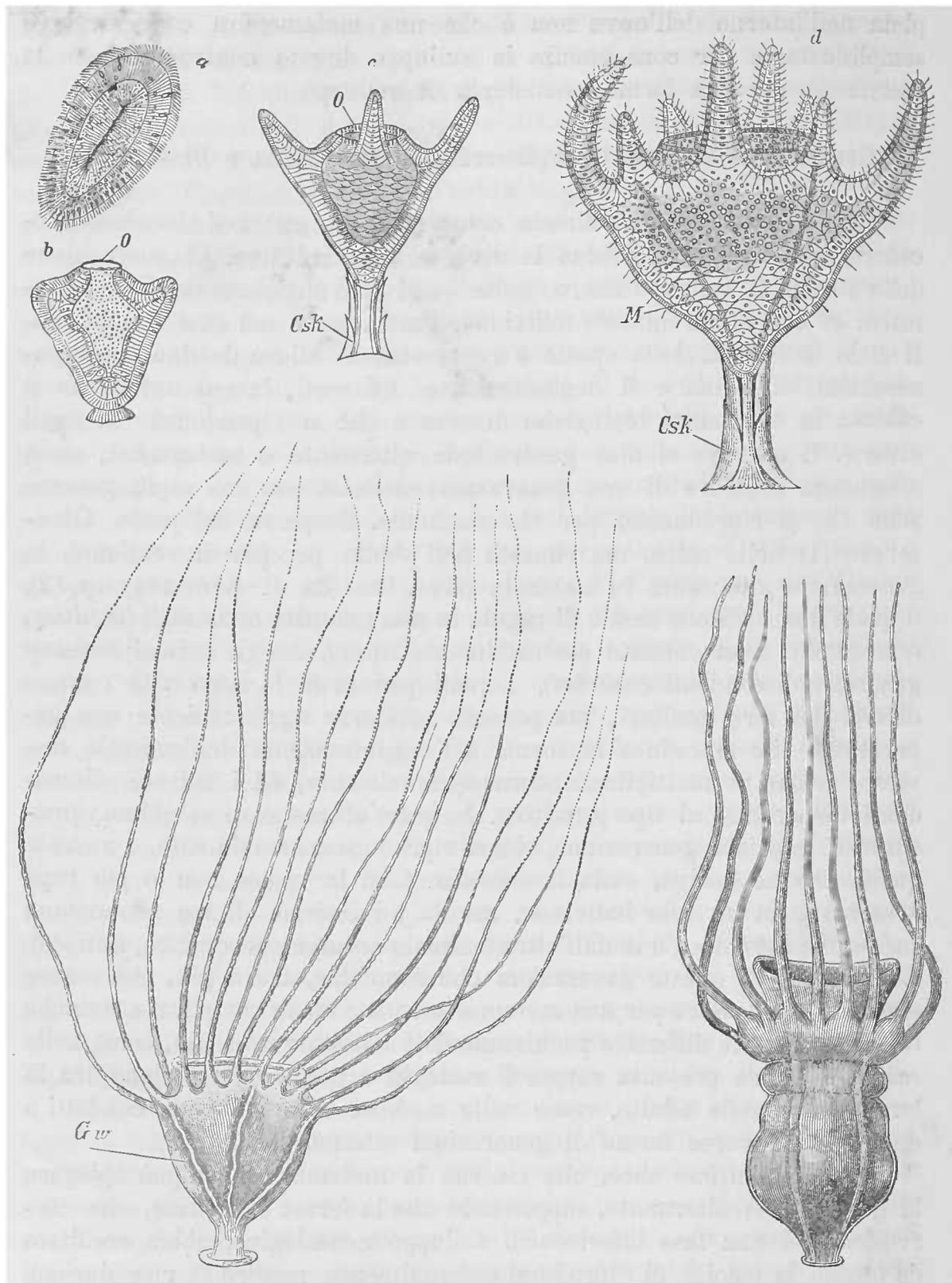


Fig. 139. — Sviluppo della *Chrysaora*. — *a* Planula bistratificata con una stretta fessura gastrica. — *b* La stessa dopo che s'è fissata; la nuova bocca *O* si va formando e i tentacoli si sviluppano — *c* Polipo (*Scyphistoma* con quattro tentacoli; *Csk* Scheletro cuticolare — *d* *Scyphistoma* con otto tentacoli, con bocca largamente aperta; *M* Muscoli longitudinali nei cercini gastrici. — *e* *Scyphistoma* con 16 tentacoli (debole ingrandimento), *Gw* Cercini gastrici. — *f* Principio della strobilazione la corona di tentacoli è ancora invariata.

sessuale è divenuta facoltà dell'ultimo stadio, il più elevato nell'organizzazione fletica. La metagenesi delle meduse discofores ce ne dà un esempio (fig. 139). Dopo essere uscita dall'uovo e avere nuotato liberamente più o meno a lungo, la planula ciliata (gastrula la cui bocca primitiva è chiusa), si fissa per il polo diretto in avanti quando si muove, mentre all'altro polo appare una nuova apertura boccale, posta alla sommità di un cono boccale contrattile, e intorno a cui si sviluppano successivamente 1, 2, 4, 8, e finalmente 16 tentacoli (fig. 139 *d*). Dal fondo della cavità digerente fino alla base del cono boccale si avanzano quattro cercini gastrici muniti di fasci muscolari longitudinali. Quando il polipo, che ora ha assunta la forma di un scifistoma (*Scyphistoma*, fig. 139, *e*), è giunto dopo una nutrizione sufficiente a certe dimensioni (circa da 2 a 4 millimetri), appaiono alla parte anteriore del corpo degli strozzamenti annulari, che dividono questa regione in una serie di segmenti. Questi strozzamenti si formano dall'innanzi all'indietro e successivamente in numero più o meno considerevole; la parte basale del polipo non ne presenta mai (fig. 139, *f*). Il scifistoma è diventato uno *strobilo* (fig. 139, *g*), il quale pure passa per varie fasi evolutive. I tentacoli si atrofizzano, i segmenti del corpo si trasformano in piccoli dischi piatti muniti di appendici lobate e di corpuscoli marginali (tentacoli atrofizzati), finiscono per separarsi e costituiscono allora larve di meduse o efire (*Ephyra*, fig. 139 *h*).

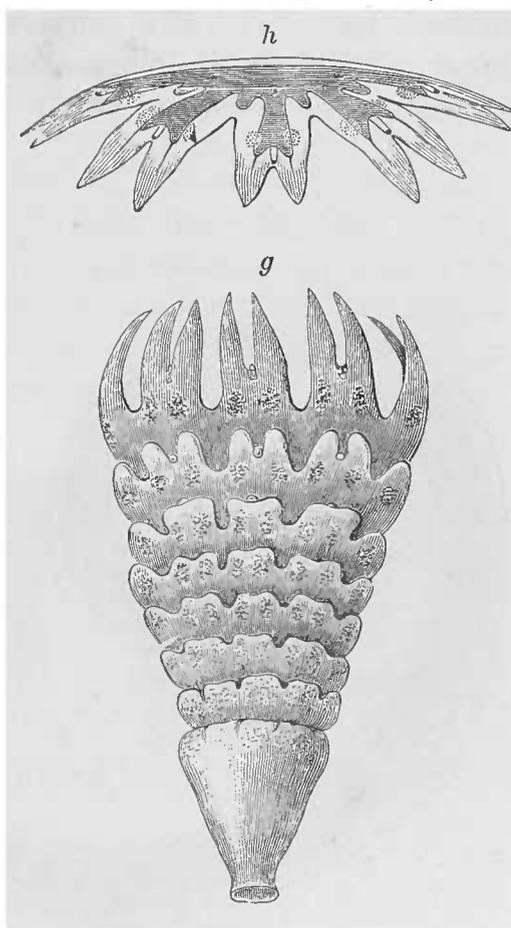


Fig. 139. — *g* Strobilo diviso in dischi successivi che, separandosi, costituiranno altrettante *Ephyra*. — *h* *Ephyra* divenuta libera di circa 1,5 a 2 mm. di diametro).

In un altro caso, quando nutrice e animale sessuato sono morfologicamente simili, come nelle Salpe, la metagenesi ha dovuto derivare (come la separazione dei sessi deriva dall'ermafroditismo) per divisione di lavoro, da animali sessuati, i quali originariamente erano costituiti nello stesso modo e avevano egualmente la facoltà di produrre gemme. È stato un vantaggio, per la produzione regolare delle catene di gemme (sullo stolone prolifero), che gli individui che le generano abbiano perduto la facoltà di riprodursi per via sessuale, e che gli organi genitali si siano atrofizzati gradatamente fino a sparire completamente, e che sugli individui riuniti in catena questi stessi organi si siano sviluppati

per tempo e che lo stolone prolifero abbia finito a poco a poco per sparire.

Come la riproduzione asessuale, per gemme che non si separano dall'individuo progenitore, dà luogo a colonie d'animali, così le nutrici e gli individui sessuati possono restare uniti insieme (idroidi).

Se gli individui che costituiscono queste colonie non si limitano ad essere gli uni nutrici, gli altri individui sessuati, ma differiscono per la conformazione e l'organizzazione in modo da dividersi le diverse funzioni necessarie alla conservazione della colonia, ne risulta una forma particolare di generazione alternante detta *polimorfismo*, che raggiunge un altissimo grado di sviluppo nelle colonie polimorfe di

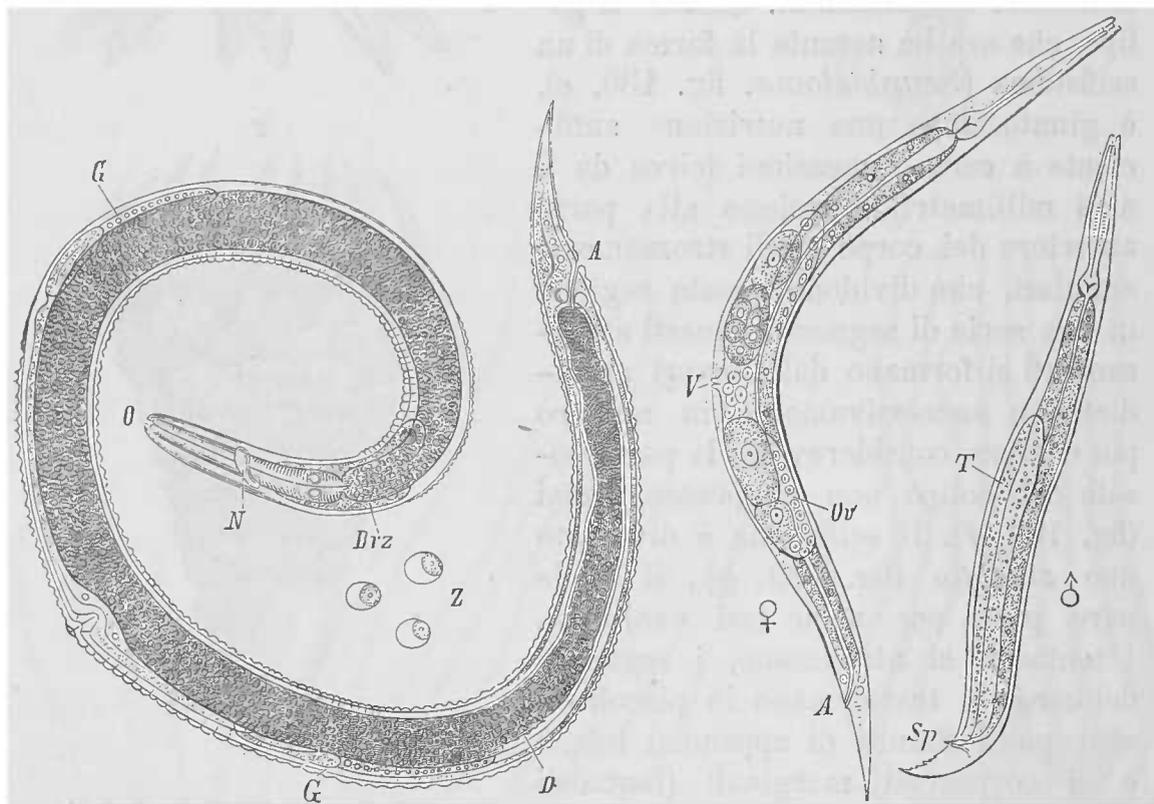


Fig. 140. — a *Rhabdonema nigrovenosum* maschio (maturo) lungo circa mm.3,5. G Glandole genitali, O Bocca, D Tubo digerente, A Ano, N Collare nervoso, Drz Cellule glandolari, Z Spermatozoi solati — b *Rhabditis* maschio e femmina, lunghi circa mm 1,5 a 2., Ov Ovario, T Testicolo, V Orificio sessuale femminile, Sp Spicula, A Ano.

sifonofori (1). Questa forma di generazione alternante è difficile a distinguersi, e talora non si distingue affatto dalla metamorfosi, perchè gli individui che si producono, in un caso restano allo stato di semplici aggregati d'organi, nell'altro acquistano una vera autonomia (Vermi nastriformi, *Taenia*, *Bothriocephalus*, *Ligula*, *Caryophyllaeus*).

Un altro modo di riproduzione assai simile alla metagenesi, ma che ammette una spiegazione affatto diversa, è l'eterogonia che fu ben

(1) R. Leuckart. Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen, 1851. Haeckel. Die Siphonophoren. 1888.

conosciuta solo in questi ultimi anni. L'*eterogonia* è caratterizzata dalla successione di generazioni sessuate di forma diversa e viventi in condizioni di nutrizione diverse. Una o più di queste generazioni possono pure riprodursi agamicamente per lo sviluppo spontaneo dell'uovo in seguito alla scomparsa dei maschi. Non si può spiegarla in altro modo che con l'adattamento a condizioni biologiche diverse. La si osservò dapprima in piccoli nematodi (*Rhabdonema nigrovenosum*, fig. 140 e *Leptodera appendiculata*). A seconda che il piccolo verme vive da parassito e che dispone, durante il suo sviluppo, di un nutrimento molto abbondante, o che, al contrario, si sviluppa in terra umida o in acqua fangosa, e che il suo nutrimento è provvisorio, l'organizzazione dell'individuo sessuato è tanto diversa, che si sarebbe condotti a classificare queste due forme adulte in generi distinti. Il *Rhabdonema nigrovenosum*, che vive nei polmoni dei Batraci, dà luogo a delle *Rhabditis* (fig. 140, a) che conducono vita libera; le due sorta di generazioni si succedono con una alternanza rigorosa. In altri casi, per esempio nella *Leptodera appendiculata*, l'alternanza delle generazioni non è regola fissa, e l'apparizione di una forma o dell'altra dipende da certe condizioni. Negli

insetti si osservano forme di eterogonia caratterizzate dall'alternanza dello sviluppo di uova partenogenetiche e di uova fecondate e dal polimorfismo

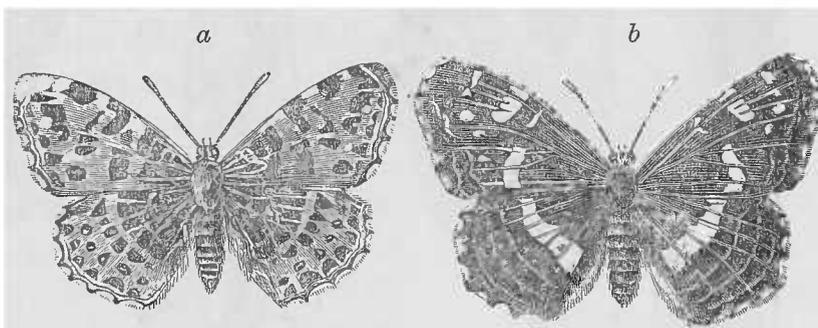


Fig. 141. — Femmina di *Vanessa (prorsa) levana*. a Forma invernale, b Forma estiva (da Weismann).

assai marcato di individui appartenenti a una stessa specie. Per esempio, nel *Chermes* e nella *Phylloxera* una o più generazioni di femmine (alate o aptere) si riproducono per partenogenesi e sono esclusivamente formate da individui ovipari; a un certo tempo dell'anno appare una generazione che comprende maschi e femmine, le quali depongono uova fecondate e che si distinguono per la riduzione degli organi boccali e dell'apparecchio digerente e per le dimensioni più piccole. Si può considerare come un primo grado di eterogonia il dimorfismo pronunciatissimo di certe farfalle, per esempio, della *Vanessa (prorsa) levana* a diversi momenti dell'anno. Esso è caratterizzato dall'apparizione, in questi tempi, di generazioni con ali aventi una colorazione e un disegno diverso (fig. 141).

Queste forme di eterogonia hanno una grande somiglianza con la generazione alternante, massime quando le generazioni partenogenetiche, in seguito all'adattamento a queste nuove condizioni (assenza di accoppiamento e di fecondazione), si trovano composte di femmine agamiche, incapaci d'accoppiarsi, ed in cui l'apparecchio genitale finisce per presen-

tare differenze essenziali per rispetto a quello delle femmine che s'accoppiano. Ciò appunto accade negli afidi il cui modo di generazione fu riferito (secondo Steenstrup e von Siebold) alla generazione alternante, fino al momento in cui Claus, basandosi sui fenomeni della riproduzione in un gruppo vicino, quello dei *Chermes*, mostrò che si tratta di eterogonia. Le nutrici vivipare degli afidi rappresentano una forma di femmine diverse, adattate alla riproduzione partenogenetica, e il loro germigeno non è che un ovario modificato.

Si presentano anche dei casi in cui lo sviluppo partenogenetico dell'uovo comincia assai per tempo, quando l'ovario è appena abbozzato; la riproduzione si effettua allora nel periodo larvale e la larva si comporta fisiologicamente come una nutrice. Ne risulta una forma di eterogonia assai simile alla prima forma di generazione alternante,

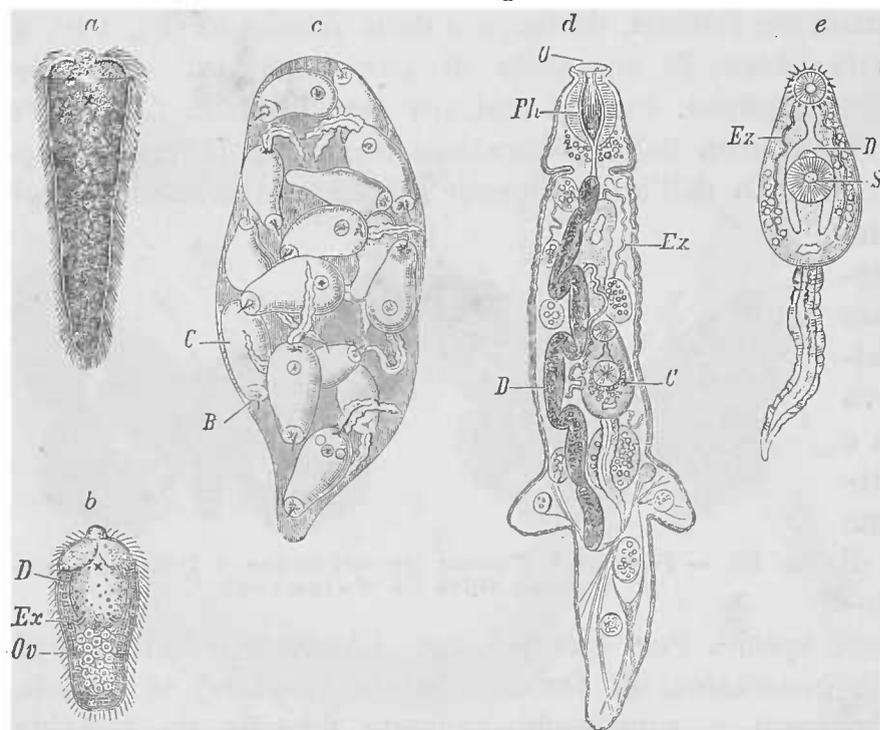


Fig. 142. — Sviluppo del *Distomum* (in parte da R. Leuckart). — *a* Embrione ciliato e libero — *b* Lo stesso contratto con lo sbocco del tubo digerente *D*, e un ammasso di cellule *Ov* che formeranno più tardi la glandola sessuale; *Ex* Apparato ciliato del sistema acquifero. — *c* Sporocisti di *Distomum*, pieno di cercarie (*C*), *B* Aculeo d'una cercaria. — *d* Redia di *Distomum* con bocca. (*O*), *Ph* Faringe, *D* Tubo digerente, *Ex* Apparato escretore; *C* Cercarie contenenti embrioni. — *e* Cercaria divenuta libera. *S* Ventosa adominale, *O* Ventosa orale, *D* Tubo digerente, *Ex* Apparato escretore.

che si manifesta per l'apparizione precoce della partenogenesi. Esempi di questo genere furono descritti da Nicola Wagner in una larva di *Cecidomya* (*Miaistor*) e da O. Grimm in una ninfa di una specie di *Chironomus*. Questo modo di riproduzione per opera di larve a spese del loro corpo riproduttore, è

stato chiamato, da C. E. von Baer, *pedogenesi*.

Se si considera l'accento di riproduzione come un germigeno, e le cellule ch'esso contiene come analoghe a cellule germinative o spore, la riproduzione delle cecidomie rientra nella categoria dei fenomeni della generazione alternante, ipotesi poco ammissibile in quanto nel gruppo nei metazoi nessun fatto permette di ammettere questa idea di « spora » presa dal regno vegetale. Le cellule riproduttrici dei metazoi che si considerano come spore o cellule germinative, derivano assai

più probabilmente in ogni caso da quell'aggregato di cellule, che rappresenta l'abbozzo dell'ovario e che si osserva già quasi sempre nelle prime fasi dello sviluppo embrionale.

Non è neppure da mettersi in dubbio che lo sviluppo dei distomi, riferito fin ora alla generazione alternante, non corrisponda ad una forma di eterogonia combinata con la pedogenesi (Grobben). Dopo la fine dello sviluppo embrionale, che succede alla segmentazione, gli embrioni ciliati (fig. 142, *a*, *b*) abbandonano, per lo più nell'acqua, gli involucri dell'uovo, penetrano nel corpo di un mollusco e si trasformano, entro il loro ospite in una *sporocisti* (fig. 142, *c*), specie di sacco tubulare o ramificato, o in una *redia* (fig. 142, *d*) munita di una bocca e d'un inizio di tubo digerente. Queste larve, morfologicamente molto semplici, producono per via asessuale delle *cercarie* (fig. 142, *e*), che diventano libere e si incistano nel corpo di un ospite intermedio, dopo aver perduto il loro aculeo boccale e la loro coda (fig. 143), e, di là, passano nel loro ospite definitivo dove diventano sessuate. Anche qui è probabilissimo che l'organo riproduttore, le cui cellule danno luogo alle cercarie, rappresenti l'abbozzo dell'ovario i cui elementi si sviluppano senza il concorso dei zoospermi e quindi per via partenogenetica. Le sporocisti e le redie non sarebbero allora che larve dotate della proprietà di riprodursi. Le cercarie rappresentano una seconda fase larvale molto più avanzata. Munte di un'appendice caudale mobile, spesso anche d'occhi e d'un aculeo boccale, esse offrono già nella loro organizzazione, salvo la mancanza d'organi genitali, la più grande rassomiglianza con la forma adulta a cui esse non giungono che più tardi, dopo essere passate per un nuovo ospite, ordinariamente un animale superiore, e dopo aver perduto i loro organi larvali.

Se si ammette la nozione della spora, considerandola come un prodotto di generazione asessuale, è impossibile nella pratica stabilire un limite netto fra la generazione alternante e l'eterogonia, poichè manca un criterio assoluto per distinguere la spora dall'uovo partenogenetico.

Al contrario, se si considerano le spore, come pare legittimo, quali cellule dell'abbozzo dell'ovario, capaci di svilupparsi spontaneamente, la generazione alternante e l'eterogonia si distinguono fra loro nettissimamente, poichè le forme di nutrici non si riproducono che per gemmazione e per scissione, mentre la riproduzione per le cellule germi-

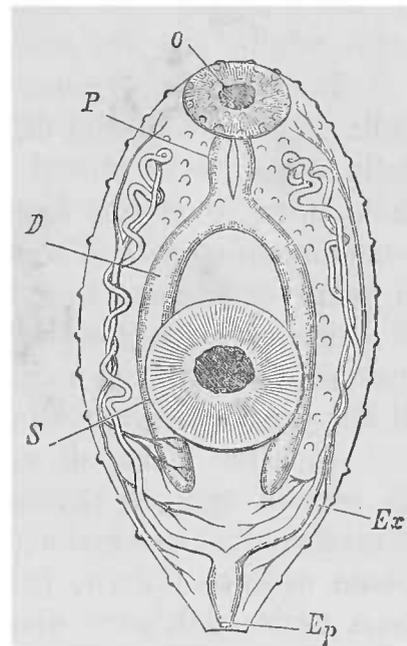


Fig. 143. — Giovane *Distomum* (da La Valette). *Ex* Tronchi del sistema acquifero, *Ep* Poro escretore, *O* Bocca e ventosa orale, *S* Ventosa addominale, *P* Faringe, *D* Rami del tubo digerente.

native, considerate come ovocellule capaci di svilupparsi spontaneamente, rientra nell'eterogonia.

Un carattere essenziale, che appartiene tanto all'*eterogonia* come alla *generazione alternante*, è la conformazione diversa delle generazioni che appartengono alla stessa specie, che per lo più si alternano con la massima regolarità. Ma vi sono anche altre forme di riproduzione in cui, nell'evoluzione dell'individuo, si succedono due fasi che possono riprodursi in modo diverso. Queste forme di sviluppo offrono il più grande interesse, quando si tratta di spiegare come si sono prodotte la generazione alternante e l'eterogonia, poichè esse preparano in qualche modo l'alternanza regolare di due o più generazioni di individui. Citeremo ad esempio la generazione alternante di certi corallari (*Blastotrochus*), che nella giovane età si riproducono per gemme e allo stato adulto per via sessuale.

Bisogna porre nella categoria dell'eterogonia incompleta i fenomeni della riproduzione dei fillopori e dei rotiferi, le cui femmine depongono delle uova estive che si sviluppano partenogeneticamente, e più tardi delle uova invernali, le quali, per svilupparsi, hanno bisogno di essere fecondate (*dafnidi*). Si dovrà riconoscere una vera eterogonia solo quando si potrà constatare l'esistenza di generazioni particolari nel citato caso di generazione a riproduzione partenogenetica, senza concorso di maschi, insieme a generazioni normalmente sessuate e che presentano particolarità di struttura collegate alla scomparsa della necessità della fecondazione.

Un'altra forma di riproduzione che ricorda l'eterogonia, sebbene da essa diversa, è la *dissogonia*. Essa è diffusa nei ctenofori lobati e consiste nella riproduzione sessuale sia della larva che dell'individuo adulto. Come osservò Chun, le larve cidippiformi di *Eucaris* e *Bolina* appena uscite dall'uovo diventano sessuate (forse sotto l'influenza d'una temperatura elevata), ma dopo il distacco dell'uovo fecondato gli organi sessuali si riducono e le larve diventano a poco a poco ctenofori lobati. Questi, parecchi mesi dopo, tornano sessuati una seconda volta, cosicchè la loro sessualità viene interrotta dalla metamorfosi. In simil guisa sono *dissogoniche* (si potrebbe dire *poligeniche*) anche numerose idromeduse (*Eucope variabilis*) e sifonofori (*Forskalia*, *Halistemma*), poichè essi in diversi stadi del loro sviluppo, e prima di raggiungere lo stadio adulto, emettono prodotti sessuali.

Storia. ⁽¹⁾

L'origine della zoologia rimonta ad una remota antichità. Tuttavia Aristotele (quarto secolo avanti Cristo) può essere considerato come il vero fondatore di questa scienza, poichè fu lui che raccolse le cognizioni sparse de' suoi predecessori, le arricchì dei risultati delle sue

(1) Victor Carus, Geschichte der Zoologie. 1872.

numerose ricerche e le coordinò scientificamente con spirito filosofico. I più notevoli dei suoi scritti filosofici trattano della « Generazione degli animali » delle « Parti degli animali » (1). Sfortunatamente quest'ultimo lavoro, il più importante di tutti, ci è giunto mutilato. In Aristotele non si deve cercare uno zoologo esclusivamente descrittore, nè nelle sue opere un sistema seguito fino nei suoi minimi particolari. Questo gran pensatore non poteva trattare la scienza in un modo così ristretto. Egli vedeva soprattutto nell'animale un organismo vivente; lo studiò in tutti i suoi rapporti col mondo esterno, ne osservò lo sviluppo, la struttura, le manifestazioni vitali e creò una zoologia comparata, che sott'ogni rapporto serve ancora di base prima alla scienza. La divisione degli animali in animali con sangue (ἔναιμα) e animali esangui (ἄναιμα), che egli, del resto, non considerava come un principio assoluto di classificazione, è fondata bensì su un errore, perchè tutti gli animali hanno un liquido sanguigno, ed il colore rosso non è affatto. come credeva Aristotele, una prova dell'esistenza del sangue, ma in fondo egli intendeva opporre l'uno all'altro i due gruppi di Vertebrati e Invertebrati.

Gli otto gruppi di Aristotele sono i seguenti:

Animali con sangue (ἔναιμα) = Vertebrati.

- 1) Animali vivipari (quadrupedi) (ζωοτοκοῦντα ἐν αὐτοῖς) vicino ai quali sono poste, come γένος particolare, le balene,
- 2) Uccelli (ὄρνιθες),
- 3) Quadrupedi ovipari (τετράποδα ἢ ἄποδα ὠοτοκοῦντα),
- 4) Pesci (ἰχθύες).

Animali esangui (ἄναιμα) = Invertebrati.

- 5) Molluschi (μαλάκια) (cefalopodi),
- 6) Crostacei (μαλακώστρακα),
- 7) Insetti (ἔντομα),
- 8) Testacei (ὀστρακοδέρματα) (echinidi, gasteropodi, lamellibranchi).

Dopo Aristotele l'antichità non ci presenta più che un solo zoologo eminente, Plinio il vecchio, che viveva nel primo secolo dopo C. e che, come si sa, comandava la flotta durante la grande eruzione del Vesuvio (79), dove trovò la morte. La storia naturale di Plinio tratta dell'intera natura, dagli astri fino agli animali, alle piante ed ai minerali; non è però un lavoro originale d'un gran valore scientifico, ma piuttosto una compilazione ricavata da fonti già conosciute, della quale non si può sempre fidarsi. Plinio tolse molto da Aristotele, ma non sempre l'interpretò giustamente e fece rinascere più d'una vecchia favola da lui respinta. Senza avere un sistema proprio suddivise gli animali, secondo il mezzo in cui vivono, in animali *terrestri* (ter-

(1) Vedi Jürgen Bona Meyer, Aristoteles' Thierkunde. Berlin, 1855. — Frantzius, Aristoteles' Theile der Thiere. Leipzig 1853. — Aubert und Wimmer, Aristoteles' fünf Bücher von der Zeugung und Entwicklung der Thiere, übersetzt und erläutert. Leipzig 1860. — Id., Aristoteles' Thierkunde Bd. I e II. Leipzig, 1868.

restria), *acquatici* (aquatilia) e *aerei* (volatilia), divisione che predominò fino a Gessner.

Con la decadenza delle scienze, anche la storia naturale rimase per molto tempo nell'oblio; ma le mura dei chiostri diedero asilo agli scritti di Aristotele e di Plinio e protessero da una totale distruzione questo germe della scienza nato dal paganesimo.

Durante il medio evo il vescovo spagnolo Isidoro di Siviglia (VII secolo), e più tardi Alberto il Grande (VIII secolo) composero delle opere sulla storia degli animali. Al XVI secolo, col rinascimento delle scienze, Aristotele tornò in onore, mentre un movimento pronunciatissimo trasportava le menti verso l'osservazione e le ricerche originali. Lavori come quelli di Gessner, di Aldrovandi, di Wotton, arricchiti giorno per giorno dai materiali di continuo forniti dalla scoperta e dall'esplorazione di nuove parti del globo, testimoniarono il risveglio della nostra scienza. Nel secolo seguente, mentre Harvey scopriva la circolazione del sangue, Kepller le leggi del corso degli astri, Newton la gravitazione universale che apriva alla fisica una via nuova, la zoologia entrava in uno dei suoi periodi più fecondi. M. Aurelio Severino scrisse la *Zootomia democritaea* (1645), dando descrizioni anatomiche di vari animali, specialmente come base dell'anatomia e fisiologia umana. Swammerdam, a Leida, anatomizzò il corpo degli insetti e dei molluschi e descrisse la metamorfosi delle rane; Malpighi a Bologna e Leeuwenhoek a Delft, applicarono il microscopio allora inventato all'esame dei tessuti e dei più piccoli organismi (infusori). Quest'ultimo scoprì i globuli del sangue e la striatura dei muscoli. Gli elementi figurati dello sperma furono scoperti da uno studente in medicina, Enrico Hamm, che, in causa dei loro movimenti, li chiamò *zoospermi*. Redi combattè la generazione spontanea degli animali dalla putredine, provò che i così detti vermi della carne provengono dalle uova della mosca, attenendosi alla celebre massima di Harvey: « Omne vivum ex ovo » Al XVIII secolo si fecero soprattutto progredire gli studî sui costumi degli animali. Naturalisti come Réaumur, Roesel von Rosenhof, de Geer, Bonnet, I. Chr. Schaeffer, Ledermüller, ecc., esposero le metamorfosi e i costumi degli insetti e degli animali acquatici indigeni, mentre, alla stessa epoca, spedizioni in lontani paesi portarono la scoperta d'un gran numero di forme animali. Tanto estese osservazioni, tanto zelo a radunare le produzioni più notevoli, accumularono sì numerosi materiali che la zoologia corse pericolo di cadere nella confusione, per mancanza di ordine, di divisioni precise, di denominazioni; ed era impossibile abbracciarne l'insieme.

In tali circostanze la comparsa di un naturalista sistematico, come Carlo Linné (1707-1778), doveva avere un'importanza capitale per lo sviluppo della zoologia. Prima di lui veramente, Ray, che si considera con ragione come suo predecessore, aveva cercato di fondare il suo ten-

tativo di classificazione su base razionale, ma non era riuscito ad edificare un insieme metodico. Ray introdusse per primo la nozione della specie e considerò i caratteri anatomici come la base della classificazione. Nell'opera che egli pubblicò nel 1693, *Synopsis methodica animalium quadrupedum et serpenti generis*, adottò la divisione degli animali d'Aristotele in animali con sangue e animali esangui; nel primo gruppo pose le basi delle prime quattro classi linneane, e divise gli animali esangui in animali di grandi dimensioni (Cefalopodi, Crostacei e Testacei) e in animali di piccole dimensioni (Insetti) (1).

Linné, senza potersi vantare di ricerche molto estese o di notevoli scoperte, aperse un'era nuova alla scienza con giudiciose scelte di caratteri, con limitazioni precise, con l'introduzione di un metodo sicuro di classificazione e di nomenclatura.

Stabilendo per gruppi di valore diverso una serie di categorie fondate sulle idee di specie, di genere, d'ordine e di classe, potè creare un sistema di divisione degli esseri animati, procedendo per gradazioni nettamente determinate. D'altra parte egli introdusse, col principio della *nomenclatura binomia*, un modo tanto sicuro, quanto semplice di designare gli esseri. Ogni animale assunse due nomi presi dal latino, il primo esprimeva il genere, il secondo la specie, riferendo la forma in questione a un genere e ad una specie determinati. Così Linné stabilì non solo una delimitazione netta ed una classificazione di tutto ciò che si conosceva, ma anche una orientazione metodica in cui le scoperte ulteriori potessero facilmente trovare il rispettivo posto.

L'opera capitale di Linné, il *Systema naturae*, che fu soggetto a numerose modificazioni nelle sue tredici edizioni, abbraccia i tre regni, minerale, vegetale ed animale. Lo si potrebbe paragonare esattamente ad un catalogo particolareggiato dove fossero registrati con metodo, come i libri di una biblioteca bene ordinata, tutti i prodotti della natura con l'enunciato dei loro caratteri più notevoli. Ogni specie, animale o vegetale, ricevette, secondo le sue proprietà, un posto definito, e fu messa nel gruppo del genere con un nome specifico. Al nome era aggiunta una corta diagnosi latina, ed i sinonimi degli autori e delle nozioni sui loro costumi, l'*habitat*, la patria.

Linné, come creò in botanica un sistema artificiale fondato sui caratteri tolti dal fiore, così stabilì una classificazione degli animali affatto artificiale, poichè non si fondava sulla distinzione dei gruppi naturali, ma aveva base per lo più su qualche particolarità tolta arbitrariamente dalla struttura interna od esterna. Già prima di Linné, Ray aveva mostrato con molta sagacia il lato debole delle suddivisioni d'Aristotele, senza però rifiutarle assolutamente. Linné applicò queste riforme

(1) Ray dice queste testuali parole a proposito della specie: *Welche Formen nämlich der Species nach verschieden sind, behalten diese ihre spezifische Natur beständig, und es entsteht die eine nicht aus dem Samen einer anderen oder umgekehrt.*

indicate dal naturalista inglese, stabilendo sei classi d'animali sulla conformazione del cuore, sulle proprietà del sangue, sul modo di respirazione e di riproduzione.

1. **Mammiferi**, *Mammalia*. Sangue rosso e caldo. Cuore composto di due ventricoli e di due orecchiette. Vivipari. Linné distingue sette ordini: *Primates* (coi quattro generi *Homo*, *Simia*, *Lemur*, *Vespertilio*), *Bruta*, *Ferae*, *Glires*, *Pecora*, *Belluae*, *Cetae*.
2. **Uccelli**, *Aves*. Sangue rosso e caldo. Cuore composto di due orecchiette e due ventricoli. Ovipari. *Accipitres*, *Picae*, *Anseres*, *Gallinae*, *Passeres*.
3. **Anfibi**, *Amphibia*. Sangue rosso e freddo. Cuore formato da una sola orecchietta e da un ventricolo. Respirazione polmonare. *Reptilia*, (*Testudo*, *Draco*, *Lacerta*, *Rana*), *Serpentes*.
4. **Pesci**, *Pisces*. Sangue rosso e freddo. Cuore composto di una sola orecchietta e d'un ventricolo. Respirazione branchiale. *Apoles*, *Jugulares*, *Thoracici*, *Abdominales*, *Branchiostegi*, *Chondropterygii*.
5. **Insetti**, *Insecta*. Sangue bianco. Cuore semplice. Antenne articolate. *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Neuroptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, *Aptera*.
6. **Vermi**, *Vermes*. Sangue bianco. Cuore semplice. Antenne non articolate. *Mollusca*, *Intestina*, *Testacea*, *Zoophyta*, *Infusoria*.

Mentre i successori di Linné continuavano a sviluppare questo sistema zoografico arido e consideravano erroneamente lo schema sistematico come l'espressione esatta della natura intera, alcuni eminenti naturalisti riconobbero i difetti del sistema di Linné e cercarono di perfezionarlo e di trasformarlo. Buffon, nemico delle classificazioni in cui vedeva una strettoia posta alla mente, concepiva già per tutto il regno animale un piano uniforme che si modificava gradatamente. I cambiamenti proposti da Lamarck, corrispondenti all'ordine naturale dei gradi di organizzazione, sono di tutt'altra importanza. Essi consistevano nello smembramento della classe linneana dei vermi in una serie di classi, che, insieme alla classe degli insetti, formavano la divisione degli invertebrati opposta alle quattro classi superiori, ossia ai vertebrati. Già nel 1794 Lamarck distingueva, oltre a delle classi dei vertebrati, le cinque classi di Molluschi, di Insetti, di Vermi, di Echinodermi, e di Polipi; più tardi ne aumentò il numero e finalmente divise gli invertebrati, procedendo dal semplice al composto, in dieci classi: *Infusorii*, *Polipi*, *Radiari* (che sostituiscono gli Echinodermi, e fra cui sono compresi i radiarii molli, ossia gli Acalefi), *Vermi*, *Insetti*, *Aracnidi*, *Crostacei*, *Anellidi*, *Cirripedi* e *Molluschi*. Così si trovò abbozzata nelle sue grandi linee la classificazione a cui doveva arrivare Cuvier, e che per l'uso simultaneo dei caratteri zoologici e dei caratteri anatomici, si avvicinava alle condizioni di un metodo naturale.

Giorgio Cuvier, nato a Montbéliard nel 1769 fu educato alla Karlsakademie di Stuttgart. Professore d'anatomia comparata al Giardino delle piante di Parigi, pubblicò le sue vaste ricerche in numerosi scritti, particolarmente nelle sue *Leçons d'anatomie comparée* (1805). Solo nel 1812, in una memoria divenuta celebre, egli stabilì una nuova classificazione essenzialmente diversa (1), che forse può considerarsi come la base dei metodi naturali. Cuvier non considerava, come aveva fatto fino allora la maggior parte degli anatomici, le scoperte ed i fatti anatomici come lo scopo finale della scienza; egli li sottomise ad uno studio comparativo e giunse così a dedurre dei principi generali. Considerando le particolarità dei diversi organi per rapporto all'insieme dell'organismo, riconobbe la dipendenza reciproca degli organi e fondandosi sulla correlazione delle parti, già intraviste da Aristotele, sviluppò il suo *principio delle condizioni d'esistenza*, senza le quali l'animale non può sussistere. « L'organismo forma un tutto completo nel quale le diverse parti non possono variare senza che tutte le altre non vadano soggette a corrispondenti modificazioni. » La comparazione della struttura degli animali fra loro, gli mostrò che gli organi essenziali sono anche i più costanti, mentre i meno importanti subiscono modificazioni nella loro forma e nel loro sviluppo, ed anche non sempre si presentano. Fu così condotto al *principio della subordinazione dei caratteri*, su cui si basa la sua classificazione. Senza lasciarsi dominare dall'idea preconcepita dell'unità dell'organizzazione animale, ma considerando sopra tutto le differenze del sistema nervoso e la posizione reciproca variabile dei sistemi d'organi più importanti, acquistò la convinzione che esistono nel regno animale quattro grandi divisioni, (*embranchements*) « quattro piani generali, per così dire, secondo i quali tutti gli animali sembrano essere stati modellati, e le cui divisioni ulteriori, con qualunque titolo siano state chiamate, sono pure modificazioni, abbastanza lievi, fondate sullo sviluppo o sull'aggiunta di qualche parte, che nulla cambia dell'essenza del piano. »

Già Lamarck aveva detto che le sue 10 classi di invertebrati, per i caratteri d'organizzazione e la disposizione degli organi, dovean distinguersi in parecchie serie equivalenti a quella dei vertebrati; cosìchè bastava mutare i nomi e l'ordinamento per giungere alla classificazione di Cuvier.

Le quattro divisioni di Cuvier (*tipi* di Blainville) erano i *Vertebrati*, i *Molluschi*, gli *Articolati*, i *Raggiati*, secondo il seguente prospetto:

(1) Cuvier. Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal. Ann. du Musée. — XIX. 1812.

<i>I. Vertebrati.</i>	<i>II. Articolati.</i>	<i>III. Molluschi.</i>	<i>IV. Radiati.</i>
1. Mammiferi	5. Insetti	9. Cirripedi	11. } Acalefi
2. Uccelli	6. Araenidi	10. } Gli ordinidei	11. } Echinodermi
3. Rettili	7. Crostacei	10. } molluschi di	12. Vermi (intesti-
4. Pesci	8. Anellidi	10. } Lamarek,	12. } nali)
		10. } quali classi.	13. Polipi
			14. Infusorii.

Le vedute di Cuvier, il quale, più d'ogni altro dei suoi contemporanei, abbracciava l'insieme dei fatti anatomici e zoologici, furono combattute dalle dottrine rivali di naturalisti eminenti (scuola dei filosofi della natura). In Francia il primo di tutti, Stefano Geoffroy Saint-Hilaire, difese l'idea già espressa da Buffon di un piano unico dell'organizzazione animale, dell'unità di composizione, che supponeva l'esistenza di una serie continua (1). Convinto che la natura impiega sempre gli stessi materiali nelle sue creazioni, fondò la *teoria degli analoghi*, secondo cui le stesse parti, quantunque differenti per forma e per grado del loro sviluppo, dovevano trovarsi in tutti gli animali; inoltre credette di poter concludere dal suo *principio delle connessioni* che le parti simili si mostrano ovunque nelle stesse posizioni reciproche. Secondo il *principio dell'equilibrio (balancement) degli organi* stabili che ogni accrescimento d'un organo è legato al decremento d'un altro. Questo principio lo condusse alla scoperta d'un metodo fecondo e d'un nuovo ramo della scienza, la teratologia. Ma l'illustre scienziato, affrettandosi troppo nel generalizzare, non s'avvide che all'infuori dei vertebrati le sue generalizzazioni non concordavano più coi fatti, e conducevano a considerare, per esempio, gli insetti come vertebrati capovolti e ad altre conclusioni altrettanto ardite. In Germania uomini come Goethe, ed i filosofi della natura, Oken e Schelling, si fecero difensori dell'unità di composizione senza molto occuparsi, bisogna dirlo, di tener conto dei fatti positivi.

La teoria di Cuvier uscì alla fine vittoriosa da questa lotta, che in Francia fu sostenuta da una parte e dall'altra con molta vivacità ed acerbità, ed i principî del suo sistema trovarono assentimento tanto più generale, quanto più i risultati dei lavori embriologici di Baer parevano confermarli pienamente. Le ulteriori ricerche fecero bensì scoprire nella sua classificazione più d'una lacuna e più d'un errore, ed operare molti cambiamenti nei particolari; ma l'idea fondamentale dell'esistenza delle divisioni (embranchements) come categorie più elevate e generali del sistema, si mantenne, e potè ben presto appoggiarsi ai risultati di una scienza nascente, quella dello sviluppo degli animali.

Le modificazioni principali che si dovettero indurre nella classifi-

(1) Stefano Geoffroy Saint-Hilaire. Sur le principe de l'unité de composition organique. Paris. 1828.

cazione di Cuvier si riferirono da principio alla modificazione del numero delle divisioni. Già da tempo si separarono gli *Infusorii* dai *Raggiati* e si posero sotto il nome di *Protozoi*, vicino agli altri quattro piani di organizzazione. Per la divisione dei *Raggiati* in *Celenterati* ed *Echinodermi*, e degli *Articolati* in *Artropodi* e *Vermi* si portò successivamente a sette il numero delle divisioni fondamentali, a cui vanno aggiunte altre due per lo smembramento resosi necessario dei *Molluschi* in tre divisioni (*Molluschi*, *Molluscoidi* e *Tunicati*).

Oggidi le idee di Cuvier hanno subito altri cambiamenti: L'idea di una separazione ben netta tra le varie divisioni, senza alcuna possibile transizione ha dovuto essere completamente abbandonata. Ricerche più accurate provarono che tra i tipi fondamentali si trovarono forme intermedie che tendevano a cancellare questa linea di limitazione insuperabile che si credeva esistesse fra loro. Ma, come le forme di passaggio tra le piante e gli animali non potrebbero cancellare l'idea d'una distinzione essenziale tra questi due grandi regni di corpi organizzati, così l'esistenza delle forme di passaggio di cui parliamo non diminuisce la nozione della divisione e non rende che più verosimile l'esistenza di un punto di partenza comune per lo sviluppo di diverse serie delle forme animali.

I progressi recenti dell'embriologia ci hanno fatto vedere che in diversi tipi esistono forme larvali molto vicine e che il primo abbozzo dell'embrione è formato da strati di tessuti simili (foglietti blastodermici), i quali indicano dei rapporti genetici.

Inoltre la comparazione dei fatti anatomici ed embriologici ha stabilito nel modo più verosimile che i tipi hanno fra loro dei rapporti di subordinazione più o meno lontani, che particolarmente le divisioni superiori derivano dai vermi.

Dalle considerazioni che precedono noi pensiamo che, nello stato attuale della scienza, il regno animale debba essere diviso in nove divisioni caratterizzate nel modo seguente:

1. **Protozoa, Protozoi.** — Piccoli organismi unicellulari a protoplasma differenziato. Riproduzione principalmente asessuale.

2. **Coelenterata, Celenterati.** — Animali raggiati. Piani di simmetria generalmente in numero di 2, 4 o 6; mesoderma formato da tessuto connessivo spesso gelatinoso o anche calcificato. Cavità centrale che serve alla digestione e alla circolazione (cavità gastro-vascolare).

3. **Echinodermata, Echinodermi.** — Animali raggiati. Piani di simmetria generalmente in numero di 5. Dermascheletro calcareo spesso irto di aculei. Tubo digerente e apparecchio circolatorio distinti. Sistema nervoso e sistema ambulacrale.

4. **Vermes, Vermi.** — Animali a simmetria bilaterale. Corpo non segmentato o composto di segmenti simili (omonimi), senza appendici articolate (arti). Canali escretori pari (apparecchio acquifero).

5. **Arthropoda, Artropodi.** — Animali a simmetria bilaterale. Corpo formato da segmenti eteronomi con appendici articolate (arti). Cervello e catena gangliare addominale.

6. **Mulloscoidea, Mulloscoidi.** — Animali a simmetria bilaterale, non segmentati, con un apparecchio tentacolare ciliato intorno alla bocca o con lobi boccali arrotolati a spira; ora polipoidi e chiusi in una cella a parete resistente, ora circondati da una conchiglia bivalve, a valva anteriore e a valva posteriore. Uno o più gangli riuniti da un collare esofageo.

7. **Mollusca, Molluschi.** — Animali a simmetria bilaterale. Corpo molle, non segmentato, senza scheletro, coperto per lo più da una conchiglia calcarea univalve o bivalve, secreta da una ripiegatura della pelle (mantello). Cervello, gangli pediali e palleari.

8. **Tunicata, Tunicati.** — Animali a simmetria bilaterale, non segmentati, in forma di sacco o di imbuto, a grosso tegumento (mantello). Un ganglio nervoso semplice, un cuore e un largo sacco faringeo che serve anche alla respirazione (sacco branchiale).

9. **Vertebrata, Vertebrati.** — Animali a simmetria bilaterale. Scheletro interno cartilagineo od osseo articolato (colonna vertebrale), i cui prolungamenti dorsali (archi vertebrali superiori) limitano una cavità per il midollo spinale e per l'encefalo, i cui prolungamenti ventrali (coste) limitano una cavità per gli organi della vita vegetativa. Due paia di membra tutt'al più (1).

Valore della classificazione.

Non sempre e non in tutti i tempi si sono professate le stesse opinioni sul valore da darsi ai sistemi zoologici in generale. Mentre Buffon nel secolo scorso considerava la classificazione come una pura invenzione della mente umana, L. Agassiz più recentemente credeva di poter attribuire a tutte le categorie del sistema un valore positivo. Proclamava che il sistema naturale fondato sulle affinità dell'organizzazione fosse una traduzione nel linguaggio umano del pensiero del crea-

(1) In contrapposizione al gruppo dei *Protozoi* (animali unicellulari) fu stabilito anche un gruppo dei *Metazoi* (animali pluricellulari) che comprenderebbe tutti i tipi superiori. Fra protozoi e metazoi, si interponevano, e da alcuni ancora si interpongono, i *Mesozoi* costituiti dai *Dicemidi*; ma questi ora, sotto il nome di *Planuloidi*, si uniscono a vermi. Parecchi anche non ammettono un tipo di *Molluscoidi*, unendo i briozoi e i brachiopodi ai vermi. Così pure, invece di distinguere i tunicati e i vertebrati in due tipi, se ne fa un solo col nome di *Cordonii*, considerandosi i tunicati come una forma degenerata. In seguito a recenti ricerche, alcuno avvicinerrebbe i plateminti piuttosto ai celenterati (ctenofori), anziché ai veri vermi (helminthes); e varie forme finora sono indecise tra i vermi e gli echinodermi. A parecchi poi non sembra esatto il porre, nella classificazione ascendente, i molluschi in seguito agli artropodi, sembrando questi più elevati per il carattere della segmentazione del corpo e per la complicazione generale dell'organismo.

tore, e che i naturalisti nei loro saggi tassonomici ne fossero gli interpreti incoscienti. È evidente che non si può ammettere che questo assetto metodico, dedotto dai rapporti dell'organizzazione fondati nella natura, sia una pura invenzione umana. Ed è non meno inesatto il voler negare che la nostra attività intellettuale non vi abbia alcuna parte, perchè la disposizione d'ogni sistema è sempre subordinata al nostro modo di considerare i fatti naturali e allo stato delle nostre conoscenze scientifiche. In questo senso Goethe disse con ragione che l'espressione di sistema naturale è una *espressione contraddittoria*.

I materiali che la natura mette a disposizione degli zoologi per edificare le loro classificazioni sono le forme individuali distinte dalla osservazione. Tutte le concezioni sistematiche, dall'idea di *specie* fino a quella di *tipo*, si fondano sulla considerazione di caratteri simili e sono astrazioni mentali.

Definizione della specie. La maggior parte dei naturalisti si accordava fino a questi ultimi tempi a considerare la *specie* come una unità creata isolatamente, invariabile e perpetuata per mezzo della riproduzione coi suoi stessi caratteri. Si contentavano dell'idea fondamentale contenuta nella definizione linneana: « *Tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum ens* ». Questa definizione si accordava con un dogma onnipotente nel dominio delle scienze geologiche, secondo il quale i periodi che si succedono nella formazione del globo, nascondono delle faune e delle flore completamente indipendenti le une dalle altre e separate da violenti cataclismi che annientano ogni volta il mondo organico intero. Cuvier soprattutto sostenne questo modo di vedere e per conseguenza si rifiutava a considerare gli animali e le piante fossili come gli antenati delle forme attuali. Fondandosi sulle sue vaste ricerche intorno alle ossa fossili del bacino di Parigi, credette di poter concludere, dalla mancanza di forme intermedie tra le specie estinte e le specie attuali, che queste ultime fossero affatto indipendenti dalle prime. Accordava che alcune forme vitali avevano potuto sopravvivere alle grandi rivoluzioni del globo e continuare da un periodo all'altro, ma non poteva rendersi conto dell'origine di innumerevoli forme nuove. Senza credere ad una creazione soprannaturale, considerava l'assenza di forme di transizione come un fatto di gran valore, che rendeva insolubile l'apparizione di nuove specie. Cuvier non pretendeva che una nuova creazione fosse necessaria a produrle, ma solo che fosse impossibile di farle derivare da esseri di un'era scomparsa.

Gli animali e i vegetali dell'epoca attuale, derivati gli uni dagli altri, presentano in realtà delle differenze più o meno considerevoli, in modo che si deve fare intervenire nella nozione della specie non più l'identità assoluta, ma la somiglianza dei caratteri essenziali. La specie è dunque allora, come l'ha definita Cuvier, *la unione di tutti gli*

esseri organizzati derivati l'uno dall'altro o da genitori comuni, e di quelli che fra essi somigliano quanto quelli si somigliano fra loro oppure, l'unione di quelle forme che hanno caratteri essenziali comuni, che derivano le une dalle altre, e producono discendenti fecondi.

Tuttavia, tutti i fatti naturali non possono entrare in questa definizione fondata sull'ipotesi che i caratteri principali degli esseri organizzati si perpetuino in un modo invariabile attraverso i tempi. Le difficoltà inestricabili che si incontrano nella pratica per la determinazione delle specie e che provano che non vi ha fra esse e le varietà alcun limite ben netto, mostrano quanto essa sia insufficiente.

Gli individui appartenenti ad una stessa specie non sono identici in tutte le loro parti e in tutte le loro proprietà, ma generalmente mostrano numerose modificazioni che, osservate con cura, bastano per distinguere le forme individuali. Si danno anche, nei limiti della stessa specie, delle combinazioni di caratteri modificati determinanti delle deviazioni più importanti, delle *varietà*, che possono perpetuarsi per eredità. Queste variazioni che si trasmettono per mezzo della riproduzione si dicono *varietà costanti* o *razze* e si distinguono le *razze naturali* dalle *razze artificiali* o *domestiche*. Le prime si trovano allo stato selvaggio limitate per lo più in certe località. Esse sono prodotte, nella serie dei tempi, dall'azione continua di condizioni climatiche e da un genere di vita diverso. Le razze artificiali, al contrario, sono create dall'uomo e comprendono esclusivamente gli animali domestici, la cui origine, sfortunatamente, è avvolta in una oscurità profonda.

Certe varietà che derivano da una stessa specie, possono differire moltissimo fra loro e allontanarsi per caratteri più importanti di quelli che separano le specie selvatiche; per esempio, le razze domestiche di piccioni, la cui origine comune fu riferita da Darwin con molta verosimiglianza al piccione torraio (*Columba livia*), sembrano suscettibili di variazioni così estese che le loro varietà, conosciute sotto i nomi di piccione tomboliere, di piccione pavone, di piccione gozzuto, ecc., sono stati perfino considerati dagli ornitologi come vere specie, e sono da loro stati distribuiti in generi diversi.

Assai spesso poi, allo stato selvaggio, le varietà non si possono distinguere dalle specie per l'insieme dei loro caratteri. L'essenziale di un carattere è la costanza della sua apparizione, e si riconosce la varietà a questo segno, che i caratteri che la distinguono sono più variabili che nella specie. Se si giunge a riunire delle forme molto lontane per mezzo di una serie continua di forme intermedie, si considerano quelle come varietà estreme di una stessa specie, mentre al contrario se ne fanno vere specie se i passaggi mancano, anche se le differenze che esse presentano sono meno rilevanti, purchè però siano costanti. Si capisce come, in simili circostanze, in mancanza di un criterio positivo, l'apprezzamento

individuale e il tatto dell'osservatore decidano se si ha a che fare con una specie o con una varietà, e come i naturalisti siano lontani dall'accordarsi in pratica (1). Ciò fu da Darwin e da Hooker estesamente e giudiziosamente messo in evidenza. Così, per esempio, Naegeli (2) ritiene che trecento specie di *Hieracium* allignino in Germania; Fries ne conta cento e sei; Koch cinquantadue; altri botanici ne ammettono appena venti, Naegeli pretende anche che non vi sia un genere composto di più di quattro specie su cui tutti i botanici siano d'accordo, e che si potrebbe citare una quantità di esempi in cui, dopo Linné, le stesse specie sono state più volte separate e riunite.

Per trovare dunque un criterio che permetta di separare le specie dalle varietà noi siamo condotti al carattere più importante della nozione di specie, che, veramente, non è quasi mai preso in considerazione nella pratica, la *derivazione comune* e l'*accoppiamento fecondo*. Ma anche da questo lato si oppongono difficoltà insormontabili al poter formulare in un modo preciso l'idea di specie.

Ibridi. Tutti sanno che animali di specie differenti s'accoppiano fra loro e producono degli *ibridi*; per esempio, il cavallo e l'asino, il lupo e il cane, la volpe ed il cane. Si sono pure osservati degli incrociamenti fecondi tra specie lontane, che non appartenevano allo stesso genere, come l'ariete e la capra, la capra e lo stambecco. Ma questi prodotti sono, in generale, infecondi; costituiscono delle forme intermedie effimere, e anche, nel caso in cui conservano la facoltà di riprodursi, ciò che si osservò più frequentemente nelle femmine degli ibridi, essi ritornano in poco tempo al tipo materno o paterno.

Vi sono però delle eccezioni alla sterilità abituale degli ibridi che si possono invocare come argomenti contro la fissità della specie. Le prove d'incrocio della lepore e del coniglio, fatti su larga scala ad Angoulême da Roux hanno mostrato che il loro prodotto, il leporide, è perfettamente fecondo. Osservazioni accurate sull'ibridismo delle piante, e particolarmente quella di W Herbert, hanno mostrato che parecchi ibridi sono tanto fecondi fra loro, quanto le specie di origine pura.

Anche allo stato selvaggio si osservano delle forme provenienti da incrocio di specie diverse che più d'una volta vennero considerate come vere specie e descritte come tali (*Tetrao medius*, ibrido del *T. urogallus* e del *T. tetrax*, *Abramidopsis Leuckarti*, *Bliccopsis abramorutilus*, ecc., sono pure ibridi secondo Siebold). La sterilità degli ibridi allo stato selvaggio non si può dunque porre come una legge, tanto più che si riconobbe come molte specie di piante selvagge risultino da incrociamenti fra specie vicine (Kölreuter, Gaertner, Nae-

(1) Il concetto di *subspecie*, a cui è costretta la sistematica, è in contraddizione col concetto scolastico della specie, ed è il segno più eloquente che gli stessi sistematici ammettono la relatività della distinzione specifica.

(2) C. Nägeli. Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München, 1865.

geli — *Cirsium*, *Cytisus*, *Rubus*). Per ciò pare tanto più verosimile che animali appartenenti a specie originariamente diverse sottomessi dall'uomo alla domesticità, possano, dopo acclimatazione e trasformazione progressiva, produrre delle forme intermedie persistenti.

Già Pallas aveva espressa l'opinione che specie vicine, le quali dapprincipio non s'accoppiano o non danno che ibridi infecondi, ne producano di fecondi dopo una prolungata domesticità. Ed infatti le ricerche dei zoologi hanno dimostrato essere assai probabile che alcuni dei nostri animali domestici discendano per via di selezione incosciente, operata nei tempi preistorici, da specie differenti. Rüttimeyer particolarmente ha cercato di dimostrare questo modo di origine per il bue (*Bos taurus*), che egli fa derivare dall'incrocio di almeno due forme antenate (*Bos primigenius* e *Bos brachyceros*). Si può anche considerare come certo che il maiale, il gatto domestico e le numerose razze dei cani provengano da parecchie specie selvagge.

Meticci. — Comunque sia, in considerazione specialmente di questi casi eccezionali, si deve dare una grande importanza alla fecondità costante dei *meticci*, ossia degli individui nati da incrocio di razze diverse della stessa specie; peraltro, anche qui si presentano delle eccezioni. Prescindendo dai casi in cui l'accoppiamento fra razze diverse è impossibile per ragioni puramente meccaniche, sembrerebbe, dalle osservazioni di allevatori ai quali si può prestar fede, che certe razze non si incrocino che assai difficilmente, e che anche alcune che provengono per selezione da un ceppo comune non hanno più accoppiamento fecondo. Il gatto domestico importato dall'Europa al Paraguay, secondo Rengger, si è da allora sensibilmente modificato, e mostra una decisa avversione per la forma europea da cui deriva. Il porcellino d'India europeo non si accoppia più con quello del Brasile, da cui assai verosimilmente discende. Il coniglio, che nel decimo quinto secolo fu importato dall'Europa a Porto Santo presso Madera, si è talmente modificato che il suo incrocio con le razze di conigli europei non dà più prodotti.

Teoria della discendenza di G. Lamarck, basata sull'adattamento diretto o funzionale.

L'impossibilità di definire in un modo preciso la nozione della specie in causa dell'esistenza della serie graduale non interrotta di forme animali e dei risultati della selezione artificiale, aveva già condotto, al principio del secolo, degli illustri naturalisti a combattere l'opinione dominante della sua immutabilità. Lamarck, già nel 1800-1802 (1), e

(1) Lamarck, *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, ecc. Paris, anno X (1802). Già ne parla nel *Discours d'ouverture prononcé le 21 floréal 1800*, e pubblicato come introduzione al *Système des animaux sans vertèbres*. Paris, 1801.

poi con maggiori particolarità nel 1809, espose, nella sua *Philosophie zoologique* (1), la dottrina della discendenza delle specie le une dalle altre, riferendo i successivi cambiamenti a cui andavano soggette, in parte alle modificazioni nelle condizioni d'esistenza e soprattutto all'uso o non uso degli organi.

Lamarck era già pervenuto alla convinzione che la specie non differisce essenzialmente dalla varietà, e che essa ha solo una durata limitata, corrispondente a condizioni biologiche determinate, e inoltre che l'insieme degli organismi scomparsi e dei viventi rappresenta una gran serie evolutiva, i cui diversi termini derivano gli uni dagli altri. Egli considera la specie, come le categorie superiori del sistema dal genere alla classe, quale creazione artificiale del nostro intelletto, come un mezzo da noi impiegato per facilitare le comparazioni e giungere a stabilire un quadro di insieme coordinato degli organismi. Gli organismi sono, ai suoi occhi, nello stretto senso della parola, delle produzioni della natura. I più semplici sono nati per generazione spontanea, ma, col tempo, perfezionandosi gradatamente, si sono elevati a poco a poco fino ai mammiferi e all'uomo.

Le cause delle modificazioni e della complicazione progressiva dell'organizzazione sono devolute, innanzi tutto, ai bisogni degli organismi e alla loro tendenza ad adattare gli organi esistenti ai cambiamenti nei rapporti col mondo esterno. Le grandi trasformazioni subite da tutte le parti della superficie del globo hanno dovuto col tempo determinare negli animali dei cambiamenti nei loro bisogni, e questi bisogni a lor volta hanno portato alla ripetizione di certi atti, alla produzione di certe abitudini, e inoltre allo sviluppo di certi organi e all'atrofia di certi altri. Le modificazioni così prodotte nella conformazione degli organismi, sono trasmesse per eredità ai loro discendenti, vi si mantengono e vi si accentuano nel seguito delle generazioni per l'azione continua delle stesse cause. La natura, esponendo a condizioni biologiche molto diverse, nelle diverse parti abitabili del globo che durante periodi di tempo più o meno lunghi furono soggette a cambiamenti, le forme che si sono gradatamente sviluppate, ha creato per adattamento il numero infinito nelle variazioni. Così, secondo Lamarck, la membrana interdigitale risultava da movimenti di nuoto di animali assoggettati a vivere nell'acqua; così pure lo sviluppo progressivo del volo si spiegava per mezzo delle ripiegature cutanee di certi mammiferi (*Petaurus*, *Pteromys*, *Galeopithecus*), le quali dapprincipio sostenevano il corpo nel salto e, in seguito all'uso ripetuto e al correlativo accrescimento, hanno condotto al modo di volo che si osserva nei pipistrelli. La lingua allungata degli uccelli e dei mammiferi sarebbe stata prodotta dall'abito di questi animali di cercare il loro nutrimento nelle fessure strette e profonde o in fondo al calice dei fiori.

(1) Lamarck, *Philosophie zoologique*, 2 vol. Paris 1809. Nuova edizione, 1873, con introduzione biografica di Ch. Martins, 2 vol. in 8.º.

L'atrofia dell'occhio nella talpa e negli animali cavernicoli, la scomparsa delle membra nei serpenti e dei denti nelle mascelle delle balene e di molti sdentati, sarebbe dovuta a mancanza d'uso. Però Lamarck era ben lungi dal considerare il suo principio dell'adattamento attivo — secondo cui l'influenza delle circostanze esterne e le abitudini che esse determinano cambiano, in progresso di tempo, la forma del corpo e le proprietà dell'organizzazione — come sufficiente per spiegare l'insieme del processo evolutivo e l'ordine naturale nei gradi di organizzazione degli esseri. Anzi attribuiva questo ad una causa prima impenetrabile, al sublime autore d'ogni cosa. Lamarck, che alcuni ritengono quale un deciso partigiano del monismo, non esitava a riconoscere i limiti dell'intelligenza umana nella spiegazione meccanica dell'enigma del mondo, e ad ammirare la grandezza e la potenza che ha dato alla natura la proprietà di realizzare lo sviluppo progressivo degli organismi col solo attuarsi delle leggi generali. Egli distingueva una causa che tende continuamente, nel processo evolutivo naturale, alla complicazione dell'organismo, e che stabilisce fra le piante e gli animali l'ordine naturale istituito dal « sublime autore » ed i mezzi accessibili alla nostra intelligenza, messi in opera dalla natura per creare per adattamento le variazioni infinite della specie. La prima causa si confonde per Lamarck con la grande legge della natura, la quale, agendo sola secondo un piano prestabilito produceva la gradazione successiva e regolare degli organismi. Ma nello stesso tempo l'influenza, che si può constatare, delle condizioni esteriori, dell'*habitat*, delle abitudini acquisite, disordina la regolarità di questa successione di forme, e determina numerose e spesso bizzarre deviazioni, per quanto sia difficile, nei singoli casi, distinguere un fenomeno dall'altro (1).

Quasi nello stesso tempo di Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire, difendendo contro Cuvier l'idea dell'unità di composizione di

(1) In un mio studio critico (Lamarck e Darwin, Milano, Flli. Dumolard 1886) ho esaminato diligentemente l'opera di Lamarck, e non posso ammettere che egli fosse un « finalista ». Nemmeno mi accordo col Perrier, che fa rimprovero a Lamarck d'incongruenza, pei suoi cenni sulla origine divina, notando com'esso in alcuni punti sia un deciso avversario delle cause finali e un ardito sostenitore delle cause efficienti, e in altri punti ammetta un « ordinatore » di tutte le cose. (*La philosophie zoologique avant Darwin*). Ma, per chi legge attentamente le opere di Lamarck, connettendole fra di loro, è troppo evidente che queste *concessioni* sono artifici per attenuare presso il lettore l'arditezza e la novità delle sue dottrine sulla evoluzione. Il motto che egli prepone al suo libro: *Nihil extra naturam observatione notum*, indica chiaramente ch'egli non ammetteva nulla *extra-naturam*, che non ammetteva insomma il sovrannaturale. E a pag. 19—21 del volume I degli *Animaux sans vertèbres* dice « non esservi in natura una materia che abbia in sé e per sé la facoltà di vivere, di sentire, di pensare; vita, sensazione e pensiero derivano dalla particolare struttura del corpo ». E altrove. « La natura, che ha ora la forza e l'attitudine di mantenere gli organismi, deve aver avuto anche la forza e l'attitudine di produrli ». Ma più evidentemente respinse ogni finalità in questo passo della *Philos. Zool.* (Vol. I, pag. 265-266): « *Conclusionne ammessa fino ad oggi*: La natura, o il suo autore, creando gli animali, ha previsto tutte le possibili circostanze in cui essi dovrebbero vivere, e ha dato a

tutti gli animali, espresse l'opinione che le specie non si siano perpetuate dopo la loro origine senza subire delle modificazioni. Quantunque d'accordo in fondo con Lamarck, egli attribuisce all'attività propria dell'organismo un'influenza minore, e crede di poter spiegare le sue trasformazioni con l'azione diretta delle modificazioni del *mondo ambiente*. Così, per esempio, l'aumento dell'ossigeno dell'atmosfera avrebbe avuto per risultato di elevare la temperatura dei vertebrati superiori e di trasformare le scaglie dei rettili in piume.

Finalmente bisogna citare anche Goethe, se non come uno dei fondatori della teoria transformista, poichè non ha mai avuto l'idea di una metamorfosi effettiva delle specie, almeno come un partigiano del principio dell'evoluzione naturale. Per l'indole del suo ingegno, era condotto a vedere nella natura un maestoso concatenamento dell'infinita varietà dei fenomeni, nei quali la sua immaginazione gli rappresentava un tutto armonico che si metamorfosa senza tregua per tendere verso la perfezione. Penetrato dall'idea di provare l'unità nella diversità delle manifestazioni della natura, scoperse le ossa intermascellari nell'uomo e la metamorfosi delle piante. Fu anche il creatore della teoria vertebrale del cranio, che dopo, veramente, dovette essere abbandonata.

Alle vedute di Lamarck (1) e di Geoffroy Saint-Hilaire si può riferire la rivoluzione portata più tardi da Lyell e Forbes nei principî fondamentali della geologia. Invece della teoria di Cuvier sulle rivoluzioni del globo e sui cataclismi che annientavano ogni vita, Lyell spiegò le trasformazioni geologiche con l'azione delle forze attuali agenti in un modo progressivo e continuo durante enormi periodi di tempo (*Principles of Geology*). I geologi, abbandonando con

» ciascuna specie un'organizzazione costante, una forma determinata ed invariabile nelle sue parti, le quali obbligano ogni specie a vivere in quei luoghi e in quei climi ove non la troviamo, e a conservare quelle abitudini che noi le riconosciamo ».

« *Mia conclusione particolare*: La natura, producendo successivamente tutte le specie animali, cominciando dalle più semplici e imperfette e terminando con le più perfette, ha complicato gradatamente la loro organizzazione; e, siccome questi animali si disperdono generalmente in tutte le regioni abitabili del globo, ciascuna specie riceve dall'influenza delle circostanze in cui si è trovata, le abitudini che noi le riconosciamo » e le modificazioni nelle sue parti che l'osservazione attuale ci mostra ».

Dal confronto di queste due conclusioni, di cui la prima è finalista, la seconda puramente meccanica, e dal fatto che Lamarck considera la prima come quella « ammessa finora », e la seconda quale la sua *conclusione particolare* si rileva qual fosse la sua opinione. Pur rispettando le idee altrui, per me il Lamarck è un *meccanicista* nel senso più puro della parola. N. d. T.

(1) Lamarck precedette decisamente il Lyell nella teoria delle « cause attuali ». A pag. 75 Vol. I delle *Philos. zool. (Des especes dites perdues)* scrive che non avvennero catastrofi subitane, ma che le modificazioni geologiche dipendono solo dal lavoro delle acque e dalle lente oscillazioni del suolo. « I luoghi elevati si degradano per le azioni alternate del sole e della pioggia; tutto ciò che se ne stacca viene trascinato al basso, il letto dei torrenti, dei fiumi e le rive dei mari si spostano; insomma, alla superficie della terra, tutto cambia di forma, di natura, di aspetto ».

lui l'ipotesi di catastrofi sopravvenienti di tanto in tanto nel corso regolare della natura, dovevano anche ammettere la continuità della vita attraverso le fasi successive della formazione del globo, e cercare di riferire la grande variazione del mondo organizzato a influenze straordinariamente lente e poco energiche, ma senza interruzione attive per immensi lassi di tempo. La variabilità della specie, la formazione di nuove specie, nel corso dei secoli, a spese di forme già esistenti, è quindi ammessa in geologia dopo Lyell come un postulato necessario per spiegare naturalmente, senz'essere obbligati a far intervenire degli atti di creazione ripetuti, le differenze delle piante e degli animali nei periodi geologici successivi.

Principio della selezione naturale secondo Darwin.

Tuttavia era necessaria una dottrina basata su un fondamento più solido per dare più forza all'ipotesi del trasformismo caduto nell'oblio. L'illustre naturalista inglese, Carlo Darwin, ebbe il merito di stabilire, appoggiandosi su materiali scientifici considerevoli, una teoria dell'origine e della trasformazione della specie che, intimamente legata alle vedute di Lamarck e di Geoffroy Saint-Hilaire, e in armonia con le dottrine di Lyell, per la semplicità del suo principio, come per l'esposizione positiva e convincente che ne ha data, malgrado le opposizioni dei suoi avversari, ha trovato, quand'anche sotto una forma un po' modificata, un'accoglienza quasi unanime.

Darwin (1) prende per punto di partenza i fenomeni dell'*eredità*, secondo cui i caratteri dei genitori si trasmettono ai loro discendenti. Ma insieme all'*eredità* esiste un *adattamento* legato alle condizioni particolari dell'alimentazione, una *variabilità* limitata della forma senza la quale gli individui di uno stesso ceppo dovrebbero essere identici. Mentre l'*eredità* tende a riprodurre identicamente i caratteri, appaiono nei discendenti di una stessa specie delle variazioni individuali, e nascono così delle modificazioni sottoposte a lor volta alla legge dell'*eredità*. Sono portate a modificarsi soprattutto le piante coltivate e gli animali domestici, tra i quali le variazioni individuali sono più considerevoli che nelle stesse specie allo stato selvaggio. La facoltà di addomesticazione, non è altro, in fondo, che la facoltà di adattarsi a delle condizioni di alimentazione diverse e ad un altro genere di vita. La *selezione artificiale*, per cui l'uomo riuscì, con scelta giudiziosa, ad ottenere negli animali e nelle piante certe qualità che gli sono utili, si fonda sull'azione reciproca dell'*eredità* e della variabilità individuale, ed è assai probabile che le numerose razze di animali domestici siano state un

(1) Ch. Darwin. L'origine delle specie (1859). Variazione degli animali e delle piante sotto l'azione della domesticità (1868). L'origine dell'uomo (1872).

tempo create così dall'uomo in un modo incosciente, allo stesso modo con cui oggi si producono metodicamente nuove varietà in numero sempre maggiore. Processi analoghi agiscono nella natura per formare delle varietà. Vi è così una *selezione naturale* che, prodotta dalla lotta degli organismi per la vita, porta, per mezzo della riproduzione, a una *scelta naturale*. Come dimostrarono già da lungo tempo Alfonso De-Candolle e Lyell, tutte le piante e tutti gli animali sono soggetti ad una specie di concorrenza e lottano fra loro e contro le condizioni vitali esteriori per la loro conservazione. La pianta lotta contro il clima, le stagioni e il sole; essa è in concorrenza con le altre piante, e sviluppandosi più di quelle, toglie loro la possibilità di sussistere. Essa serve d'alimento agli animali, i quali ne distruggono una gran quantità e che, a lor volta, vivono in guerra continua. I carnivori si nutrono quasi esclusivamente della carne degli erbivori. Tutti cercano di moltiplicarsi quanto più è possibile. Ogni organismo genera assai più discendenti che non ne possano sussistere. Ogni specie dotata d'una certa fecondità è esposta a dei rischi corrispondenti di distruzione; poichè, se fosse diversamente, il numero degli individui che la compongono crescerebbe in progressione geometrica in proporzioni tali che nessuna contrada basterebbe a nutrirla. Se al contrario le condizioni che la favoriscono, come la fecondità, la grossezza, l'organizzazione, il colore, ecc., facessero difetto, essa non tarderebbe a scomparire dalla superficie terrestre. Tutti gli esseri, anche se di diversissima organizzazione, (come il Sorex e il trifoglio), combattono per l'esistenza, ma la lotta più accanita ha luogo tra individui della stessa specie, che cercano lo stesso nutrimento e sono esposti agli stessi danni. Gli individui meglio dotati hanno necessariamente più probabilità di mantenersi e di moltiplicarsi, e quindi di riprodurre le modificazioni utili alla specie, di trasmetterle ai loro discendenti e qualche volta anche di accentuarle. Come la selezione artificiale ha per iscopo una scelta giudiziosa fatta in vista dei vantaggi che l'uomo ne può avere, così la *selezione naturale* conduce per mezzo della concorrenza vitale, a una scelta naturale che fa nascere le modificazioni più vantaggiose per la specie. Ma, come la lotta per l'esistenza fra le forme vicine deve essere tanto più accanita, quanto più esse si somigliano, ne risulta che quelle che maggiormente differiranno avranno anche maggiori probabilità di mantenersi; d'onde, come conseguenza necessaria, la divergenza dei caratteri e l'estensione delle forme intermedie. Gradatamente, per la combinazione delle modificazioni utili, per l'accumulamento di particolarità ereditarie, primitivamente di poca importanza, nasceranno delle varietà che divergeranno sempre più. Ora si capisce perchè ogni cosa nell'organismo è disposta ad uno scopo, che è quello di assicurare l'esistenza dell'essere il meglio possibile. Questi fenomeni così numerosi che fin qui solo teologicamente si potevano interpretare, sono così riferiti a rapporti di

causalità, a cause efficienti e trovano la loro spiegazione nelle connessioni naturali.

Questa dottrina della *selezione naturale*, che si fonda da un lato sull'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento, dall'altro sulla lotta per l'esistenza, serve di base alla teoria darwiniana. Nella sua idea fondamentale essa non è che un'applicazione dei principii di Malthus al regno animale e vegetale. Sviluppata contemporaneamente da Darwin e da Wallace (1), essa ha ricevuto dal primo una base scientifica delle più vaste. Si deve confessare, veramente, che la teoria della selezione, quantunque appoggiata a fenomeni biologici e a leggi manifeste, è però molto lungi dal rivelare le cause ultime e i rapporti fisici dell'adattamento e dell'eredità, poichè non può dimostrarci perchè questa o quella variazione apparirà come una conseguenza necessaria dei cambiamenti nelle condizioni vitali, e come accadono i fenomeni così variati e meravigliosi dell'eredità. Forse è un'esagerazione il pretendere, come certi partigiani entusiasti della teoria di Darwin, che il suo posto è immediatamente a fianco della teoria di Newton sulla gravitazione perchè essa è fondata « su una sola legge fondamentale, su una sola causa efficiente, sull'azione reciproca dell'adattamento e dell'eredità ». Questi naturalisti non badano che qui si tratta solo di provare il concatenamento causale, meccanico tra delle serie di fenomeni biologici, non di una spiegazione fisica (2). E, quantunque siamo autorizzati a riferire i fenomeni dell'adattamento a fatti di nutrizione e a considerare l'eredità come una funzione fisiologica, non è meno vero che finora siamo di fronte a questi fenomeni come il selvaggio che vede per la prima volta una nave. Mentre i fatti così complessi dell'eredità restano bene spesso enigmatici (3), noi possiamo però qualche volta spiegare in un modo generale certe modificazioni di organi per opera di cambiamenti nelle condizioni dello scambio della materia; ma solo raramente, come nel caso dell'uso e disuso degli organi, possiamo più direttamente riferire il loro sviluppo o la loro atrofia all'attività o alla diminuzione della nutrizione, ossia ad una causa fisico-chimica.

Si rimprovera spesso a Darwin di avere attribuito, nella sua spiegazione dell'origine delle varietà, una parte importante al caso, di avere accordato la preponderanza alla lotta per l'esistenza, e, al contrario, di avere troppo abbassata l'influenza diretta dell'azione fisica sulle deviazioni delle forme. Questo rimprovero mi sembra dovuto ad un malinteso. Darwin stesso dice che la parola *caso*, che egli ha spesso usato a

(1) Vedi H. R. Wallace. Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl. Erlangen 1870.

(2) Veramente non abbiamo ancora una spiegazione fisica della *gravitazione*, fondamento della teoria di Newton. Anche qui si tratta solo di risalire a una causa più generale, inesplicata. *Trad.*

(3) Si abusa singolarmente della parola *legge*, applicandola indistintamente a tutti i numerosi fenomeni, in parte contraddittori, dell'eredità.

proposito della comparsa di una od altra modificazione di poca importanza, è un'espressione molto scorretta, che serve solo ad indicare la nostra completa ignoranza sulla causa fisica di ogni deviazione particolare. Se Darwin è giunto, con una serie di considerazioni, a concludere che le condizioni biologiche, come il clima, l'alimentazione, ecc., esercitano per sè stesse una influenza diretta di poco momento sulla variabilità, poichè, per esempio, le stesse varietà si producono nelle condizioni biologiche più diverse, mentre, al contrario, nelle stesse condizioni appaiono varietà differenti, e che l'adattamento complessa da organismo ad organismo non può essere prodotta da tali influenze, tuttavia riconosce, nel cambiamento delle condizioni vitali e del modo di alimentazione, la causa prima delle leggere modificazioni di struttura. *La sola selezione naturale accumula e aumenta queste deviazioni in modo da renderle apprezzabili dai nostri sensi.* Ma la forza dell'argomentazione di Darwin si fonda appunto sull'alleanza stretta dall'azione fisica diretta col risultato della selezione naturale.

La produzione delle *varietà* e delle *razze* non è che il primo passo nei processi della trasformazione continua degli organismi. Per quanto sia lenta e progressiva l'azione della selezione naturale, non v'è però alcun limite all'estensione e alla grandezza dei cambiamenti, alla catena infinita delle adattazioni reciproche degli esseri viventi, se si suppone che essa agisca durante lunghissimi periodi di tempo. Con l'aiuto di questo nuovo fattore che i fatti della geologia non permettono di rifiutare, si trova colmato l'abisso tra le varietà e le specie. Le prime, divergendo sempre più nel corso del tempo — e più esse divergono, più la loro organizzazione si differenzia e più anche diventano atte ad occupare posti differenti nell'economia della natura e ad aumentare in numero — finiscono per trasformarsi in ispecie che, allo stato selvaggio, non si incrociano più o che, almeno, vengono fecondate eccezionalmente. *La varietà è dunque, secondo Darwin, una specie in via di formazione.* Varietà e specie sono legate da una serie non interrotta di transizioni; esse non presentano alcuna separazione assoluta, e differiscono solamente in proporzioni variabili, secondo la grandezza delle modificazioni presentate dalle loro proprietà morfologiche (caratteri di forma) o fisiologiche (facoltà di incrociarsi).

Questa conclusione di Darwin, che estende i risultati della selezione naturale della *varietà* alla *specie*, incontra, massime da parte di quelli fra i suoi avversarî che subordinano i fenomeni della natura alle idee tradizionali, una opposizione accanita e spesso anche odiosa. Quantunque essi non possano negare i fatti della variabilità e riconoscano anche l'influenza della selezione per la formazione delle razze naturali, tuttavia restano fedeli al dogma, che stabilisce una barriera insormontabile tra la specie e la razza. Ma a noi è impossibile di tracciare una tale linea di distinzione. Nè la natura dei caratteri differenziali, nè i ri-

sultati dell'incrociamiento non ci danno caratteri sicuri della razza e della specie; e il fatto *che noi non possiamo giungere ad alcuna definizione soddisfacente dell'idea di specie, perchè non possiamo nettamente delimitare la specie dalla razza*, fa tanto più inclinare la bilancia in favore degli argomenti di Darwin, che, cioè, nè la variabilità degli organismi, nè la lotta per l'esistenza, nè la remotissima antichità della vita sul globo, possano essere contestate. La variabilità delle forme è un fatto positivo come la concorrenza vitale. Se si ammette inoltre l'influenza della selezione naturale, si potrà allora comprendere la formazione delle razze e delle varietà. Supponendo ora la stessa serie di fenomeni che conduce alla produzione delle varietà che si continuano per un numero di generazioni sempre crescente e per un lasso di tempo molto più grande — e si è tanto più autorizzati a far intervenire dei periodi di tempo enormi quanto lo esigono l'astronomia e la geologia per l'applicazione dei fenomeni di cui esse si occupano — si vede che le deviazioni diverranno da allora sempre più notevoli ed acquisteranno l'importanza di differenze specifiche.

In periodi di tempo ancora più grandi, per estinzione dei gradi intermedi, le specie si trovano talmente allontanate le une dalle altre, che nelle nostre classificazioni le facciamo in generi differenti. Così le differenze dell'organizzazione come sono espresse nelle categorie gradatamente subordinate del sistema, rimontano a periodi tanto più antichi, quanto più sono profonde. Finalmente, le differenti forme antenate delle classi di uno stesso tipo si trovano ricondotte allo stesso punto di partenza; e come i differenti tipi sono legati fra loro da forme di transizione, il numero delle forme che hanno dovuto esistere in origine si trova estremamente ridotto. È probabile che la sostanza contrattile informe, sarcode o protoplasma, sia stato il punto di partenza di ogni vita organica.

Se queste ipotesi sono vere, la specie ha perduto il *significato di una unità invariabile, creata isolatamente* e appare, nella grande legge dell'evoluzione, come una agglomerazione di forme, passeggera, variabile limitata a periodi più o meno lunghi, come *l'insieme dei cicli di generazione corrispondenti a condizioni di esistenza definite, e che conservano, finchè queste non variano, una certa costanza nei loro caratteri essenziali*. Le diverse categorie del sistema indicano il grado più o meno lontano di parentela, ed il sistema stesso è l'espressione dell'affinità geologica fondata sulla discendenza. Ma non può essere che un quadro incompleto pieno di lacune, poichè gli antenati primitivi estinti degli organismi del periodo attuale, non si possono ricostruire che molto imperfettamente con l'aiuto di documenti geologici, mancando innumerevoli anelli intermediari e non essendosi conservata fino a noi traccia degli avanzi organici delle prime ere. Solamente le ultime divisioni di questo albero genealogico, ramificato all'infinito, sono a nostra disposizione in numero sufficiente; le ultime estremità, i ramuscoli

soli si sono perfettamente conservati, mentre è molto se qua e là si giunge a riconoscere qualche ceppo degli innumerevoli rami. Perciò nello stato attuale delle nostre conoscenze sembra affatto impossibile farsi un'idea abbastanza esatta di quest'albero genealogico naturale degli organismi; e, pure ammirando, nei tentativi di Haeckel, l'arditezza delle speculazioni, dobbiamo però riconoscere che finora nei particolari il campo resta libero per una quantità innumerevole di probabilità, e che le vedute della mente dominano troppo sulle prove positive; così noi ci atterremo provvisoriamente ad un ordinamento più o meno artificiale, quantunque siamo in istato di stabilire *teoricamente* la definizione del sistema naturale.

Prove in favore della teoria della discendenza.

Se sottoponiamo alla critica gli argomenti su cui si fondano la teoria della elezione di Darwin e la teoria del trasformismo fondata su quella, arriviamo tosto alla convinzione che la scienza è attualmente impotente a darcene una dimostrazione *diretta* e che lo sarà forse sempre: poichè questa dottrina si appoggia su delle ipotesi che l'osservazione non può verificare. Mentre le trasformazioni delle forme nelle condizioni biologiche naturali esigono periodi di tempo che sfuggono al controllo dell'uomo, d'altra parte le azioni reciproche così complesse che tendono, allo stato selvaggio, a trasformare le forme viventi nel senso della elezione naturale non si possono intravedere che in un modo molto generale e nei particolari ci sono sconosciute.

Inoltre gli animali e le piante, viventi allo stato selvaggio e soggetti all'influenza della elezione naturale, si tolgono completamente all'esperimento, e il numero relativamente piccolo di quelli che l'uomo ha ridotto in suo potere nel corso del tempo, si sono modificati nel senso della elezione artificiale. L'azione della elezione *naturale*, come lo ammette Darwin, è dunque impossibile a dimostrarsi direttamente, e anche, per la produzione delle varietà, è messa in luce e resa verosimile da esempi supposti.

Per converso, la probabilità della teoria del trasformismo così bene appoggiata dalla teoria della elezione di Darwin, è resa assai verosimile non solo da tutta la morfologia, ma anche dai risultati della paleontologia e dalla distribuzione geografica degli animali; cosicchè essa vien considerata come indubbiamente soddisfacente, ed è ritenuta come ben fondata dai più illustri biologi.

Se non consideriamo la variabilità della specie che come una ipotesi, poichè non possiamo dimostrarla con l'osservazione diretta, per apprezzarne il valore avremo un criterio nei fenomeni naturali.

1. Importanza della morfologia.

Tutta la morfologia è una lunga prova della probabilità della teoria della discendenza. I gradi di somiglianza delle specie fondati sulla somiglianza di caratteri importanti o secondari, che da lungo tempo si chiamano per metafora col nome di *parentela*, hanno condotto a stabilire delle categorie del sistema, di cui il più alto, il tipo, è basato sulla somiglianza dei tratti generali dell'organizzazione e dello sviluppo. Le somiglianze che moltissimi animali presentano nel piano generale dell'organizzazione, come per esempio i pesci, i rettili, gli uccelli e i mammiferi, che hanno tutti una colonna rigida situata nell'asse del corpo, e per rapporto alla quale i centri nervosi sono dorsali, gli organi di nutrizione e di riproduzione ventrali, si spiegano benissimo secondo la teoria della elezione e la teoria del trasformismo, con la discendenza dei vertebrati da una forma comune che ha i caratteri del tipo, mentre l'idea del piano preconcepito dal creatore sfida ogni spiegazione. Nello stesso modo si capisce che gli stessi caratteri comuni si trovino in tutte le altre divisioni e suddivisioni, dalla classe al genere, e vediamo la possibilità di dividere tutti gli esseri organizzati in gruppi subordinati gli uni agli altri. Deriva pure dalla teoria della discendenza l'impossibilità di una classificazione in cui tutti i gruppi siano nettamente delimitati. Questa teoria esige anche l'esistenza di passaggi tra i gruppi lontani e strettamente collegati, e con l'estinzione, nel trascorso del tempo, di molti tipi insufficientemente dotati, spiega il fatto che certi gruppi dello stesso valore abbiano avuto un'estensione così diversa e spesso anche non siano rappresentati che per alcune forme isolate.

Gl'innumerevoli fatti che l'anatomia comparata ci ha fatto conoscere ci conducono dunque agli stessi risultati dei caratteri sistematici che esprimono rapporti di parentela più o meno lontani. Consideriamo per esempio la conformazione delle membra o la struttura del cervello nei vertebrati; noi vediamo, attraverso differenze notevoli, le quali talvolta si legano le une alle altre per serie di transizioni, una forma fondamentale comune che si modifica in ogni gruppo secondario e si differenzia più o meno secondo le funzioni particolari che gli organi devono adempiere e secondo le esigenze del modo di esistenza a cui ogni specie è assoggettata. La natatoia delle balene, l'ala degli uccelli, l'arto anteriore dei quadrupedi e il braccio dell'uomo sono formati dalle stesse ossa, le quali, in un caso, sono raccorciate, allargate e immobili, in un altro sono allungate e articolate in diversi modi secondo i bisogni della locomozione; ora tutte le loro parti sono sviluppate, ora, al contrario, si semplificano e si atrofizzano parzialmente o anche completamente.

Dimorfismo e polimorfismo. Una delle prove più chiare dell'in-

influenza potente dell'adattamento, ci è data dai fenomeni del dimorfismo e del polimorfismo nella serie delle forme animali che appartengono ad una stessa specie e particolarmente per quelli che hanno individui maschi e femmine derivanti da individui simili e originariamente ermafroditi. Maschi e femmine differiscono non solo in ciò, che gli uni producono delle uova e gli altri del seme, ma anche perchè manifestano, nelle diverse funzioni che hanno rapporto con la formazione di questi prodotti, dei caratteri sessuali secondari variati, la cui apparizione si esplica nel modo più conveniente per mezzo della elezione naturale. Si può dunque ammettere l'esistenza di una elezione sessuale che si effettua a profitto della conservazione della specie, e che, nel decorso del tempo, tende ad allontanare fra loro gradatamente e sempre più le due forme sessuate tanto per le particolarità dell'organizzazione e della forma come per il genere di esistenza e di costumi (1). I maschi generalmente hanno una parte più attiva nell'accoppiamento e nella fecondazione, per cui si capisce facilmente che essi differiscano assai più dalla forma giovane che non le femmine, le quali elaborano i materiali necessari alla formazione ed alla nutrizione dei piccoli. Assai frequentemente i loro movimenti sono più rapidi e più leggeri, e fra molte specie di insetti essi soli possiedono ali, restando attere le femmine come le forme larvali. Nella lotta che i maschi sostengono fra loro per il possesso delle femmine, gli individui meglio dotati (forza, bellezza, voce, ecc.) sono vincitori; fra le femmine, in generale, adempiono meglio alla loro funzione quelle che presentano particolarità favorevoli alla prosperità della loro progenie. Peraltro, le differenze nella durata dello sviluppo, nel modo di accrescimento, ecc., possono, in certe condizioni biologiche, procurare alla specie dei vantaggi in un modo più passivo. I *caratteri sessuali* secondari possono accentuarsi al punto da produrre delle modificazioni essenziali, profonde dell'organismo e condurre ad un vero dimorfismo sessuale (maschi di rotiferi mancanti di intestino, maschi piccolissimi della *Bonellia*, del *Trichosomum crassicauda*).

Un fatto importantissimo è che il dimorfismo sessuale è marcatis-simo appunto tra i parassiti. In un gran numero di crostacei parassiti (*Siphonostomi*) si osserva la degradazione estrema delle femmine grossissime, prive d'organi di senso e di locomozione e quasi asegmentate, e la presenza di maschi piccolissimi, con molte forme intermedie; qui si vedono chiaramente le cause del dimorfismo.

L'influenza delle condizioni favorevoli di alimentazione, come si trovano nel parassitismo, fa mancare la necessità di cambiamenti di domicilio rapidi e frequenti, aumenta nelle femmine la fecondità e modifica anche la forma del corpo al punto che la proprietà di muoversi è sem-

(1) Ch. Darwin. The descent of man and selection in relation to sex. Vol. I. e II. London 1871.

pre meno manifesta, e che gli organi del movimento si atrofizzano fino a sparire completamente. Il corpo, per l'enorme sviluppo degli ovari ripieni d'uova, diventa pesante ed informe, e presenta delle protuberanze, delle appendici in cui si innicchiano dei prolungamenti degli ovari, oppure si gonfia come un sacco e perde la simmetria; la segmentazione scompare e con essa la proprietà per i segmenti di muoversi gli uni sugli altri, e gli arti si atrofizzano. L'addome, sottile e pieghevole, che coi suoi moti rende possibile il nuoto, si è ridotto a poco a poco ad un breve tronco inarticolato; l'aspetto di questi parassiti è così strano, che si comprende come una volta uno di questi gruppi di forme anomale (*Lerneae*) fosse classificato fra i vermi intestinali o i molluschi. Il parassitismo agisce potentemente anche nei maschi, ma in un'altra direzione (1). Come le femmine restano ad un grado di organizzazione molto inferiore a quello dei maschi, i due sessi divergono morfologicamente, tanto più che in questi pure i cambiamenti nelle condizioni biologiche esercitano un'azione modificatrice sulla forma e sulla struttura. In essi le condizioni più favorevoli d'alimentazione non fanno sparire così presto la necessità di muoversi e non agiscono così direttamente sulla conformazione degli organi locomotori, poichè essi conservano sempre, come prima, una parte attiva nelle relazioni sessuali, e devono cercare le femmine. Anche quando la locomozione è diventata difficile e più ristretta, pure il parassitismo non porta mai alla completa scomparsa della segmentazione e non determina l'accrescimento informe ed asimmetrico del corpo che si osserva in un gran numero di crostacei parassiti femmine. La quantità dei prodotti sessuali che, nelle femmine, è tanto vantaggiosa alla conservazione della specie e favorisce quindi l'apparizione graduale di questa forma mostruosa, anormale del corpo, ha tanto meno influenza sull'attività sessuale del maschio, in quanto che basta una piccolissima quantità di sperma per fecondare una massa d'uova. Così il grado estremo del parassitismo nel maschio, anche quando la locomozione è delle più limitate, non porta mai un accrescimento eccessivo del corpo e la sua trasformazione in una specie di sacco inarticolato, ma, al contrario, nel conservare la forma simmetrica del corpo lo riduce al punto da renderlo nano. Ma anche qui questo stato estremo è preparato da tutta una serie di stadi intermedi. Così nei lerneopodi i maschi delle *Achtheres* hanno una dimensione pochissimo ridotta, mentre i veri maschi nani dei lerneopodi e dei condracantidi sono fissati, come parassiti estremamente piccoli, sull'addome delle femmine, (fig. 114). La preparazione di una notevole quantità di sperma, che suppone un corpo di gran dimensione, porterebbe in questo caso, nella vita della specie, una perdita inutile di materia e di tempo, ed ha dovuto quindi essere evitata grazie alla selezione naturale.

(1) C. Claus. Die freilebenden Copepoden, Leipzig, 1863.

Vi sono pure numerosi esempi di dimorfismo e di polimorfismo nello stesso sesso, ciò che dimostra l'influenza che può esercitare l'adattamento nella serie di forme appartenenti al sesso maschile o femminile della stessa specie. Così si sono osservate femmine dimorfe negli insetti, per esempio nei papilionidi dell'arcipelago Malese (*P. Memnon*, *P. Pamnon* *P. Ormenus*), in qualche specie di *Hydroporus* e di *Dytiscus*, come nel genere di neurotteri *Neurotemis*. Nella regola una delle forme di femmine presenta rapporti intimi per l'aspetto e per la colorazione col maschio. In altri casi le differenze sono legate al clima o alle differenti stagioni (dimorfismo secondo le stagioni delle farfalle) e si trovano pure nei maschi: oppure esse dipendono dai modi diversi di riproduzione (partenogenesi) e conducono allora all'*eterogonia* (*Chermes*, *Phylloxera*, *Aphis*). Più raramente poi si possono dare due forme di maschi diversi per i caratteri sessuali secondari relativi all'accoppiamento, come descrisse Fritz Müller in un crostaceo isopodo (*Tanais dubius*).

Insieme a questi individui sessuati dimorfi può esistere nella stessa specie un altro gruppo di forme a cui sono dovute funzioni determinate; ne risulta un vero *polimorfismo* fra gli individui appartenenti alla stessa specie. I fatti di quest'ordine più conosciuti si trovano negli insetti che vivono insieme in gran numero e costituiscono ciò che si dicono *società animali*; vi si trova un terzo gruppo di individui, talora anche suddivisi in più serie di forme differenti, che non possono riprodursi per atrofia degli organi genitali e a cui sono affidati il compito di provvedere all'alimentazione e alla difesa della comunità e le cure per i piccoli. Questa diversità di parti coincide con delle particolarità nella struttura dell'organizzazione. Questi individui sterili o neutri sono rappresentati nelle società d'imenotteri da femmine atrofiche, le quali, nelle formiche, si suddividono in due gruppi, gli operai ed i soldati; nelle termiti sono rappresentati sia da maschi che da femmine, i cui organi sessuali sono rimasti ad uno stadio iniziale. Si trovano anche degli individui sterili in altre specie animali che non vivono in comunità (pesci); si considerarono e descrissero già come specie particolari. Ma il polimorfismo si manifesta in un grado più spiccato nelle colonie di idroidi, massime nei *sifonofori*.

Mimetismo. Un'altra serie di fenomeni che si riferiscono alla categoria delle variazioni utili acquistate per adattamento, sono quelle che riguardano il *mimetismo*, e che consistono in ciò che certi animali imitano fino all'inganno, per la forma ed il colore, altre specie diffusissime e dotate di qualche particolarità utile.

Questi fatti curiosi, che furono descritti principalmente da Bates e Wallace, si collegano con la frequentissima somiglianza presentata da molti animali nella conformazione e nel colore del loro corpo con gli oggetti che li circondano e che è per essi un mezzo di protezione. Così

per esempio tra le farfalle certi *leptalidi* nell'aspetto esterno e nel modo di volare copiano certe specie del genere *Heliconius* dell'America meridionale, le quali sembrano protette da una secrezione giallastra nauseante contro gli attacchi degli uccelli e delle lucertole, e partecipano al loro *habitat* (fig. 144). L'imitazione più completa ci è data da farfalle dei tropici dell'antico continente: *Danais niavius*, *Papilio hippocoon* — *Danais echeria*, *Papilio cenea* — *Acraea gea*, *Panopaea hirce*. Questo fenomeno si osserva spesso tra insetti d'ordini diversi. Farfalle assumono la forma di imenotteri protetti dall'aver un pungiglione, (*Sesia crabroniformis* — *Vespa crabro*, fig. 145), certi coleotteri copiano delle vespe (*Charis melipona*, *Odontocera odyneroides*); il *Chondylodera tricondyloides* delle Filippine, che appartiene all'ordine degli ortotteri, somiglia assai ad un genere di cicindela (*Tricondyla*). Molti ditteri riproducono la forma e gradazione

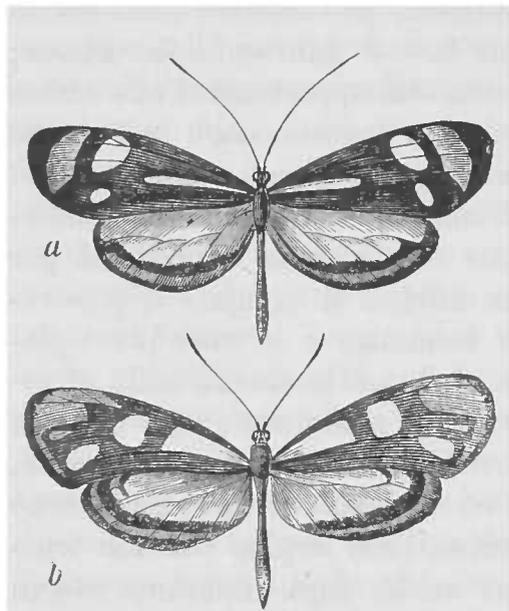


Fig. 144 — a. *Leptalis Theonoe* var. *Leuconoë* (Pieride). — b. *Ithomia ileridina* (Eliconide imitatore) da Bates.

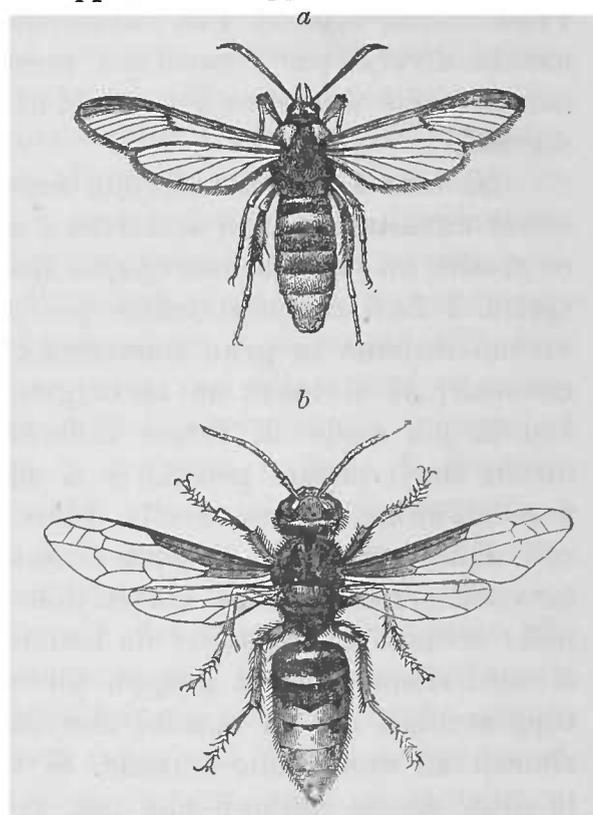


Fig. 145. — a. *Trochilium apiforme* (*Sesia crabroniformis*), b. *Vespa crabro*.

delle vespe e degli sfegidi. Anche nei vertebrati (serpenti e uccelli) vi sono alcuni esempi di mimetismo.

Organi rudimentali. L'esistenza così diffusa degli organi *rudimentali* si spiega molto semplicemente nella teoria della selezione col disuso. Adattandosi a condizioni biologiche particolari, gli organi cessano a poco a poco, od anche completamente, di adempiere alle loro funzioni, e così, nel corso delle generazioni, si indeboliscono sempre più e finiscono per atrofizzarsi e sparire completamente (parassiti). Essi non sono sempre inutili nell'organismo; al contrario spesso adempiono una funzione accessoria, talora difficile a dimostrare, ma distinta dalla loro funzione primitiva.

Così si trova in certi serpenti (*Python* e *Boa*), da ogni parte dell'ano, un tubercolo sormontato da un uncino. Questi tubercoli rappresentano le membra posteriori atrofizzate; non possono servire alla locomozione, ma sono diventate almeno nel maschio, organi accessori d'accoppiamento. Gli orbettini possiedono, malgrado l'assenza di membra anteriori, dei vestigi di una cintura scapolare e di sterno, che servono forse alla respirazione e alla protezione del cuore. Quando vediamo che gli incisivi superiori si sviluppano nel feto di molti ruminanti senza giungere mai a spuntare, che gli embrioni di balena hanno alle mascelle dei denti che spariscono poi completamente e non servono mai alla masticazione, sembra più giusto attribuire a questi organi una parte nello sviluppo delle mascelle, che considerarli come completamente inutili. L'ala del pinguino funziona come una natatoia, quella dello struzzo serve anche per difesa; per converso l'ala dell'*Apteryx* non sembra avere nessun uso. In altri casi è impossibile assegnare alcuna funzione, alcun significato agli organi rudimentali e sembrerebbe anzi che questi rudimenti fossero più nocivi che utili all'organismo.

Ontogenia. I risultati dell'embriologia, ossia dello sviluppo individuale, dall'uovo fino alla forma adulta, concordano interamente con le ipotesi della teoria darwiniana.

Già il fatto che gli embrioni costruiti sullo stesso piano di struttura sono molto somiglianti fra loro e presentano gli stessi abbozzi di organi, e che il corso dei fenomeni evolutivi, fatta qualche eccezione, presenta una analogia tanto maggiore, quanto più le forme adulte appartengono a gruppi più vicini, conferma singolarmente l'ipotesi della discendenza da un ceppo comune e la supposizione di diversi gradi di parentela. Se i gruppi di valore diverso, che corrispondono alle divisioni e suddivisioni delle nostre classificazioni, derivano geneticamente da forme fondamentali più o meno lontane, la storia dello sviluppo individuale presenterà dei tratti tanto più comuni, quanto più le forme sono più vicine per la loro origine. Questa legge generale non è menomamente infirmata dal fatto che nei gruppi diversi specie vicine segnano nella loro evoluzione una via divergente, arrivando le une direttamente allo stato adulto, senza passare per lo stadio larvale, le altre dopo aver presentato i fenomeni della metamorfosi o anche della generazione alternante (meduse, distomi, polistomi, crostacei d'acqua dolce, decapodi marini, ecc.). Abbiamo già spiegato queste divergenze, quando mostrammo che lo sviluppo diretto è una forma secondaria, che deriva dalla metamorfosi o dalla generazione alternante.

Per converso si constata nella regola che gli animali molto lontani e che vivono in condizioni biologiche diversissime, concordano notevolmente nella loro evoluzione post-embriionale per un periodo più o meno lungo, quantunque possano differire per il modo di sviluppo dell'embrione. Tutti questi fatti hanno spiegazione nei fenomeni di adattamento

che esercita la sua influenza non solo sulla forma adulta, ma anche durante tutte le fasi dello sviluppo, e determina dei cambiamenti che si trasmettono per eredità negli stadi corrispondenti della vita dell'animale o anche possono essere relegati negli stadi anteriori. Ne consegue che tutte le forme larvali non corrispondono a stadi atavici puri, ma rappresentano degli stadi evolutivi considerevolmente modificati dall'adattamento.

I fenomeni della metamorfosi attestano che l'adattamento delle forme giovani alle loro condizioni di esistenza è completo come nell'animale adulto; esso ci fa capire come alle volte le larve di insetti, che appartengono a ordini diversi, presentino fra loro una gran somiglianza, mentre invece nei limiti d'uno stesso ordine possono di molto differire. Se, in generale, si manifesta nell'evoluzione dell'individuo una direzione progressiva dal semplice al complesso, per la divisione graduale del lavoro fisiologico — vedremo più tardi un parallelo a questa legge di perfezionamento dello sviluppo individuale, nella grande legge del perfezionamento progressivo nello sviluppo dei gruppi, — pure in casi particolari, certi fenomeni evolutivi possono condurre ad un progressivo regresso, in modo che si deve considerare l'animale adulto come situato nella scala più in basso della sua forma larvale. Questa metamorfosi regressiva che si trova nei cirripedi e nei crostacei parassiti, s'accorda assai bene con le esigenze della teoria della elezione, poiché l'atrofia e la scomparsa degli organi può essere utile all'organismo, quando le condizioni vitali si semplifichino, per esempio quando l'animale trovi il suo nutrimento già preparato (parassitismo).

Così è dei rapporti fra lo sviluppo ontogenetico e la gradazione successiva degli organismi nella classificazione. Moltissimi esempi mostrano che nelle fasi successive della vita fetale si riflettono dei caratteri dei gruppi più semplici come dei gruppi più perfetti dello stesso tipo. Nei casi di sviluppo libero, complicato da metamorfosi la cui comparsa è relativa ad una semplificazione straordinaria dello sviluppo nell'interno degli involucri dell'uovo, i rapporti delle fasi larvali successivi coi gruppi più vicini del sistema, coi generi, le famiglie e gli ordini, sono spesso notevoli. Per esempio, i mammiferi presentano nei primi periodi del loro sviluppo embrionale degli organi che persistono per tutta la vita nei pesci inferiori, e, un po' più tardi, delle particolarità dell'organizzazione che corrispondono a disposizioni costanti negli anfibi. La rana presenta, al principio della sua evoluzione, una forma, un'organizzazione ed un modo di locomozione che ricorda il tipo pesci, e passa per una serie d'altre fasi che rivelano caratteri degli altri ordini di anfibi (perennibranchi, salamandrine) e di alcune loro famiglie e generi.

Legge biogenetica fondamentale. La somiglianza incontestabile da un lato tra le fasi successive dello sviluppo dell'individuo e dall'altro

fra i gruppi vicini, ci autorizza a constatare, tra l'evoluzione dell'individuo e l'evoluzione delle specie, un parallelo che ha un'espressione insufficiente nei rapporti dei gruppi e che non può essere stabilito che per mezzo della storia così remota, che la paleontologia ci lascia intravedere in un modo ancora incompleto. Questo parallelo che presenta naturalmente, nelle particolarità, delle eccezioni più o meno importanti, si spiega con la teoria della discendenza, secondo la quale, come Fr. Müller (1) ha dimostrato, *la storia dell'evoluzione individuale è una ripetizione corta ed abbreviata, una ricapitolazione della storia dell'evoluzione della specie*. Del resto, questo rapporto era noto a parecchi antichi naturalisti, e specialmente fu applicato a tutti gli organismi da I. F. Meckel (2). Già Meckel aveva stabilito che lo sviluppo individuale è parallelo a quello della serie organica, e lo indicò come: *somiglianza fra lo sviluppo dell'embrione e quello della serie animale*. E. Haeckel diede a questo rapporto da lui trovato contemporaneamente a Fr. Müller, il nome di *legge biogenetica fondamentale*. Questi documenti storici, che si sono conservati nella storia dello sviluppo della specie, possono spesso essere cancellati più o meno da molte adattazioni nel periodo della giovinezza o della vita larvale. Ovunque le condizioni particolari della lotta per l'esistenza esigano una semplificazione dell'organismo, lo sviluppo diviene sempre più diretto, la metamorfosi abbreviata non si presenta più che durante il periodo dello sviluppo che trascorre nell'uovo, e i documenti storici finiscono per scomparire, quando questa è completamente soppressa. Al contrario, nei casi di trasformazioni progressive, in cui gli stadi larvali si modificano a poco a poco e vivono in condizioni di esistenza simili, la storia della specie si rifletterà meno incompletamente in quella dell'individuo.

2. Importanza della geologia e della paleontologia.

I fatti morfologici, insieme ai risultati delle ricerche geologiche e paleontologiche, ci forniscono una serie di testimonianze importanti in appoggio alla dottrina della lenta trasformazione delle specie e del successivo sviluppo dei generi, delle famiglie, degli ordini, ecc., per la variazione delle forme specifiche. Molti e forti strati sedimentari che, nel corso dei secoli, si sono depositi in serie in seno alle acque, formano, con le masse eruttive provenienti dal nucleo centrale igneo, la crosta solida della terra. Questi depositi sedimentari, che ebbero modificazioni diversissime tanto nella loro stratificazione, primieramente orizzontale, quanto nella loro composizione petrografica, contengono molti resti pie-

(1) Fr Müller. Für Darwin. Leipzig, 1864.

(2) System der vergleichenden Anatomie, 1. Theil. Halle, 1821.

trificati di popolazioni animali e vegetali oggi estinte, documenti storici della vita nei primi periodi della formazione della terra. Quantunque questi fossili ci facciano conoscere un numero considerevole e una gran varietà di forme di organismi, che componevano il mondo primitivo, essi però costituiscono una parte infinitamente piccola di questa massa innumerevole di esseri che hanno successivamente popolato la terra. Bastano però a dirci che in tutte le epoche in cui si formano depositi, esistevano una fauna ed una flora diverse che si allontanano tanto più dalla fauna e dalla flora attuale, quanto sono più profondi gli strati in cui si trovano, quanto più, in una parola, si risale nella storia della terra. Le formazioni sedimentari di ogni epoca hanno in generale i loro fossili caratteristici speciali, per mezzo dei quali, tenendo conto dell'ordine di successione degli strati e dei caratteri mineralogici delle rocce, si può stabilire, con sufficiente certezza, il posto occupato, nel sistema geologico, dallo stato a cui quelle appartengono.

Senza dubbio i fossili, coll'ordine di successione delle stratificazioni, sono il mezzo più importante per determinare l'età relativa delle diverse formazioni, e, in tutti i casi, sono un mezzo più sicuro delle indicazioni ricavate dalla natura delle rocce. Se una volta prevaleva l'opinione che le rocce dello stesso periodo fossero sempre le stesse, mentre differiscono nei depositi di età diverse, oggi è dimostrato che non è così. I sedimenti stratificati si sono formati in tutte le epoche nelle stesse condizioni d'oggi dal deposito di limo argilloso, di sabbia granulosa e grossolana, di fina e grossa ghiaia, da precipitati di carbonato di calce e di solfato di calce e di magnesia, di silice e d'ossido di ferro, dall'accumulazione dei resti solidi di animali e di materie vegetali, ecc. Essi si trasformarono lentamente, nel corso dei secoli, in rocce dure, come gli scisti argillosi e calcari, in *grés*, in dolomia e in conglomerati di varia natura, per l'azione di cause diverse, per la pressione potente degli strati superiori, per combinazioni chimiche interne, ecc.

Quantunque in molti casi la diversa natura delle rocce possa dare preziose indicazioni sulla loro età relativa, è però certo che sedimenti della stessa epoca possono presentare caratteri mineralogici interamente diversi, mentre, d'altra parte, i depositi di età diverse sono formati dalle stesse specie minerali o da specie molto analoghe.

L'antica teoria che ammetteva che i depositi contemporanei avessero dovuto ovunque racchiudere gli stessi fossili, non ha potuto mantenersi se non finchè le ricerche geologiche si sono estese a contrade limitate; così è dell'opinione che i diversi sedimenti, caratterizzati da una serie di strati determinati, fossero esattamente separati gli uni dagli altri. Le diverse formazioni che corrispondono all'insieme dei depositi che si sono costituiti durante un dato periodo non sono abbastanza distinte per i loro caratteri petrografici e geologici, da potersi anche oggi seriamente difendere l'ipotesi di rivoluzioni sùbite e violente, di catastrofi generali

che hanno distrutto tutta la creazione animata (1). È assai più certo che l'estinzione delle antiche specie, come pure l'apparizione delle specie nuove, non siano accadute in una sola volta e simultaneamente in tutte le parti del globo, poichè parecchie specie si continuano da una formazione all'altra, e una quantità di organismi dell'epoca terziaria sono ancora oggi rappresentati talora da specie identiche. E come il principio dell'epoca recente è difficile a precisare e non si può delimitare nettamente dall'epoca del diluvio, nè per il carattere delle rocce, nè per l'assieme della sua popolazione, così le difficoltà sono altrettanto grandi quando si tratta di quei periodi più antichi, i quali, fondati come i periodi della storia umana su avvenimenti importanti, si collegano però l'uno all'altro in un modo continuo. Lyell ha provato nel modo più convincente, con argomenti geologici, che questi periodi non corrispondevano affatto a cataclismi subiti, estesi a tutta la superficie della terra, ma che al contrario essi avevano seguito un corso lento e regolare, che la storia antica della terra è uno sviluppo progressivo, durante il quale i fenomeni numerosi che osserviamo oggidì, per la loro azione continua in lassi di tempo enormi, sono giunti a produrre a poco a poco le potenti trasformazioni della crosta terrestre.

Si deve cercare la causa dello sviluppo ineguale degli strati e della delimitazione delle formazioni, principalmente nell'interruzione dei depositi sedimentari, i quali, per quanto estesi, non hanno però che una im-

(1) Tabella dei periodi geologici e delle principali formazioni.

<i>Archeolitico</i>	{	Gneis antico (laurenziano) Micascisti Scisti argillosi	}	Scisti cristallini.
<i>Paleozoico</i>	{	<i>Cambriano</i> (Azoico). <i>Siluriano</i> (Strati di Ludlow, Wenlock, Caradoc). <i>Devoniano</i> (Scisti a spiriferi, cipridini, calcare a stringocefali. — Old-red-Sandstone). <i>Carbonifero</i> (Formazione carbonifera dell'Inghilterra, della Germania e dell'America del Nord, formazione di Kulm, carbon fossile).	}	
<i>Secondario</i> o <i>Mesozoico</i>	{	<i>Trias</i> (Keuper, calcare a conchiglie). <i>Giura</i> (Strati di Purbeck, pietra di Portland, Argille di Kimmeridge, Koral-Rag, Argille d'Oxford, Grande oolite, Sub-oolite, Lias, terrenogiurese bianco, bruno, nero). <i>Creta</i> (Strati di Maastrichter, Creta bianca, Grünsand superiore e inferiore, Gault, Wealden).	}	
<i>Terziario</i> o <i>Cenozoico</i>	{	<i>Eocene</i> (Flysch in parte, formazione dei nummuliti, bacino di Parigi). <i>Miocene</i> (Molassa, Tegel, Leithakalk di Vienna, Braunkohlen nella Germania del Nord). <i>Pliocene</i> (Formazione subappennina, sabbia ossifera di Eppelsheim).	}	
<i>Quaternario</i> (diluviale e alluvionale).	{	<i>Postpliocene o diluviale</i> (Massi erratici, Ghiacciai). <i>Recente</i> . Alluvium, formazioni marine e d'acqua dolce.	}	

Secondo il Prof. Ramsay, le formazioni inglesi hanno una potenza di 72.584 piedi, cioè circa 13 ³/₄ miglia inglesi, e precisamente:

Paleozoico	57.154
Secondario	13.190
Terziario	2.240

72.584

portanza locale. Se fosse stato possibile che un bacino marino qualunque avesse continuato, per tutta la durata delle formazioni sedimentari, ad accrescersi, sotto l'influenza di circostanze favorevoli, di nuovi depositi più o meno importanti, vi si riscontrerebbe una serie non interrotta, senza nessuna lacuna, di strati nei quali non si potrebbero stabilire divisioni ben nette. Questo bacino ideale non conterrebbe che una sola serie di strati, in cui troveremmo dei sedimenti paralleli a tutte le altre formazioni della crosta terrestre. Ma in realtà questa serie non interrotta di strati successivi presenta molte lacune, spesso considerevoli, che determinano la differenza, talora grandissima esistente fra depositi successivi, e corrispondono a periodi di riposo nell'attività della formazione sedimentare. Queste interruzioni nel deposito degli strati locali si spiegano con le continue differenze di livello a cui fu soggetta in tutti i tempi la superficie terrestre causata da reazioni del contenuto centrale igneo contro la scorza solida, per l'attività plutonica e vulcanica. Come si vedono ai nostri giorni delle distese considerevoli di paesi abbassarsi a poco a poco (coste occidentali della Groenlandia, isole di coralli), altre elevarsi lentamente, (Svezia, coste occidentali dell'America meridionale), e intere coste essere inghiottite d'un tratto nel mare per azioni sotterranee, mentre bruschi sollevamenti fanno uscire delle isole dal fondo delle acque, così nei periodi antichi gli sprofondamenti ed i sollevamenti agivano forse continuamente per produrre cambiamenti lentissimi, più raramente bruschi, e, in questo caso, molto limitati, nei rapporti reciproci dei continenti e dei mari. Per questo movimento di sollevamento progressivo, bacini marini furono lasciati a secco e formarono prima isole, poi continenti estesi, i cui diversi strati, insieme ai residui di animali marini che vi sono sepolti, fanno testimonianza dell'origine marina dell'intera formazione. Notevoli distese di terra ferma si sono invece sprofondate nel mare, lasciando talora allo scoperto, sopra il livello dell'acqua, le loro più alte cime, come altrettante isole, e sono diventati la base di nuovi sedimenti. Nel primo caso la formazione dei depositi s'è interrotta; nel secondo, dopo un periodo di tempo più o meno lungo, ha ricominciato. Ma come gli abbassamenti ed i sollevamenti, anche quando hanno luogo su vasta scala, hanno però solo e sempre un'importanza locale, ne risulta che il principio o l'interruzione delle formazioni sedimentari contemporanee, non ha potuto aver luogo dappertutto nel medesimo tempo; in un punto duravano ancora quando in un altro erano già cessate; così i limiti superiori ed inferiori delle stesse formazioni offrono una gran diversità a seconda delle località. A questo modo si spiega che le formazioni situate le une sulle altre sono rappresentate da sedimenti di spessore molto variabile, i quali si possono solo in casi rari completare con strati situati in altre contrade. La successione delle formazioni attualmente conosciute non basta a stabilire una scala completa e non interrotta di formazioni sedimentari. Restano

ancora molte e considerevoli lacune che forse più tardi la scienza giungerà a colmare, facendo conoscere i sedimenti ora coperti dal mare.

Le esposte considerazioni dimostrano che i fatti geologici e paleontologici permettono di considerare come provata la continuità degli esseri organizzati e la loro stretta parentela nei periodi successivi dello sviluppo della terra. Tuttavia questa prova non basta alla teoria darwiniana che considera il sistema naturale come un quadro geneologico. Essa esige l'esistenza di molte forme di transizione da una parte tra le specie attualmente viventi e quelle che sono sepolte nei depositi d'origine recente, dall'altra tra le specie delle formazioni successive; di più esige la prova che sianvi state delle forme intermedie che collegassero i diversi gruppi sistematici del mondo attuale animale e vegetale il cui ordinamento e la cui delimitazione non si possono spiegare, secondo Darwin, che col mezzo dell'estinzione di numerose specie nel corso della storia della terra. La paleontologia soddisfa incompletamente a questi *desiderata*, poichè le numerose serie quasi insensibili delle varietà che hanno dovuto esistere secondo la teoria della elezione non si trovano, per l'immensa maggioranza delle forme, nei documenti fornitici dalla geologia. Questo fatto, di cui Darwin stesso conobbe il valore, perde però della sua importanza, quando si considerino più da vicino le condizioni nelle quali i resti organici si sono depositi nel limo e sono giunti a noi allo stato fossile, e quando si tenga conto delle ragioni che provano l'estrema imperfezione dei documenti geologici, e che dimostrano che le forme di passaggio hanno dovuto essere descritte in parte come specie particolari.

Chiaramente non bisogna aspettarsi di trovare negli strati sedimentari che i resti degli organismi che hanno uno scheletro solido, poichè solo le parti dure del corpo, come le ossa e i denti dei vertebrati, le conchiglie calcari e silicee dei molluschi e dei rizopodi, i gusci e le spicule degli echinodermi, lo scheletro chitinoso degli artropodi, ecc., possono resistere a una decomposizione rapida e pietrificarsi a poco a poco. È già molto se troviamo le tracce di questi innumerevoli organismi, appartenenti principalmente ai gruppi inferiori a cui queste parti solide mancano; anche fra gli organismi che sono suscettibili di pietrificarsi, vi sono classi notevoli che hanno lasciato eccezionalmente vestigia della loro esistenza, e sono precisamente gli animali terrestri. Gli esseri che vivono sulla terra ferma non possono lasciare resti fossili se non quando i loro cadaveri sono stati trascinati dall'acqua durante le innondazioni o durante le grandi maree, o accidentalmente per influenza di tutt'altre cause, e poi circondati da limo che si è indurito. Ciò spiega la relativa scarsezza di mammiferi fossili, oltre al fatto che, precisamente per i più antichi fra loro (marsupiali degli scisti di Stonesfield, ecc.), non è giunta fra noi che la mascella inferiore, che si separa facilmente durante la putrefazione del cadavere, e che, grazie al

suo peso, oppone una resistenza maggiore alla corrente e cade sul fondo dell'acqua. E sebbene questi fossili ci mostrino che i mammiferi esistevano già all'epoca giurese, tuttavia solo per i mammiferi dell'eocene ci possiamo fare un'idea della forma e dell'organizzazione di questi animali.

La conservazione degli avanzi degli animali d'acqua dolce era più facile, e quella degli abitatori del mare ancora più, poichè le formazioni marine hanno un'estensione incomparabilmente maggiore di quelle d'acqua dolce. La formazione di depositi potenti non pare prodursi, nella regola, che in due condizioni, sia in un mare profondissimo al riparo dall'azione del vento e delle onde, e allora gli strati sono per lo più relativamente poveri di fossili, poichè gli animali che vivono a grandi profondità sono relativamente pochi, sia *in un mare poco profondo, favorevole allo sviluppo di una fauna e d'una flora ricche e variate, ed il cui fondo è, per un lungo periodo, la sede di un movimento di abbassamento assai lento.* In questo caso il mare racchiude continuamente una popolazione numerosissima, cosicchè l'abbassamento si trova compensato dall'accumulazione continua di nuovi sedimenti. Le formazioni più potenti e più ricche di fossili devono essere state deposte, durante un lungo periodo di abbassamento, in un fondo marino esteso e poco profondo.

Il modo di formazione dei depositi spiega dunque le grandi lacune dei resti fossili, i quali, oltre a ciò, hanno dovuto essere limitati ai depositi relativamente poco antichi. Gli strati più antichi e profondi sono così metamorfizzati, che i resti animali e vegetali ch'essi contengono sono divenuti quasi irriconoscibili. In tutti i casi, è indubitato che solo una parte delle flore e delle faune estinte abbia potuto conservarsi allo stato fossile, e che di questi fossili ci sia conosciuto un piccolo numero. Perciò non dobbiamo concludere, dalla penuria di questi resti fossili, che non sieno esistite forme intermedie. Quando queste mancano nella serie dei diversi depositi, o quando una specie appare per la prima volta in certi strati e sparisce quasi subito, o quando gruppi interi appaiono bruscamente per poi sparire, questi fatti possono tanto meno essere obietti alla teoria della selezione, in quanto in alcuni casi si conoscono delle serie di forme di transizione tra organismi più o meno lontani, e nel progresso del tempo si sono sviluppate moltissime specie, che sono intermedie fra altre specie o fra generi; ed anche non essendo raro che specie e gruppi di specie si sviluppino a poco a poco, giungano ad avere un'estensione considerevole e spariscano poi gradatamente. Questi fatti positivi acquistano un alto valore, quando si pensi all'estrema povertà dei resti fossili.

Fra i numerosi esempi di serie di forme di transizione che la paleontologia ci fa conoscere, ci limiteremo a citarne qualcuno tolto dalle ammoniti e dai gasteropodi. Già prima della comparsa del libro di Darwin sull'origine delle specie, Quenstedt aveva affermato le re-

lazioni genetiche dirette di diverse ammoniti in strati successivi. Questi dati vennero poi confermati e completati da parecchi paleontologi. L. Würtemberger, fra gli altri, ha provato l'esistenza d'una serie di forme di transizione tra i gruppi dei *planulati* e degli *armati* e fa vedere che le coste dei primi passano insensibilmente alle spicule dei secondi. Il modo con cui si effettua la trasformazione è particolarmente interessante; le modificazioni si mostrano in primo luogo nell'ultimo giro di spira, dapprima in una parte limitatissima, poi si fanno sempre più notevoli negli individui dei depositi più recenti, e si dirigono sempre più verso il centro, in modo che il tipo delle forme antiche persiste maggiormente nei giri di spira più interni. M. Neumayr si esprime nello stesso modo, sull'importanza dei giri di spira interni, per apprezzare i rapporti delle forme vicine, poichè questi si avvicinano, in moltissimi casi, alla forma vicina geologicamente più antica, che va considerata come antenata di quelle.

I gruppi di ammoniti, a cui si attribuisce il valore di generi o di famiglie, passano dall'uno all'altro per una serie di forme di transizione. Le *goniatiti*, a lobi angolosi e non dentati, ma colla doccia del sifone per lo più ancora rivolta in basso, somigliano ancora molto ai *nautilidi*, da cui probabilmente derivano, e appariscono per la prima volta nel devoniano. Da questi provengono le *ceratiti*, caratteristiche principalmente del calcare a molluschi, con lobi a denti semplici e a selle lisce, ma col sifone già rivolto in alto, e infine da queste ultime le ammoniti a lobi dentati tutti in giro e tagliati obliquamente. Le ammoniti presentano una diffusione considerevole nel terreno giurese e arrivano fino alla creta, dove finiscono con un gran numero di forme a conchiglia svolta e a spira irregolare (*Scaphites*, *Hamites*, *Turrilites*).

Fra i *gasteropodi* citeremo in prima linea la *Valvata multiformis* che si trova in quantità cospicua nel calcare d'acqua dolce di Steinheim. La conchiglia, dapprima interamente depressa, piatta come quella di una *Planorbis*, prende gradatamente la forma di una trottola quanto più si tratta di individui appartenenti a degli strati elevati, cosicchè si crederebbe di aver a che fare non solo con delle specie, ma con dei generi diversi, se non si conoscessero tutte le forme intermedie. Mentre Quenstedt distingueva tre varietà principali (*planiformis*, *intermedia*, *trochiformis*), Hilgendorf (1) non ne constatò meno di diciannove.

Sandberger obiettò che queste varietà non sono ripartite in zone distinte, ma che si mostrano piuttosto in parte nello stesso deposito, e ne concluse che avrebbero esistito nello stesso tempo e sarebbero state mescolate alle diverse specie. Quest'obbiezione fu confutata da Hilgendorf, il quale ammette che la loro presenza simultanea nella sabbia

(1) Hilgendorf, Ueber *Planorbis multiformis* im Steinheimer Süßwasseralk. Monatsberichte der Berliner Akademie, 1860.

molle è un fenomeno secondario. Quenstedt si accorda a questo modo di vedere e mantiene la continuità delle forme di transizione che si sono sviluppate gradatamente, partendo dalla forma più antica di disco appiattito.

Un esempio non meno notevole della trasformazione progressiva che una specie può subire nel corso dei secoli, in causa di un numero infinito di variazioni minime, ci è offerto dalle paludine del terziario di Schiavonia. Neumayr (1) ha dimostrato che esse acquistano gradatamente delle carene, delle coste sporgentissime e finalmente tutte le particolarità che caratterizzavano già il genere *Tulotoma*. Le forme descritte sotto i nomi di *Suessi*, *pannonica*, *bifarcinata*, *stricturata*, *notha*, *ornata*, costituiscono una serie continua di transizioni tra la *Vivipara Neumayri* e la *Tulotoma Hörnesi*. Si trova negli strati a paludine inferiori una forma completamente liscia, a giri arrotondati, di *V. Neumayri*; a poco a poco i giri di spira si appiattiscono e la conchiglia assume una forma conica (*V. Suessi*); i giri di spira sono disposti in scalinata (*V. pannonica*); sul loro mezzo appare un infossamento (*V. bifarcinata*); questo infossamento diventa più profondo, la parte superiore dei giri presenta una stretta carena in forma di cercine, la parte inferiore è fortemente panciuta (*V. stricturata*); sulla rotondità inferiore si sviluppa una carena (*V. notha*); le due carene diventano più marcate e si stendono fino ai primi giri (*V. ornata*); infine sulla carena inferiore si mostrano delle sporgenze dentate (*V. Hörnesi*).

I rapporti di parentela tra gli animali e le piante dell'epoca attuale e quelli, i cui resti sono conservati nei depositi recenti, hanno una importanza ben maggiore. Nel diluvio e nelle diverse formazioni dell'epoca terziaria particolarmente, si trovano le forme stipiti d'onde sono immediatamente uscite moltissime specie viventi, e i tratti caratteristici delle forme attuali dei diversi continenti e delle provincie geografiche, si mostrano già negli avanzi dei loro antenati sepolti nei depositi più recenti.

Moltissimi mammiferi fossili del *diluvium* e delle formazioni terziarie più recenti (pliocene) dell'America meridionale, appartengono ai tipi, ancor oggi tanto diffusi in queste regioni, dell'ordine degli sdendati. Bradipi, armadilli giganteschi (*Megatherium*, *Megalonyx*, *Glyptodon*, ecc.), abitavano un tempo lo stesso continente, la cui fauna mammalogica è così caratterizzata oggi dalla presenza degli armadilli, dei formichieri e dei bradipi. Insieme a questi animali giganti si trovarono nelle caverne ossifere del Brasile delle specie di statura minore, ugualmente estinte, che sono talmente simili alle specie attualmente viventi da poterle considerare come loro forme capostipiti. Questa legge della

(1) M. Neumayr und C. M. Paul, Die Congerien-und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Ein Beitrag zur Descendenz-Theorie. Wien, 1875.

successione degli stessi tipi nelle stesse zone, trova pure la sua applicazione nei mammiferi della Nuova Olanda, le cui caverne ossifere racchiudono molte specie di marsupiali vicinissime a quelle che esistono attualmente. Così è degli uccelli giganteschi della Nuova Zelanda e, come dimostrano Owen ed altri naturalisti, dei mammiferi del mondo antico che comunicavano un tempo con quelli dell'America settentrionale per mezzo delle terre boreali, e che, all'epoca terziaria hanno potuto penetrare fino in America. Allo stesso modo ci si può spiegare la presenza dei tipi dell'America centrale (*Didelphys*), nelle formazioni terziarie antiche e medie d'Europa. È assai più difficile distribuire gli animali di quest'epoca in province geografiche che verso la fine del periodo terziario.

Le somiglianze delle specie antiche con le specie attuali si mostrano assai più tra gli animali inferiori che fra quelli di organizzazione più elevata. Già nella creta si trovano rizopodi, che non si possono distinguere dalle specie viventi (globigerine). Le ricerche eseguite nelle grandi profondità del mare (1) hanno condotto alla scoperta di spugne, di coralli, di echinodermi e anche di molluschi che hanno già esistito nel periodo cretaceo. Un gran numero delle nostre specie di molluschi è rappresentato negli strati terziari, la cui fauna mammalogica ha un carattere essenzialmente diverso dalla fauna attuale. I molluschi del terziario superiore hanno la maggior parte delle loro specie identiche a quelle del periodo attuale, mentre gli insetti ne differiscono molto.

Invece, anche nei depositi postpliocenici (diluviali) i mammiferi sono in parte rappresentati da specie e da generi diversi. Per altro una serie di forme, che rimonta oltre il periodo glaciale, è ancora oggi vivente. È appunto per questa ragione che vi è un grande interesse a partire dalla fauna mammalogica recente e a rimontare, attraverso alle forme pleistoceniche, fino all'epoca terziaria più antica. È più facile nei mammiferi che in qualunque altro gruppo, il riconoscere lo sviluppo atavico di una serie di specie. Rütimeyer pose per primo le linee fondamentali dello sviluppo paleontologico degli *ungulati* e particolarmente dei *ruminanti*, e pervenne, fondandosi su fine comparazioni zoologiche ed anatomiche (denti da latte), a risultati che non permettono di dubitare che intere serie di specie adulte di mammiferi abbiano intimi rapporti di parentela, sia in linea diretta, sia in linea collaterale, fra loro e con le specie fossili. Il tentativo di Rütimeyer fu confermato dapprima dalle estese ricerche di W Kowalevsky, che permisero di stabilire una classificazione naturale filogenetica degli unguati.

(1) Nelle profondità oceaniche, dove, malgrado la gran pressione, la luce limitata e la piccola quantità di gas sciolto nell'acqua, le condizioni erano incomparabilmente più favorevoli per lo sviluppo della vita, che non si fosse finora creduto, si sono mantenute delle forme che ricordano dei tipi appartenenti a delle formazioni geologiche antiche (*Rhizocrinus lofotensis-Apiocrinitis*; *Pleurotomaria*, *Siphonia*, *Micraster*, *Pomocaris*, ecc.).

Inoltre, i recenti lavori di Marsh, basati su numerose scoperte fatte in America, sono venuti a completare la genealogia del genere *Equus* (fig. 146). All' *Eohippus* dell' eocene inferiore che possedeva un rudimento di dito interno ai piedi anteriori, segue l' *Orohippus* eocenico; esisteva inoltre alle estremità anteriori un piccolo dito affatto rudimentale vicino alle tre dita principali che toccano il suolo; poi il *Miohippus* a tre zoccoli del miocene inferiore; dopo questo il *Protohippus* del pliocene inferiore e infine il *Pliohippus* del pliocene superiore che rappresenta la forma atavica del genere diluviale e attuale *Equus*.

Per la maggior parte degli ordini di mammiferi, come i chiroterri, i proboscidi, i cetacei, ecc., è impossibile abbozzare una derivazione. Peraltro in qualche ordine, come in quello dei lemuridi, dei carnivori,

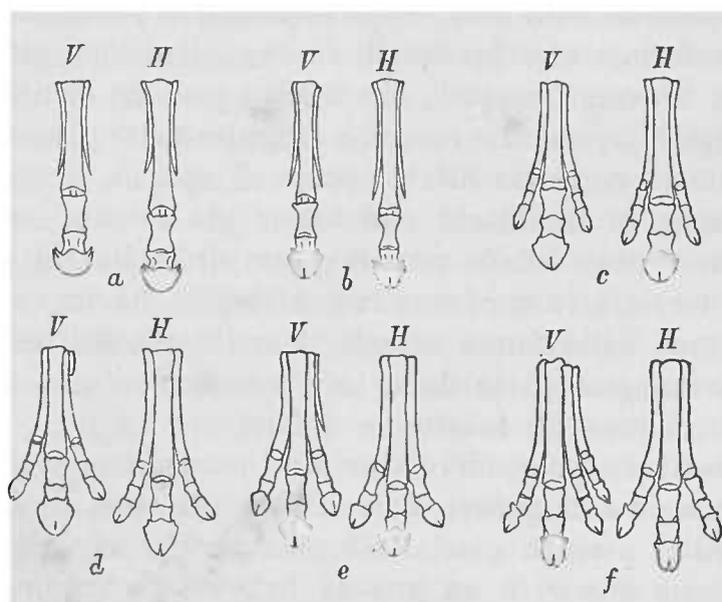


Fig. 146. — Estremità anteriore (V) e posteriore (H) di Equidi (da Marsh). a *Equus*, b *Pliohippus*, c *Protohippus* (*Hipparion*), d *Miohippus* (*Anchiterium*), e *Meschippus*, f *Orohippus*.

degli ungolati, dei rosicanti, gli avanzi di tipi estinti forniscono indicazioni notevolissime. Qui ancora vanno consultate le formazioni terziarie dell'America del Nord. In questa contrada vivevano durante il periodo eocenico (Wyoming) i *tillodonti* (1) col genere *Tillotherium*, che aveva un vasto cranio simile a quello dell'orso, due larghi incisivi come un rosicante, molari conformati come quelli dei *Palaeotherium* e piedi pentadattili armati da forti unghioni. Nella conformazione dello scheletro si trovano ugualmente riuniti i caratteri dei carnivori e degli ungolati. I *dinocerati* (*Dinoceras laticeps*, *D. mirabile*) erano poderosi ungolati, pentadattili, con testa sormontata da sei corna, senza incisivi sull'intermascellare e con incisivi al mascellare superiore, consistenti in forti zanne, e sei molari. Un terzo tipo, quello dei *brontoteridi*, portava corna situate trasversalmente dinanzi agli occhi, e raggiungeva la grossezza di un elefante. Oltre a questi animali vi è ancora una serie di altri mammiferi, di cui si trovano avanzi in formazioni assai più recenti, e fra essi i *megateridi* dell'America del sud (*Myloodon*, *Megatherium*) appartenenti all'ordine degli sdentati, come i *toxodonti*,

(1) Vedi O. C. Marsh, Principal characters of Tillodontia, Amer. Journal of Sciences and Arts, vol. XI, 1876. Id., Principal characters of the Dinocerata. Ibid. 1876. Id., Principal characters of the Brontotheridae. Ibid., 1876.

il cui cranio e la cui dentatura hanno grandi rapporti con quelli degli ungulati, dei rosicanti e degli sdentati. Vi sono anche molti altri tipi, particolarmente tipi di ungulati, che vivevano nei due emisferi all'epoca terziaria, i quali sono estinti in America, e che si sono conservati nei continenti orientali fino al periodo attuale. Gli elefanti e i mastodonti, i rinoceridi e gli equidi arrivano ancora fino all'epoca diluviale, ma non si incontrano più nel periodo recente. Di tutto l'ordine dei perissodattili il solo gruppo dei tapiri s'è mantenuto in America; lo si trova anche nell'emisfero orientale rappresentato dalle specie dell'India.

La regione paleartica presenta pure dei gruppi intermediari di mammiferi, oggi spenti, di cui si sono trovati i resti nelle formazioni terziarie. Si trovano nelle fosforiti del Quercy (1) dei crani di lemuri (*Adapis*), la cui dentatura stabilisce il passaggio tra quella degli ungulati antichi e dei lemuri (*pachilemuridi*), in modo che ci si domanda se i lemuri non abbiano un'origine comune con certi ungulati eocenici (*pachidermi*). Nelle stesse località si trovano le ossa ben conservate di carnivori notevoli, gli ienodonti, che per lungo tempo si ponevano dubbiosa-

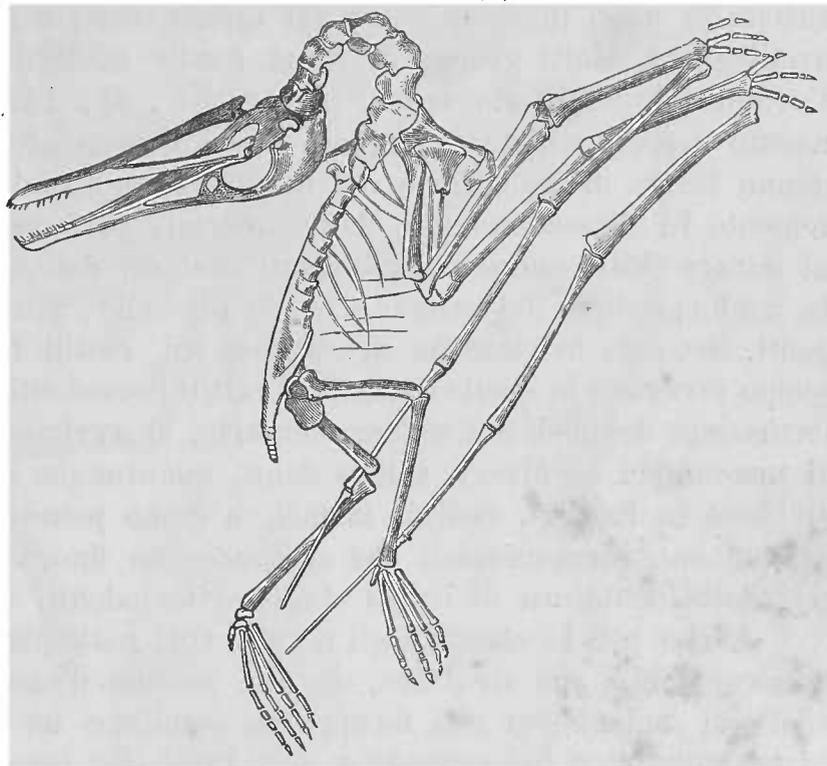


Fig. 147. — *Pterodactylus elegans* (da Zittel).

mente fra i marsupiali, finchè Filhol ebbe determinato il loro posto essere probabilmente fra i carnivori placentari, mostrando che tutti i loro denti di latte erano sostituiti da denti permanenti alla seconda dentizione. Le grandi somiglianze dei molari di questi ienodonti con quelli dei marsupiali carnivori, come le piccole dimensioni della cavità cranica, che dinotano un cervello relativamente poco sviluppato, sembrano dimostrare, ciò che supponevasi fondandosi su ragioni di un altro ordine, che i mammiferi placentari siano derivati, durante il periodo mesozoico, dai marsupiali.

(1) H. Filhol, Recherches sur les Phosphorites du Quercy, Étude des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères. Ann. sciences géologiques, Vol. VII, 1876.

Negli strati eocenici più antichi si trovano già, nei due emisferi, i mammiferi placentari superiori con tutti i caratteri della loro elevata organizzazione e i loro caratteri differenziali ben distinti (artiodattili, perissodattili), tuttavia non v'è alcuna ragione di considerare l'immenso periodo che rimonta fino alle marne iridate, nelle quali furono trovati gli avanzi più antichi dei mammiferi (denti e ossa dei marsupiali insettivori) come l'epoca durante la quale l'organismo di questi animali è arrivato a quest'alto grado di perfezionamento, poichè fin qui i loro resti fossili sono assai rari (Inghilterra, Giura).

Altrove ancora la paleontologia ci fa conoscere delle forme di transizione tra categorie elevate, tra ordini e classi. I *labiritodonti*, i più antichi urodeli, che appaiono già nel carbonifero, presentano molti caratteri di pesci (placche ossee sul torace, ecc.) e hanno uno scheletro cartilagineo. Molti gruppi di sauri fossili costituiscono ordini e sott'ordini (alosauri, dinosauri, pterodattili, fig. 147, tecodonti), di cui nessun rappresentante è arrivato fino all'epoca attuale; altri generi ci danno forme di transizione coi nostri ordini attuali, come anche recentemente fu dimostrato per delle lucertole in forma di *Python*, vicini al genere *Mosasaurus*, degli strati cretacei dell'America, i quali, per la conformazione del cranio e delle mascelle, fanno passaggio ai serpenti. Secondo le ricerche di Owen sui rettili fossili del Capo, un tempo vivevano in quelle regioni dei rettili (teriodonti), i quali, per la conformazione dei piedi e il sistema dentario, si avvicinavano estremamente ai mammiferi carnivori. I loro denti, quantunque d'una sola radice, si dividono in incisivi, canini, molari, e fanno pensare che la dentatura dei più antichi marsupiali che si conoscono finora (marne iridate) derivi dalla dentatura di rettili simili ai teriodonti.

Anche per la classe degli uccelli, così nettamente delimitata e così uniforme nella sua struttura, da una ventina d'anni si è scoperta negli scisti di Solenhofen una forma che stabilisce un passaggio ai rettili (*Archaeopteryx lithographica*, fig. 148), che, invece della coda corta degli uccelli, presenta una lunga coda di rettile formata da venti vertebre portanti due serie di penne retrici (*Saururæ*) e che si avvicina, per la composizione della colonna vertebrale e per la struttura del bacino, ad un *Pterodactylus*. La scoperta di un secondo esemplare completo di *Archaeopteryx* ci fece conoscere la dentatura di questo animale che aveva denti acuminati impiantati nelle mascelle (fig. 149). Si trovarono inoltre, nella creta, dei tipi di uccelli americani che differiscono fra loro come dai saururi molto più che gli uccelli attuali di qualsiasi ordine. Questi animali descritti da Marsh (1) sotto il nome di *Odontornithes* e di cui ha fatto una sottoclasse, avevano denti sulle

(1) O. C. Marsh, *Odontornithes*. A Monograph of the extinct toothed birds of North-America. New-Haven, 1880.

mascelle prolungate in forma di becco. Gli uni (ordine degli *Ichthyornithes*) avevano delle vertebre biconcave, una carena dello sterno e delle ali ben sviluppate (*Ichthyornis* fig. 150); gli altri (*Odontolcae*),

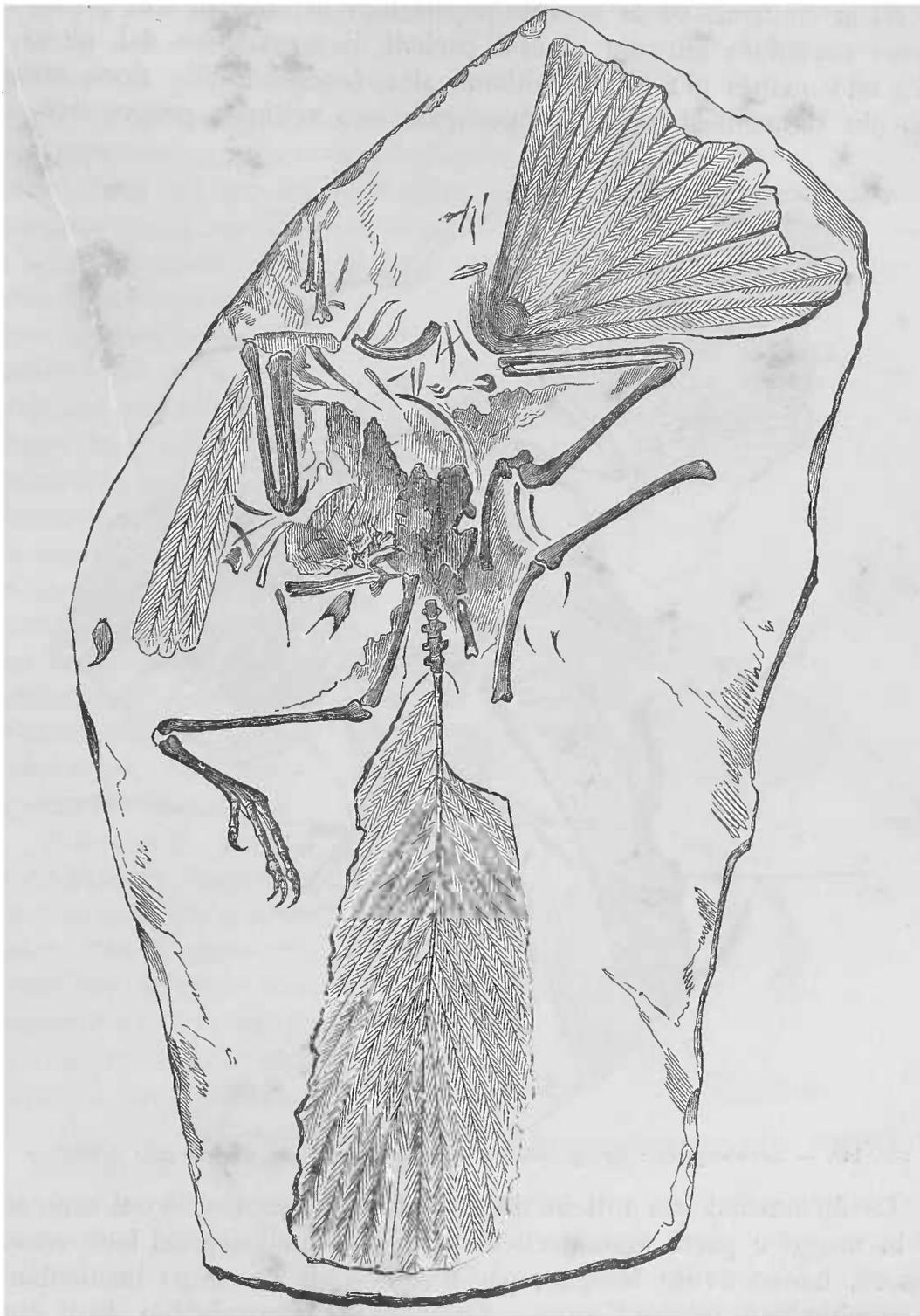


Fig. 148. — *Archaeopteryx lithographica*. Esempio del museo britannico.

muniti di denti negli alveoli, di vertebre normali, e d'ali rudimentali, senza carena, erano incapaci di volare (*Hesperornis*, *Lestornis*) (fig. 151). Forse si riuscirà più tardi, con la scoperta di nuovi tipi, a stabilire il

passaggio ai dinosauri (*Compsognathus*), il cui bacino ed il cui piede offrono i maggiori rapporti di conformazione con queste stesse parti degli uccelli.

Se si confrontano le diverse popolazioni di animali e di piante che si sono succedute durante diversi periodi di formazione del globo, si vedrà che quanto più ci avviciniamo alla fauna ed alla flora attuali, tanto più si manifesta in modo generale uno sviluppo progressivo.



Fig. 149. — *Archaeopteryx lithographica*. Esempio del museo mineralogico di Berlino.

Le formazioni più antiche del periodo archeozoico, le cui zone sono per la maggior parte metamorfiche e che, a giudicare dal loro enorme spessore, hanno avuto bisogno, per formarsi, di un tempo incalcolabile, non racchiudono, tranne l'*Eozoon Canadense*, essere dubbio degli strati laurenziani inferiori, nulla che si possa con certezza considerare come fossile, quantunque la presenza di scisti bituminosi nelle antiche formazioni indichi l'esistenza, a quest'epoca, di materie organiche. L'intera popolazione organizzata, e certamente ricchissima, di questi re-

moti pericidi, scomparve completamente senza lasciare altre tracce che gli strati di grafite degli scisti cristallizzati. Nei primi sedimenti così potenti dell'epoca paleozoica non si trovano esclusivamente ancora fra i vegetali, che delle crittogame, principalmente delle alghe, che coprivano il fondo del mare di vaste foreste. Molte specie di animali marini appartenenti a gruppi diversissimi, zoofiti, molluschi, *brachiopodi*, crostacei, (*Trilobites*, *Hymenocaris*), e di pesci catafratti, dinotando una organizzazione inferiore (*Cephalaspis*), animavano i mari all'epoca primaria. Solo nel terreno carbonifero, astrazione fatta dagli insetti e dagli scorpioni fossili del siluriano, si mostrano per la prima volta degli avanzi di animali terrestri, dei batraci (*Apatheon*, *Archegosaurus*) con una corda dorsale e uno scheletro cartilagineo, degli insetti e dei ragni; più tardi nel permiano, appaiono dei rettili somiglianti a grosse lucertole (*Proterosaurus*), mentre dominavano ancora i pesci appartenenti esclusivamente ai gruppi dei selaci e dei ganoidi; e le crittogame vascolari (felci arboreescenti, *Lepidodendron*, *Calamites*, *Sigillaria*, *Stigmara*).

Durante il periodo secondario le lucertole, come le conifere e le cicadee, che si erano già presentate all'epoca carbonifera, acquistarono un'importanza tale che si potrebbe caratterizzare tale periodo col nome di periodo dei sauri e

delle gomnosperme. Sono soprattutto speciali di quest'epoca i giganteschi dinosauri, i pterodattili, e gli alosauri, coi loro generi più conosciuti *Ichthyosaurus* e *Plesiosaurus*. Si trovano già isolati, nel trias superiore e nel giurese, alcuni mammiferi appartenenti esclusivamente al gruppo inferiore, quello dei marsupiali. Quanto alle fanerogame come ai pesci ossei, si trovano per la prima volta nella creta.

Nel terziario soltanto raggiungono uno sviluppo considerevole le fanerogame e i mammiferi, dei quali l'ordine più elevato, quello delle

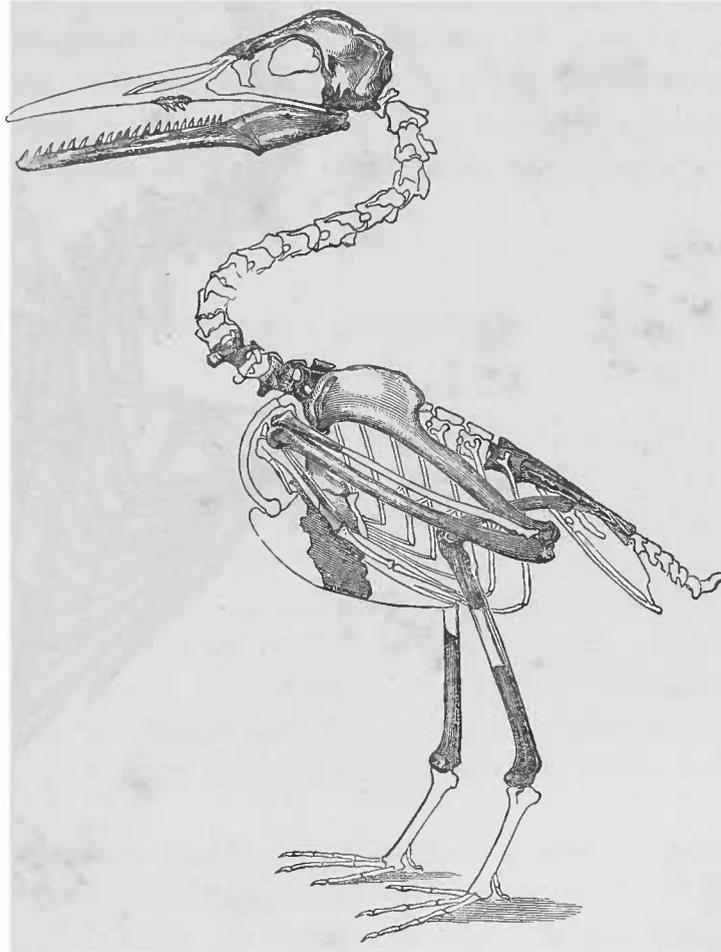


Fig. 150. — *Ichthyornis dispar*, da Marsh (restaurato).

scimmie, ha già i suoi rappresentanti; questo periodo si potrebbe anche chiamare l'età dei mammiferi e delle foreste di angiosperme. Negli strati

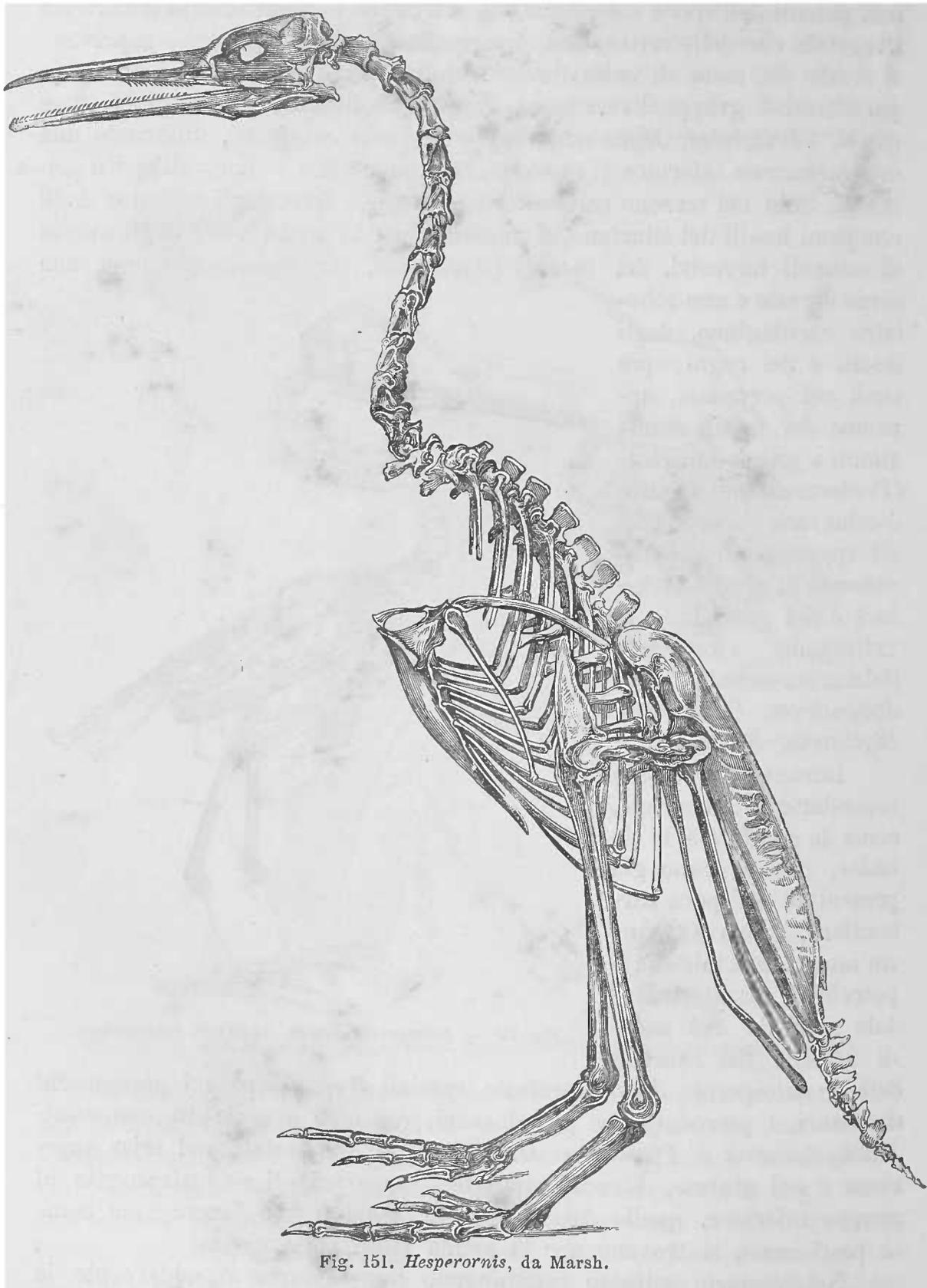


Fig. 151. *Hesperornis*, da Marsh.

superiori la somiglianza con gli animali e le piante attuali è sempre

più manifesta. Durante l'epoca diluviale e la recente, i tipi più elevati delle fanerogame si moltiplicano ed acquistano un'estensione sempre più considerevole, e si riscontrano in tutti gli ordini di mammiferi delle forme la cui struttura si specializza sempre più in direzioni determinate e che per ciò diventano più perfette. Infine appaiono nel diluvium le prime tracce incontestabili della presenza dell'uomo, la cui storia comprende l'ultimo periodo dell'epoca recente, relativamente così corta.

Malgrado l'imperfezione dei documenti geologici, questi bastano però a dimostrare uno sviluppo progressivo dai gradi inferiori dell'organizzazione fino ai gradi più complessi e più elevati, per confermare la legge d'un perfezionamento progressivo nella successione dei gruppi. Non ci è però permesso di abbracciare interamente questo cammino progressivo, poichè gli organismi delle epoche più antiche e più estese sono scomparsi senza lasciar tracce, e dobbiamo limitarci a cercare le prove di questa legge negli ultimi gradi di questa scala dello sviluppo continuo.

Importanza della distribuzione geografica.

La distribuzione geografica degli animali presenta un insieme di fatti assai complessi e spesso difficile da comprendere, e le nostre conoscenze sono ancora troppo ristrette per permetterci di stabilire delle leggi generali. Siamo ancora lungi dal poter tracciare un quadro pressochè completo della distribuzione degli animali sulla superficie del globo e dobbiamo innanzi tutto riconoscere la nostra ignoranza sulle conseguenze che hanno potuto portare i cambiamenti di clima e d'altezza subiti dalle diverse contrade nei tempi moderni, e sulle numerose ed estese emigrazioni delle piante e degli animali, aiutati dai più varî mezzi di trasporto.

La classificazione attuale delle piante e degli animali è senza dubbio il risultato combinato della separazione primitiva dei loro antenati e delle trasformazioni geologiche della crosta terrestre che hanno avuto luogo da quest'epoca, delle modificazioni nell'estensione e nella posizione dei mari e dei continenti, che non hanno potuto restare senza azione sulla fauna e sulla flora. Per conseguenza, la geografia zoologica e botanica (1) si legano intimamente a questo ramo della geologia che ha per

(1) P. L. Sclater, Ueber den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss der geographischen Zoologie. Erlangen, 1876 — A. R. Wallace, The geographical distribution of animals 2 vols. London, 1876. — Id. Island life or the phenomena and causes of insular Faunas and Floras, including a revision and attempted solution of the problem of geological climates London, 1880.

oggetto lo studio dei più recenti fenomeni della crosta terrestre e di ciò che essa contiene; essa non può limitarsi a determinare le aree di distribuzione delle forme animali e vegetali attualmente viventi, ma essa deve anche tener conto dell'estensione dei resti fossili, sepolti negli strati recenti, degli antenati del mondo organizzato attuale. La presenza dei tipi comuni o somiglianti (forme rappresentative, Buffon) nel nord dell'America e nel continente paleartico, e dall'altra parte nell'America del sud, nell'Africa e nell'Australia, indica l'esistenza antica di una regione circumpolare nel nord, come pure di un gran continente meridionale, di cui l'Australia è la sola parte ancora sussistente che sarebbe stato il centro d'origine degli struzionidi, degli uccelli giganteschi oggi estinti del Madagascar e della nuova Zelanda, e degli sdentati (*Manis*, sud dell'Asia; *Orycteropus*, Africa. — Relazioni fra le flore dell'Australia, del Capo e della Terra del Fuoco). La volpe azzurra, il ghiottone e l'orso, il lupo e la lince, la marmotta e la lepre delle Alpi, la renna e il cervo, il bisonte, e nei tempi antichi il cavallo, il mammoth, ecc., sono le principali specie comuni alle regioni settentrionali dei due continenti. Quantunque la geografia zoologica, in senso largo, non sia che al suo inizio, tuttavia fatti numerosi e importanti della distribuzione geografica degli animali si lasciano spiegare in un modo plausibile per la teoria trasformista. Questo ramo della scienza ha per oggetto di far concordare la distribuzione orizzontale degli organismi con la loro successione verticale o geologica, basandosi sui cambiamenti subiti dalla superficie del globo.

Un fatto a tutta prima importante è che la somiglianza non meno della differenza degli abitanti di contrade diverse, non si può spiegare unicamente con condizioni climatiche e fisiche. Esistono in mezzi differentissimi delle specie vicinissime di animali e di vegetali, mentre una popolazione molto eterogenea può vivere in *habitat* e in climi affatto simili. Per converso la diversità è in istretto rapporto con l'estensione dell'area, con le barriere e gli ostacoli che impediscono l'emigrazione. L'antico ed il nuovo mondo, ad eccezione delle contrade polari, hanno una flora ed una fauna in parte assai diverse, quantunque vi sia in generale un parallelismo fra le rispettive condizioni dell'uno e dell'altro, che potrebbero favorire nello stesso modo la prosperità della stessa specie. Paragoniamo, per esempio, grandi estensioni di paesi nell'America meridionale, nell'Africa meridionale e nell'Australia, situati sotto la stessa latitudine, col medesimo clima; troviamo tre faune e tre flore diversissime, mentre gli animali dell'America meridionale sotto latitudini diverse e nelle condizioni climatiche più varie sono incomparabilmente più vicini fra loro. Qui dal nord al sud le popolazioni animali non sono più rappresentate dalle stesse specie, ma appartengono agli stessi generi vicini e a dei gruppi che erano già sparsi nell'America meridionale all'epoca del diluvio e alla fine del periodo terziario.

Le pianure presso lo stretto di Magellano, dice Darwin, sono abitate da una specie di struzzo americano (nandù, *Rhea americana*), e le pianure del Plata, situate più al nord, da una specie dello stesso genere e non da un vero struzzo (*Struthio*) o da un emù (*Dromaeus*), che si trovano in Africa e in Australia sotto le stesse latitudini. Nelle stesse pianure del Plata vivono l'aguti (*Dasyprocta*) e la viscaccia (*Lagostomus*) animali aventi press' a poco i costumi delle nostri lepri e dei nostri conigli, appartenenti allo stesso ordine dei rosicanti, ma aventi un tipo di conformazione tutto americano. Se saliamo sulle cime elevate delle Cordigliere, troviamo una specie alpina di viscaccia (*Lagidium*); se guardiamo le acque, non troviamo nè castori, nè topi muschiati, ma il coipu (*Myopotamus*) e il capibara (*Hydrochoerus*), due altri tipi sud-americani.

Dai tratti generali degli animali terrestri e d'acqua dolce che abitano la terra, questa può essere divisa in sei od otto regioni, i cui limiti non sono affatto assoluti, perchè non si applicano ugualmente ai varî tipi di animali. Esistono pure dei distretti intermediarî che riuniscono varî caratteri delle regioni vicine con certe particolarità che sono loro proprie, e possono talora anche essere considerati come regioni distinte.

Il merito di avere stabilito su basi naturali queste provincie zoologiche, come le loro principali suddivisioni, spetta a Sclater. Fondandosi sulla distribuzione geografica degli uccelli, questo naturalista ha ammesso sei provincie, i cui limiti concordano abbastanza esattamente con la suddivisione geografica della fauna, dei mammiferi e dei rettili.

1. *Regione paleartica*: Europa, Asia minore e il nord dell'Africa fino all'Atlante.

2. *Regione neartica*: Groenlandia e America del nord fino al centro del Messico.

3. *Regione etiopica*: Tutta l'Africa al sud dell'Atlante, Madagascar, isole Mascare.

4. *Regione indiana*: Paesi dell'Asia situati al sud dell'Imalaia, Seilan, Indo-Cina, Cina meridionale, arcipelago Malese, Filippine.

5. *Regione australiana*: Australia, isole del Pacifico, Molucche fino a Lomboch inclusivamente.

6. *Regione neotropica*: America del sud, Antille, sud del Messico.

Altri naturalisti (Huxley) hanno fatto più tardi osservare che le quattro prime regioni hanno fra loro una somiglianza ben maggiore che una qualunque di esse con la regione australiana o con la neotropica; che la Nuova Zelanda, per le particolarità della sua fauna, doveva formare una regione distinta presso le due ultime e che si doveva

inoltre stabilire una regione circumpolare di uguale valore delle regioni paleartica e neartica (1).

Wallace si pronuncia contro lo stabilimento di una regione circumpolare e di una regione neo-zelandese; ammette, per considerazioni pratiche, le sei regioni di Sclater, riconoscendo però che non hanno tutte la stessa importanza, poichè la regione sud-americana e la regione australiana sono molto più isolate delle altre.

Le barriere di queste regioni, vaste estensioni di mari, alte catene di montagne, deserti sabbiosi, non sono naturalmente assolute per tutte le specie e permettono ad un gruppo o all'altro di passare da una regione all'altra. Gli ostacoli all'immaginazione e all'emigrazione ci sembrano attualmente insormontabili, ma nei tempi antichi, sotto altre condizioni di ripartizione dei mari e dei continenti, erano certamente diversi da ciò che sono oggi e più facili a superare per più d'una forma vivente.

Si può anche ammettere con certezza che molte di queste barriere non esistevano anticamente, che alcuni continenti, che sono ora separati da mari, erano riuniti (nord dell'Africa e sud dell'Europa), che alcune isole un tempo facevano parte del continente vicino (Inghilterra, isole Feroe, Islanda, Groenlandia), e che alcune contrade che appartengono oggi allo stesso continente erano separate da una vasta distesa di mare (nord dell'Africa Africa, tropicale). Ma, secondo Wallace, si deve rifiutare l'ipotesi che certi continenti sarebbero stati un tempo inghiottiti e che avrebbero esistito al posto del mare; invece il livello dei continenti fu soggetto, nel corso del tempo, a oscillazioni più o meno forti, che li hanno trasformati in arcipelaghi e l'estensione dei mari che li separavano ha subito grandi variazioni.

La distribuzione geografica dei mammiferi terrestri mostra in un modo generale che le differenze dei gruppi di specie caratteristiche di regioni determinate sono proporzionali all'estensione delle barriere geografiche che separano queste regioni. Tutto il mondo conosce le differenze presentate dalle scimmie dell'antico e del nuovo mondo, di cui si sono fatti i due sott'ordini delle catarrine e delle platirrine. Fra i primi i *Colobus* africani e i *Semnopithecus* del sud dell'Asia sono vicinissimi e gli uni sono in qualche modo forme rappresentative degli altri. Le varie specie di *Semnopithecus* hanno degli *habitat* distinti vicinissimi gli uni agli altri e separati da barriere poco importanti,

(1) Andrew Murray nel suo lavoro sulla distribuzione geografica dei mammiferi, pubblicato nel 1866, non ammette che quattro regioni: le regioni paleartica, indo-africana, australiana e americana, mentre Rüttimeyer aggiunge alle 6 provincie di Sclater una provincia circumpolare e una provincia mediterranea. Finalmente J. A. Allen (*Bulletin of the museum of comparative zoologie, Cambridge, vol. II*) propone otto zone o regni: 1, regno artico; 2, regno settentrionale temperato; 3, regno americano tropicale; 4, regno indo-africano tropicale; 5, regno sud-americano tropicale; 6, regno africano temperato; 7, regno antartico; 8, regno australiano.

poichè, per esempio, una specie (*budeng*) vive a Giava, un'altra, il nasica (*S. nasicus*), a Borneo, una terza, l'entello (*S. entellus*), nell'isola di Seilan, il duc (*S. nemaeus*) in Cocincina. Tra le scimmie antropomorfe, le forme dolicocefale, con tredici paia di coste, il gorilla e il scimpanzè, appartengono all'Africa, mentre gli oranghi brachicefali, che hanno solamente dodici o undici paia di coste, sono asiatici e costituiscono delle varietà o delle specie diverse secondo che abitano a Sumatra o a Borneo. L'ordine degli struzzi presenta dei tipi differenti sparsi in tre parti del mondo. I casuari e gli emù della Nuova Olanda sono più vicini fra loro che agli struzzi africani con due dita e ai nandù dell'America del sud. Fra gli emù, il *Dromaeus Novae Hollandie* abita l'Australia orientale, il *D. irroratus* l'Australia occidentale e così ogni specie conosciuta di casuari ha un *habitat* particolare, il *Casuarus australis* sulle coste del Nord, il *C. Benetti* nella Nuova Bretagna, il *C. Kaupii* nella Nuova Guinea, il *C. galeatus* a Ceram (Molucche). V'è anche un gran numero di eccezioni; paesi lontanissimi, come il Giappone e l'Inghilterra, presentano piccola differenza nella loro popolazione animale, mentre contrade relativamente vicine, come l'Africa e Madagascar, l'Australia e la Nuova Zelanda, le isole di Lombok e di Bali, hanno una flora ed una fauna differentissime. Questi fatti singolari non si possono spiegare che col mezzo di cambiamenti subiti dalla superficie terrestre in epoche più o meno remote.

Le stesse leggi si ripetono nella distribuzione degli abitanti dei mari. Una parte delle barriere che si oppongono alla dispersione degli animali terrestri, come i vasti mari che circondano molte isole, sono favorevolissime all'estensione delle specie marine, mentre al contrario le grandi estensioni di terra ferma oppongono loro degli ostacoli insormontabili. V'è peraltro un gran numero di animali marini che vivono nelle acque poco profonde vicino alle coste, e la cui distribuzione concorda spesso con quella degli animali terrestri, ma invece presentano grandi differenze sulle coste opposte dei grandi continenti. Per esempio gli abitanti dei mari delle coste orientali e occidentali dell'America del sud e dell'America centrale differiscono tanto, che, ad eccezione d'un certo numero di pesci che si trovano, secondo Günther, sulle rive opposte dell'istmo di Panama, non vi sono che poche specie comuni. Nelle isole orientali dell'oceano Pacifico, la fauna marina è interamente distinta da quelle delle coste occidentali dell'America del sud. Se d'altra parte continuiamo verso l'ovest delle isole orientali delle parti tropicali del Pacifico, finchè, avendo attraversato un intero emisfero giungiamo alle coste d'Africa, non si notano, su tutta questa vasta distesa, delle faune marine ben distinte e definite. Molti pesci si estendono dal Pacifico all'oceano Indiano, e vi sono molti molluschi comuni alle isole del Pacifico e alle coste orientali dell'Africa, due regioni situate quasi sui meridiani opposti. Qui le barriere non sono in-

sormontabili, poichè queste coste e queste numerose isole possono servire di sosta per gli emigranti.

Secondo l'*habitat* degli animali marini si distinguono gli *animali costieri* (1), che vivono presso le coste, sebbene in condizioni e a profondità diverse, e gli *animali pelagici* che nuotano alla superficie dei mari. La vita è pure ricchissima e variatissima a grandi profondità, come lo provarono recentemente le spedizioni americane, inglesi, scandinave, francesi e italiane.

Le ricerche finora fatte permettono di distinguere le seguenti zone: 1. Una zona superficiale o pelagica, che in vicinanza alle coste, può compenetrarsi con la fauna litorale e laminaria di Forbes. 2. Una zona profonda, subpelagica, ancora influenzata dalla luce, fino a 150-200 tese di profondità. 3. Una zona oscura, la quale, mancando di luce e di piante, è povera d'ossigeno e ricca d'acido carbonico, con poco scambio in senso verticale. 4. Una zona abissale di varia profondità, con gli abitatori dei fondi marini. Invece di trovarvisi la completa mancanza di ogni vita animale, com'era stato supposto *a priori*, numerosi animali inferiori di diversi gruppi trovano anche alle maggiori profondità, le condizioni di esistenza. Oltre ai sarcodini, fra cui i foraminiferi (limo a globigerine), e i radiolarii (limo a radiolarii nella parte centrale dell'oceano Pacifico a circa 3000 tese di profondità), si trovano specialmente su fondi marini delle spugne silicee (*exactinellae*), delle attinie e dei polipi corallini, nonchè alcune meduse, alcuni sifonofori e varie forme di echinodermi (*Elpidia*, *Asthenosoma*, *Pourtalesia*, *Brisinga*, *Archaster*, *Pentacrinus*, ecc.) e di crostacei (2) dei tipi più bassi, ma di grandi dimensioni, talora con grandi occhi, ma per lo più ciechi. Solo poche forme di lamelibranchi e di gasteropodi si trovarono insieme al sedimento calcareo delle più grandi profondità. Lo stesso dicasi per i cefalopodi, di cui sembrano esistere solo poche forme (*Chiroteuthis lacerata*) a profondità di 1000-3000 tese, sebbene su di esse la vita abissale non abbia esercitato mutamenti notevoli. Quanto ai pesci, essi non solo

(1) Edw Forbes, distingue 4 zone di *habitat* negli animali marini: 1, *Zona litorale* fra i limiti dell'alta e bassa marea, ricca in alghe. 2, *Zona laminaria* dal limite ultimo della bassa marea a 35 tese di profondità, in cui trovansi fucacee brune e floridee variamente colorate. 3, *Zona corallina* fino a 50 tese di profondità, caratterizzata dalla presenza di alghe calcari e di nullipore. 4, *Zona profonda*, da 50 tese in giù fino ai fondi abissali, ove, secondo l'erronea opinione di Forbes, la vita dovrebbe essere in tutto o in parte spenta.

(2) Cfr. specialmente Wyville Thomson, *The depths of sea. An account of the general results of the dredgings cruises of the Porcupine and Lightning during the summers 1868-69-70.* London, 1873.— *The voyage of the Challenger*, London, 1877.— Agassiz A. *Three cruises of the U. S. coast and geodetic survey Steamer Blake.* London, 1888.— Perrier Edm *Les explorations sousmarines.* Paris, 1886.— C. Chun, *Die pelagische Thierwelt in grossen Meerestiefen.* Biblioth. zool., Heft I, Cassel 1888.— W. Marshall, *Die Tiefsee und ihr Leben.* Leipzig, 1888.— E. H. Giglioli, *La scoperta di una fauna abissale nel Mediterraneo,* 1883. Articoli varii su detto argomento nell'opera *Pelagos* di Giglioli e Issel, Genova, 1884.

rappresentano un ricco contingente fra gli abitanti delle profondità marine, ma presentano anche interessantissime e svariatissime adattazioni alle loro condizioni di vita (*Sternoptyx*, *Stomias*, *Halosaurus*, *Astro-nesthes*, *Melanocetus*, *Saccopharynx*). Come nei crostacei, si trovano spesso anche nei pesci delle profondità marine occhi enormi, oppure assai ridotti, oltre ad alcune forme completamente cieche (*Ignops Murrayi*). Nei pesci veggenti si trovano spesso organi luminosi, che sono disposti in vicinanza agli occhi o lungo la linea laterale, cosicchè possono illuminare le adiacenze, e rendere possibile l'impiego degli occhi. Altri sensi pure, come il tatto per mezzo di lunghi fili sensibili, sono assai sviluppati.

In corrispondenza alle simili condizioni di esistenza, che regnano dappertutto nella profondità dei mari, come la bassa temperatura, il piccolo scambio dell'acqua e la mancanza della luce, c'è anche una coincidenza fra la fauna delle profondità marine nel mare Artico e nell'oceano Atlantico e Pacifico. Siccome nell'assoluta oscurità non si può sviluppare la clorofilla, e perciò la vita vegetale, che produce la sostanza organica necessaria al mantenimento dello scambio materiale negli animali, già a una piccola profondità scompare, dev'esservi fra gli animali della superficie e del fondo un vivace scambio attraverso le diverse zone marine, e il materiale organico necessario alla vita e alla nutrizione della fauna abissale deve essere fornito, in ultima istanza, dagli organismi viventi sotto l'influenza della luce. Su questo fondamento perde di verosimiglianza l'opinione secondo cui si sostiene che in mare aperto, alla profondità di 150-200 tese non si possano più trovare animali natanti, e che gli animali abitatori dei fondi marini siano distinti dagli animali pelagici da un grosso strato di acque azoiche. D'altra parte le piante marine morte (come alghe, fucoidee), talora in grandi ammassi (sargassi), cadono a poco a poco al fondo, e, insieme ai protofiti che contengono (*Plankton*) (1), sono trasportate dalle correnti, almeno in parte, fra la fanghiglia di fondo come nutrimento di altri organismi; perciò i resti animali e vegetali che giungono nelle profondità marine devono considerarsi come l'unico materiale nutritivo della ricca fauna abissale. Infatti le recenti ricerche hanno provato (C. Chun) che, almeno nel Mediterraneo, fino a una profondità di circa 800 tese, v'è una ricca e sva-

(1) Vedi E. Haeckel, *Plankton-Studien, Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammensetzung der Pelagischen Fauna und Flora*. Jena, Fischer, 1890. Egli distingue l'insieme degli animali pelagici (*plankton* p. d.) dall'insieme degli abissali (*Benthos*) che non nuotano; distingue un *plancton* d'acqua dolce (*limnoplankton*) e uno marino (*haliplankton*), uno *oceanico*, uno *neritico* (litorale), uno *pelagico*, uno *zonale*, uno *battibico*. Fra gli organismi che si trovano nel *Plancton*, egli annovera: *Protofiti*: Cromacee, calcocitee, murracitee, diatomee, xantellee, dictiochee, peridinee. *Metafiti*: alosferee, oscillarie, sargassi. *Protozoi*: talamofori, infusori, radiolari, *Metazoi*: cnidari, meduse, ctenofori, chetognati, pteropodi, etteropodi, cefalopodi, larve di echinodermi, anellidi crostacei, copepodi, ostracoidi, schizopodi, insetti, alcuni tunicati, ova di pesci, ecc.

riata fauna pelagica profonda; e verisimilmente, non solo presso le coste poco profonde, ma anche assai lontano da esse, in direzione verticale, v'è una invasione di animali pelagici nei fondi marini. Inoltre per numerose forme pelagiche fu provato un innalzamento e un abbassamento periodico poichè molti animali superficiali, al principio dell'estate vanno al profondo, ritornando alla superficie al principio della stagione fredda, cosicchè finalmente possono dirsi disposti in serie dalla superficie alle maggiori profondità.

L'opinione, che gli abitatori delle profondità marine si siano formati in modo autonomo, è contraddetta da molte ragioni. La presenza di occhi, sebbene spesso ridotti o completamente atrofizzati (come negli abitatori delle caverne), prova che le zone illuminate superficiali sono da considerarsi come il punto di partenza della vita marina; e da queste zone, sia presso le coste, sia in mare aperto, provenne la forma abissale. Argomento importantissimo è quello della necessità delle piante (che non possono crescere senza la luce) per lo sviluppo e il mantenimento della vita animale. Anzi, per la gran ricchezza della fauna abissale, può venirne aumentata indirettamente anche quella della superficie.

La distribuzione geografica presenta anche grandi difficoltà da risolvere, massimamente per ciò che riguarda il *cosmopolitismo*.

V'è una serie di animali e di piante che sono sparsi per tutto il mondo, altre specie appartengono a provincie diverse, separate da barriere in apparenza insormontabili, e si trovano in contrade lontanissime fra loro. Questi fatti si possono spiegare coi mezzi di trasporto svariatissimi che hanno favorito l'estensione delle forme più mobili e con le modificazioni geografiche e climatiche, con lo spostamento dei continenti e dei mari che hanno avuto luogo durante i periodi geologici recenti e durante i precedenti. La presenza di molte specie animali e vegetali sulle cime elevate, separate da centinaia di miglia di pianure; il fatto che le stesse specie vivono nell'estremo nord dell'Europa e nelle regioni nevose delle Alpi e dei Pirenei; la presenza di vegetali simili nel Labrador, sulle Montagne Bianche degli Stati Uniti e sulle vette più alte d'Europa, sembrano, a tutta prima, confermare l'antica teoria che ammetteva la creazione indipendente di una stessa specie in più punti differenti (centri di creazione), mentre la dottrina della selezione suppone che ogni specie abbia avuto origine in un punto solo (1) e che i suoi discendenti, per quanto oggidi disseminati, siano partiti di là e si siano sparsi per emigrazione (centri di dispersione) (2).

Questi fatti trovano una spiegazione sufficiente nelle condizioni climatiche di un periodo geologico recente (periodo glaciale), durante il quale

(1) Questa conseguenza, spesso male interpretata, del trasformismo, non è affatto in contraddizione col fatto, che organi che adempiono alle stesse funzioni (trachee, occhi) possano avere un'origine diversa (sviluppo convergente).

(2) Vedi Rüttimeyer, Ueber die Herkunft unserer Thierwelt. 1867.

il nord dell'America e l'Europa centrale hanno avuto un clima artico, e dove i ghiacci potenti riempiono le valli delle alte montagne. A quest'epoca una fauna e una flora artica uniforme hanno dovuto estendersi fino alle Alpi e ai Pirenei ed essere essenzialmente le stesse nel nord dell'America, poichè provenivano, per migrazione, dalle stesse popolazioni polari (renna, volpe azzurra, ghiottone, lepre alpina, ecc.). In fine del periodo glaciale le specie artiche, di mano in mano che la temperatura aumentò, si ritirarono sulle montagne, elevandosi sempre più, e furono sostituite nelle pianure da una popolazione che veniva dal sud. Così possiamo capire come vennero, per l'isolamento, i cambiamenti tra gli abitanti alpini di ogni catena di montagne e le forme artiche, tanto più che le antiche specie alpine, che abitavano le montagne prima del periodo glaciale e che poi son discese nelle pianure, hanno pure dovuto esercitare la loro influenza. *Ecco perchè si trovano, di fronte a molte specie identiche, delle varietà e delle specie dubbie o di sostituzione.* Ma molte delle forme subartiche e anche alcune forme dei tipi temperati (sui pendii inferiori delle montagne e nelle pianure del nord dell'America e dell'Europa), manifestano le stesse relazioni, ciò che non può spiegarsi se non ammettendo che prima del principio del periodo glaciale le produzioni subartiche e quelle del nord delle zone temperate fossero identiche nelle regioni che circondano il polo. Importanti ragioni ci portano a credere che prima del periodo glaciale, durante la fine dell'epoca pliocenica, i cui abitanti erano in gran maggioranza specificamente gli stessi d'oggi, il clima fosse molto più caldo del clima attuale; così non pare impossibile che durante questo periodo le forme subartiche e quelle del nord della zona temperata siano state molto più vicine al nord e abbiano occupato questa zona circumpolare, che si estende dall'Europa occidentale all'America orientale. Però, probabilmente nell'antico pliocene ancor caldo (1) un gran numero delle stesse piante e animali abitò il complesso delle terre nordiche, e poi trasmigrò a poco a poco al sud nel continente nuovo e antico, col diminuire della temperatura.

Così possiamo comprendere la parentela esistente tra le popolazioni animali e vegetali attuali dell'Europa e dell'America del Nord, parentela così stretta che troviamo in ogni classe delle forme sulla cui natura non si è d'accordo e su cui si discute per sapere se sono razze o specie. Ci spieghiamo ugualmente il fatto singolare che le produzioni degli Stati Uniti e dell'Europa fossero più vicine durante gli ultimi periodi dell'epoca terziaria che non lo siano quelle d'oggi. Rüttimeyer fa notare, a proposito della popolazione animale pliocenica di Niobrara,

(1) Nel miocene antico della Groenlandia e dello Spitzberg, che erano allora uniti, v'era un clima simile all'attuale dell'Italia settentrionale, come fu provato dalle interessanti scoperte paleontologiche delle spedizioni al polo nord.

che gli avanzi delle specie di elefanti, di tapiri, di cavalli, sepolti negli strati di *grès*, differiscono di ben poco da quelli del mondo antico, e che le specie di porci, a giudicare dal loro sistema dentale, sono discendenti dai paleoheridi miocenici. I ruminanti, come i cervi, i montoni, i bisonti, sono pure rappresentati dagli stessi generi, e talora dalle stesse specie che negli strati contemporanei d'Europa. Parecchi generi, che offrono nel modo più manifesto il tipo del mondo antico, giungono per l'istmo di Panama fino all'America meridionale e si sono estinti poco prima dell'apparizione dell'uomo, per esempio le due specie di mastodonti delle Cordigliere e le specie di cavalli sud-americani. Un'antilope e due ruminanti a corna (*Leptotherium*) sono pure penetrati fino al Brasile. Anche oggi esistono due specie di tapiri, la cui dentatura, anche per Cuvier, si distingue appena da quella del tapiro indiano, due specie di porci, che portano ancora nella loro prima dentizione i caratteri della fauna da cui derivano e un gran numero di cervi che, col lama, discendono dalle forme antiche eoceniche, « *avanzi viventi di questa antica colonia orientale che non giunse al suo habitat definitivo se non dopo aver percorso un lungo cammino e fatte delle larghe perdite* ». Neppure si può dubitare che un buon numero di carnivori, i cui avanzi, sepolti nel diluvio dell'America meridionale, presentano la nota della loro parentela con le specie del mondo antico, non siano arrivati in queste contrade per la stessa via. Le sarighe hanno i loro rappresentanti negli strati eocenici dell'Europa, e il *Caenopithecus* eocenico di Egerkingen ha le affinità più strette con le specie di scimmie americane attuali. Così è dei fossili (miocenici) di Nebraska coi mammiferi terziari d'Europa. I *Palaeotherium* continuarono a vivere quando in Europa non trascorsero l'epoca eocenica, come i cavalli a tre dita (*Anchitherium*) da cui derivano l'*Hipparion*, cavallo con un dito solo sviluppato e due rudimentali, ed il cavallo attuale. Si può seguire fino negli strati più antichi dell'epoca terziaria il legame che unisce le specie di mammiferi che popolavano già il mondo antico ed una gran parte del nuovo; così Rüttimeyer considera la più antica fauna terziaria dell'Europa come l'origine di una popolazione animale veramente continentale, che si trova oggi rappresentata nella zona tropicale dei due mondi e soprattutto in Africa. All'opposto Marsh (1) ha recentemente sostenuto, e assai probabilmente con ragione, che l'America si può considerare, in qualche modo, come il continente antico, per rispetto alla fauna mammalogica. Infatti le formazioni paleozoiche, che sono poco diffuse in Europa, si estendono dopo i monti Alleghani fino al Mississippi, e l'America formava, da molto tempo, un vasto continente quando l'Europa non era rappresentata che da gruppi di molte

(1) O. C. Marsh. Introduction and succession of vertebrate life in America. An address, 1877.

isole e l'Africa e l'Asia erano ancora spezzettate. Si riferisce soprattutto alle formazioni dell'epoca terziaria, che, in America, non possono guari essere delimitate dalla creta, il modo di vedere di Marsh, secondo cui le faune eoceniche, mioceniche e plioceniche sarebbero un po' più antiche delle corrispondenti faune degli altri continenti.

L'America meridionale, oltre a tipi speciali di rosicanti a cui si aggiungono la maggior parte degli sdentati, ha dei generi di mammiferi e di uccelli che, come gli struzionidi, de' quali abbiamo sopra parlato, ed il piccolo numero di generi di sdentati (*Manis*, *Orycteropus*) particolari al sud dell'Africa e dell'Asia, indicano delle migrazioni partite da un centro comune di un continente meridionale oggi scomparso, e di cui l'Australia sembra essere la sola parte ancora esistente. È possibile che siano provenuti di là i marsupiali dell'Australia e del sud dell'arcipelago malese, i formichieri e i pangolini, i bradipi e gli armadilli, gli uccelli giganteschi oggi estinti del Madagascar e della Nuova Zelanda, gli struzionidi ed anche i machis del Madagascar. È anche probabile che gli animali partiti dal centro di dispersione dell'emisfero settentrionale, quando arrivarono nell'America del sud trovarono il suolo già popolato dai rappresentanti della fauna meridionale. I fossili del diluvium che si trovarono nelle caverne del Brasile e nelle alluvioni delle *pampas*, mostrano che le specie appartenenti al gruppo degli sdentati formavano quasi la metà dei grandi animali diluviali dell'America del sud, e avevano così potuto controbilanciare i mammiferi venuti più tardi dal nord. Anche certe specie della fauna antartica si avanzarono probabilmente verso il nord, e come si incontrano anche oggi dei bradipi, degli armadilli e dei formichieri al Guatemala e al Messico, mescolati ad una fauna composta in gran parte di generi ancora oggi rappresentati in Europa, si trovano pure, all'epoca diluviale, dei bradipi e degli armadilli giganteschi verso il nord. La presenza, nel paese dei bisonti e dei cervi, (fino al Kentucky e al Missouri) del *Megalonyx Jeffersoni* e del *Myiodon Harlani* è un fenomeno tanto strano come quello dei mastodonti nelle Ande, nella Nuova Granata e nella Bolivia. *La mescolanza e la compenetrazione di due gruppi di mammiferi derivanti da antenati distinti, su quasi tutta l'immensa estensione delle due metà del nuovo continente, costituiscono il carattere più notevole della sua fauna*, ed è caratteristico che ogni gruppo sia tanto più riccamente rappresentato, quanto più si avvicina al suo punto di partenza.

Se si riflette che gli animali marini hanno pure presentato delle migrazioni simili verso il sud nei tempi preistorici, si capirà come mai si trovino delle specie vicine, particolarmente di crostacei e di pesci, sulle coste orientali e occidentali delle parti temperate dell'America del nord, nel Mediterraneo e nel mare del Giappone, cosa che l'antica teoria della creazione era impotente a spiegare.

La comparsa di specie identiche o vicinissime in contrade tempe-

rate di piccola elevazione e su sommità montuose poco elevate negli emisferi *opposti*, si spiega con l'ipotesi, appoggiata da una quantità di fatti geologici, che, durante l'epoca glaciale, che durò certamente a lungo, i ghiacciai avessero preso una grandissima estensione (1) sulle diverse parti della terra, e che la temperatura si fosse considerevolmente abbassata su tutta la superficie del globo. Al principio di questo lungo periodo, quanto più aumentava l'intensità del freddo, gli animali e le piante tropicali si ritirarono verso l'equatore, le forme subtropicali e quelle dei climi temperati e infine le forme artiche, presero la stessa strada. Se la conclusione di Croll sul riscaldamento dell'emisfero meridionale, mentre l'emisfero settentrionale si raffreddava e reciprocamente, è giusta, durante questa lenta emigrazione delle numerose specie animali e vegetali dell'emisfero nord, gli abitanti delle regioni basse e calde hanno dovuto avvicinarsi alle contrade tropicali o subtropicali dell'emisfero sud; ma, come certe specie tropicali possono sopportare un abbassamento di temperatura abbastanza considerevole, ne risulta che molte piante ed animali ritirati in vallate riparate, furono così preservati dalla distruzione e, nel seguito delle generazioni, si adattarono sempre più a queste nuove condizioni climatiche. Gli abitanti delle regioni temperate, più vicine all'equatore, si trovarono in condizioni d'esistenza differenti e le loro forme più vigorose oltrepassarono l'equatore, durante questo periodo di gran freddo, sugli alti vertici montuosi (Cordigliere, catene del nord-ovest dell'Imalaia), o anche nelle regioni basse (Indie). Sul declinare dell'epoca glaciale, aumentando gradatamente la temperatura, le forme temperate si elevarono sul fianco delle montagne o tornarono più al nord fino al loro antico *habitat*. Anche le forme che avevano superato l'equatore, fatta qualche eccezione, ripresero pure la loro antica strada, ma furon soggette, come le prime, a modificazioni più o meno importanti, sotto l'influenza del cambiamento nelle condizioni di esistenza. « Il corso regolare dei fenomeni, portando, secondo Darwin, un periodo glaciale rigoroso nell'emisfero meridionale e un riscaldamento dell'emisfero settentrionale, le forme temperate del sud invasero alla loro volta le contrade equatoriali basse, le forme settentrionali, rimaste un tempo sulle montagne, discesero allora e si mescolarono con quelle del sud. Queste ultime, al ritorno del calore si ritirarono verso il loro antico *habitat*, lasciando qualche specie sulle sommità e conducendo con loro al sud alcune forme temperate del nord che erano discese dalle loro posizioni elevate, le montagne. Troveremo dunque per questo alcune specie uguali nelle zone temperate settentrionale e meridionale e

(1)-Croll ha cercato di dimostrare che il clima glaciale è principalmente il risultato di un aumento nell'eccentricità dell'orbita terrestre e dell'influenza che essa esercita sulle correnti oceaniche; che, dacché l'emisfero nord è entrato in un periodo di freddo, la temperatura dell'emisfero sud si è elevata e reciprocamente. Egli pensa che l'ultimo grande periodo glaciale rimonti a 240000 anni e abbia durato per circa 160000.

sulle sommità delle montagne delle regioni tropicali intermedie. Ma le specie rimaste così a lungo su queste montagne o negli emisferi opposti, obbligate a entrare in concorrenza con altre forme nuove, esposte a condizioni fisiche un po' diverse, e per questo motivo più suscettibili di cambiamento, saranno attualmente divenute delle varietà o delle forme di sostituzione. Il fatto dell'esistenza alternativa di periodi glaciali nei due emisferi, ci spiega anche, secondo gli stessi principii, il numero delle specie distinte che abitano le stesse superfici molto lontane le une dalle altre, e appartenenti a dei generi che non si trovano più attualmente nelle zone torride intermedie ». Possiamo così spiegarci, per le conseguenze che hanno portato i grandi cambiamenti climatici progressivi del periodo glaciale, l'esistenza sulle alte vette dell'America tropicale di una serie di specie vegetali appartenenti a generi europei. Nello stesso modo ci si spiega come circa quaranta o cinquanta specie di fanerogame, secondo Hooker, siano comuni alla Terra del Fuoco, all'America del Nord ed all'Europa, per quanto lontani siano questi continenti situati nei due emisferi opposti, come molte piante sull'Imaia, sulle catene di montagne isolate della penisola indiana, sulle alture di Seilan e sui con vulcanici di Giava, si rappresentino reciprocamente e rappresentino nello stesso tempo delle forme Europee; come nella Nuova Olanda si trovino molti generi europei e talora anche delle specie identiche; come delle forme speciali all'Australia meridionale crescano sulle vette delle montagne di Borneo e si estendano lungo le alture della penisola di Malacca fino nell'India o al Giappone; come delle forme caratteristiche d'Europa e alcune rappresentanti della flora del Capo di Buona Speranza si trovino in Abissinia e come infine, secondo Hooker, molte piante che abitano le montagne vicino a Cameroon sul golfo di Guinea siano strettamente vicine a quelle delle montagne abissine e anche dell'Europa temperata. Ma, già prima del periodo glaciale, molte forme vegetali ed animali hanno dovuto sparpagliarsi in lontanissime contrade dell'emisfero meridionale, favorite, sia da mezzi di trasporto occidentali, sia da condizioni diverse di ripartizione delle terre e dei mari. Solamente in questo modo si può spiegare la presenza di specie interamente diverse (1) di generi meridionali sui punti più lontani, e l'analogia della flora delle coste meridionali dell'America, della Nuova Olanda e della Nuova Zelanda.

A tutta prima il modo di distribuzione degli abitanti d'acqua dolce sembra testimoniare contro la teoria della discendenza comune con variazioni susseguenti per selezione naturale. Ci si aspetterebbe che i laghi ed i fiumi separati da estensioni di terra offrissent ciascuno una popolazione particolare; ma ha luogo il contrario. Moltissime specie di

(1) Così diverse, che il tempo trascorso dal principio dell'epoca glaciale, non basta a spiegare tanta variazione.

acqua dolce non solo hanno un'estesa distribuzione, ma certe forme vicine prevalgono in un modo notevole in tutto il mondo. Günther ha anche dimostrato che le stesse specie si possono trovare anche nelle acque dolci di continenti lontani; così un pesce, il *Galaxias attenuatus* abita la Tasmania, la nuova Zelanda, le isole Falkland e l'America meridionale. I fillopidi appartenenti ai generi *Estheria*, *Limnadia*, *Apus*, *Branchipus*, si sono sparsi in tutte le parti dal globo; così è di molti molluschi di acqua dolce. Si devono invocare in prima linea le relazioni degli animali marini con le specie d'acqua dolce vicine, che, secondo l'opinione generalmente adottata e solidamente stabilita, da quelli derivano, per spiegare la grande estensione di molte forme d'acqua dolce che hanno emigrato dal mare nei fiumi e di là nei laghi. Bisogna pure tener conto dell'influenza esercitata dai cambiamenti sopravvenuti nel livello delle terre durante il periodo attuale, come l'azione dei mezzi di trasporto straordinarii, come le inondazioni, le maree, i turbini che trasportano pesci viventi, piante e loro semi, dal bacino di un fiume in un altro. Può anche accadere che le uova, le quali, come molte di entomosttraci, si conservano nel fango disseccato, vengano ad aderire alle zampe o alle penne degli uccelli acquatici e siano così trasportate lungi. Così si spiegherebbe la gran differenza dei pesci viventi sui due versanti opposti di una lunga catena di montagne, le quali, da un periodo molto remoto, devono avere separati bacini diversi e impedita la riunione dei loro diversi corsi d'acqua. Il trasporto passivo di molluschi d'acqua dolce, di uova, di semi, per opera di coleotteri acquatici che hanno conservata la facoltà di volare o per opera di uccelli di palude viaggiatori, sembra che abbia pure avuto una grande influenza sulla distribuzione degli abitanti d'acqua dolce. Infine animali marini hanno potuto penetrare nei fiumi ed essersi abituati a poco a poco all'acqua dolce. Infatti si possono fare derivare molti animali d'acqua dolce da animali marini, i quali si sono a poco a poco abituati a vivere nell'acqua salmastra e poi nell'acqua dolce ed hanno per sempre abbandonato il mare.

Secondo Valenciennes non visono quasi gruppi di pesci, di cui tutti i membri vivano esclusivamente nei laghi o nei fiumi; in molti casi le specie più vicine, lo si vede anche nei crostacei decapodi, si trovano nel mare e nell'acqua dolce; in altri casi gli stessi pesci vivono nel mare e nei fiumi (mugiloidi, pleuronectidi, salmonidi, ecc.). Un interesse affatto particolare si riferisce ad una serie di esempi che rischiarano le condizioni e le modificazioni dei pesci e dei crostacei nelle acque separate lentamente o bruscamente dal mare e trasformate in laghi. Osservazioni di questo genere si fecero da Lovén per gli animali dei laghi Wener e Wetter, che presentano una grande analogia con quelli dell'oceano glaciale artico, e da Malmgreen per quelli del lago Ladoga. Secondo quest'ultimo naturalista, il *Salmo salvelinus* delle Alpi deriva dal mare polare ed è vicinissimo al *Salmo alpinus* di Norve-

gia. I laghi italiani contengono un gran numero di specie di pesci e di crostacei, che hanno il carattere della fauna mediterranea e anche del mare del Nord (*Blennius vulgaris*, *Atherina lacustris*, *Telphusa fluviatilis*, *Palaemon lacustris*, *P. varians*, *Sphaeroma fossarum* delle paludi pontine), in modo che si è portati a concludere che vi erano un tempo delle comunicazioni col mare, che furono più tardi interrotte da un sollevamento (1). In Grecia, nell'isola di Cipro, in Siria e in Egitto vivono pure in acqua dolce dei tipi isolati di crostacei marini (*Telphusa fluviatilis*, *Orchestia cavimana*, *Gammarus marinus*, var. *Veneris*), e al Brasile se ne trova un numero ancora più considerevole (2). Infine il mar Caspio ha una vera fauna marina a cui appartengono molte specie di vermi, di crostacei e di molluschi marini.

Un'altra classe di fatti, che presenta più di una difficoltà nell'ipotesi di una discendenza comune, e che tuttavia può risolversi in gran parte con l'aiuto di un piccolo numero di supposizioni, riguarda gli abitanti delle isole e la loro parentela con popolazioni di continenti vicini.

Secondo la loro origine, le isole sono o eminenze sottomarine elevate, o bruscamente o lentamente, sopra il livello del mare, nella cui formazione i fenomeni vulcanici e i polipi corallari hanno avuto una parte importante, oppure porzioni di continenti che sono stati separati dalla terra ferma per opera delle onde marine, in seguito ad abbassamenti secolari. Nel primo caso le isole sono ordinariamente unite in gruppi e separate dai continenti per mezzo di mari vasti e profondi; hanno la notevole caratteristica di essere privi di mammiferi terrestri e d'anfibi, mentre gli uccelli, varî rettili, gli insetti ed i molluschi hanno dei rapporti manifesti con quelli dei continenti vicini. Si può concludere che la popolazione di queste isole è venuta dai continenti vicini per diversi mezzi di trasporto, normali o accidentali, e che essa si è modificata nel corso dei tempi in modo da formare delle varietà e delle specie nuove.

L'origine della popolazione delle *isole continentali* si spiega col fatto che esse erano anticamente unite alla terra ferma, di cui hanno in parte conservato la fauna e la flora, e per le modificazioni più o meno profonde che queste ultime hanno subito secondo l'epoca in cui ha avuto luogo la separazione. Queste isole hanno, in generale, dei mammiferi continentali in numero più o meno considerevole, mentre non hanno di comune con le isole, formate per sollevamento, che il numero

(1) A questi bisogna aggiungere la così detta *fauna pelagica* (cilio-flagellati, entomostacei, ecc.) comune nei maggiori laghi italiani. (V. i lavori di Pavesi).

(2) Secondo Martens vi si trovano i granchi d'acqua dolce: *Trichodactylus quadratus*, *Sylviocarcinus panoplus*, *Dilocarcinus multidentatus*, un anomure di acqua dolce: *Aeglea laevis*. Tra i macruri, astrazione fatta dai gamberi così vicini all'omaro, si citano: *Palaemon Jamaicensis*, *spinimanus*, *forceps*; fra gli isopodi la *Cymothoe Henseli*.

ristretto di specie costituenti la loro popolazione, fra cui vi è sempre almeno qualche forma endemica. Questo fatto si spiega in un modo naturale; effettivamente le specie che arrivano in un distretto più o meno isolato o *accantonato* in una regione limitata, dovendo lottare con nuovi concorrenti, sono eminentemente soggetti a variare, poichè non restano in relazione costante con la madre patria, non arrivando continuamente nuovi emigranti.

Fra le *isole oceaniche* le Azzorre, per esempio, che sono lontane circa 900 miglia inglesi dal Portogallo e che sono di origine vulcanica, presentano, nella loro fauna ornitologica, entomologica e malacologica, un carattere essenzialmente europeo. Ad eccezione dei molluschi terrestri e dei coleotteri, non possiedono che specie endemiche affatto isolate, quantunque il clima e le condizioni biologiche differiscano considerevolmente da quelle dei continenti.

I mammiferi sono rappresentati da una sola specie di pipistrello dal coniglio, dalla donnola, dai ratti, dai topi, tutte specie importate. Una sola specie di uccelli, la *Pyrrhula murina*, vicino alla *P. rubicilla* è particolare alle Azzorre, ciò che prova che la fauna ornitologica è recente e non ha potuto modificarsi per l'arrivo costante di nuove immigrazioni. La popolazione delle Canarie e delle isole del Capo Verde, come delle isole coralline delle Bermude situate all'est della Carolina del nord, presenta gli stessi rapporti con quella dei continenti vicini. La fauna ornitologica di queste ultime ha completamente il carattere di quella dell'America del Nord e non offre una sola specie, che loro appartenga esclusivamente. Così è degli uccelli di Madera, le cui specie corrispondono a delle specie africane o europee, mentre i molluschi terrestri e i coleotteri le sono speciali. Al contrario le isole Galapagos, all'Ovest dell'America meridionale, che sono originariamente vulcaniche, come le Azzorre, ma che sono più antiche e molto più estese, si distinguono per il carattere affatto speciale non solo dei loro molluschi terrestri e dei loro insetti, ma anche dei loro uccelli. Su 57 specie d'animali, il cui carattere è nettamente tropicale e americano, 38 sono loro particolari e 31 sono veramente terrestri; gli uccelli di mare, che vi arrivano facilmente, non presentano che un piccolo numero di forme, le quali appartengono propriamente a questo gruppo di isole. I 35 coleotteri e i 20 molluschi terrestri rappresentano quasi esclusivamente specie e generi autoctoni.

Questo carattere è ancora più marcato nella forma delle isole Sandwich isolate in mezzo all'oceano Pacifico, il che prova la grande antichità di quelle isole e forse la loro prossimità in tempi passati ad un continente oggi sommerso. Fra gli uccelli terrestri, tutte le specie di passeri sono particolari a quest'isole, e una famiglia, quella dei *Drepanidi*, non si trova che là. Così delle 300 e 400 specie di molluschi terrestri, 14 generi formano la famiglia delle *Achatinellidae*, il cui

habitat è esclusivamente nelle isole Sandwich. La fauna ha un carattere essenzialmente australiano e polinesiano, ma presenta somiglianza anche con la fauna americana. Così è per la flora.

L'Inghilterra offre un esempio caratteristico di un'isola continentale separata dalla terra ferma in un'epoca recente. È probabile che essa fosse ancora unita al continente dopo la fine del periodo glaciale, ma per breve tempo. Ciò spiega la gran somiglianza dei suoi abitanti con quelli del continente e anche la povertà nelle specie, che è caratteristica per l'Inghilterra e l'Irlanda. Peraltro non vi è un'identità assoluta, poichè si sono descritte due specie di molluschi terrestri e d'acqua dolce e un gran numero di specie e di varietà d'insetti che le sono propri. Sono soprattutto i salmonidi che presentano le variazioni più notevoli, poichè il passaggio da un lago in un altro è difficile e ne risulta un isolamento relativamente completo che favorisce la formazione delle varietà e delle specie.

La fauna e la flora al sud dell'Asia, di Borneo, Giava, Sumatra e delle Filippine, del Giappone e della Formosa, differiscono fra loro ben più che da quelle del continente antico, a cui erano probabilmente unite all'epoca miocenica. Più tardi si separarono dapprima le Filippine, poi Giava e per ultimo Sumatra e Borneo. Il Giappone e la Formosa possiedono molte specie di mammiferi e di uccelli particolari che offrono il tipo asiatico e devono essersi separati nella prima metà del periodo pliocenico (Wallace).

Al contrario le popolazioni delle isole vicine situate all'est di Borneo, separate da un braccio di mare poco esteso, ma molto profondo, si collegano per la loro origine a quelle dell'Australia.

Invece un mare poco profondo separa Sumatra, Borneo, Giava e, all'est di Giava, Bali dal continente asiatico, e la Nuova Guinea, come le isole vicine, dall'Australia. Al contrario pianure marine profondissime si estendono fra questi due gruppi di isole in modo che Celebes e Lombok appartengono all'arcipelago sud, mentre le Filippine si uniscono al continente asiatico.

Poichè queste isole sono le estremità oggi separate di due continenti vicini, dovranno offrire faune completamente diverse i cui limiti devono coincidere con quelle dei due continenti. Ed effettivamente queste coincidenze si manifestano in un modo notevole. « Quando si considera la fauna del gruppo delle isole situate al nord, dice Wallace, vi si trova una prova manifesta che queste isole furono un tempo riunite al continente, da cui non sono state separate che ad un'epoca geologica relativamente recente. L'elefante ed il tapiro di Sumatra e di Borneo, il rinoceronte di Sumatra e di Giava, i buoi selvaggi di Borneo e quelli di Giava, di cui per lungo tempo si fece una specie particolare, tutti questi animali si trovano, come ora è noto, in terra ferma nell'Asia meridionale. È impossibile che questi pesanti quadru-

pedi abbiano mai passato gli stretti che separano queste contrade, e la loro presenza prova chiaramente che quando si sono formate le specie che essi rappresentano, tutti i paesi in cui oggi si trovano erano in continuità gli uni con gli altri. Un numero considerevole di piccoli mammiferi sono comuni a tutte le isole ed alla terra ferma; ma i grandi cambiamenti fisici, che hanno avuto luogo dopo la separazione e la sommersione di così grandi distese di terra, hanno portato l'estinzione di qualche specie in certe isole; in parecchi casi il lasso di tempo trascorso sembra esser bastato per produrre la trasformazione di qualche altra. Gli uccelli e gli insetti confermano quest'opinione; poichè tutte le famiglie e quasi tutti i generi di questi due gruppi che esistono nelle isole si trovano sul continente asiatico e in gran numero di casi le specie sono identiche.

« Se ci volgiamo verso l'altra parte dell'arcipelago, vediamo che tutte le isole, all'est di Celebes e di Lombok, presentano dei rapporti tanto intimi con l'Australia e la Nuova-Guinea come la parte occidentale con l'Asia. Si sa che i prodotti dell'Australia (1) si allontanano di più dai prodotti dell'Asia, che quelli del resto del globo. In realtà l'Australia forma una regione affatto speciale. Essa non ha scimmie, gatti, lupi, orsi e iene; non cervi, antilopi, montoni, buoi, elefanti, cavalli, non scoiattoli, nè conigli, per dir breve nessuno di questi tipi di quadrupedi che vivono in tutte le altre parti della terra. Non vi si trovano che marsupiali, canguri, opossum, ornitorinchi. La sua fauna ornitologica è pure affatto speciale. Non comprende nè picarii, nè fagiani, uccelli molto diffusi ovunque, ma megapodi, mellifagi, cacatue, tricoglossi, che non si trovano in nessun'altra parte. Tutte queste particolarità notevoli si trovano anche nelle isole che formano la parte sud dell'arcipelago malese ».

« Il contrasto presentato da queste due parti dell'arcipelago colpisce soprattutto quando si passa da Bali a Lombok. A Bali si vedono i bucconidi, i picarii, e i turdidi; a Lombok non esistono e sono sostituiti da una quantità di cacatue, di megapodi, di mellifagi, che dal canto loro non hanno a Bali più rappresentanti che nelle altre isole occidentali ».

Quando si va da Giava o da Borneo a Celebes (2) e nelle Molucche

(1) V'è minor delimitazione per le piante e le farfalle, poichè la flora della Nuova Zelanda ha gran parentela con quella del sud-America, e le farfalle e dell'Australia e della Polinesia hanno tanto il carattere dei lepidotteri indiani, che esse possono essere ricondotte alla fauna lepidotterologica del continente asiatico. Anche alcuni uccelli e pipistrelli sono affini a quelli delle Indie orientali. Si vede qui chiaramente l'influenza del volo come mezzo di trasporto pel passaggio degli stretti di mare. Invece la fauna propriamente terragnola, i grandi saurii, i serpenti e i molluschi sono in gran parte forme locali, anche se più o meno estesi nelle vicinanze. I monotremi appartengono esclusivamente alla Tasmania e alle coste vicine.

(2) L'isola di Celebes ha una fauna intermedia, poichè di 16 mammiferi terrestri, 4 appartengono all'Australia, gli altri sono in parte tipi asiatici, in parte tipi speciali, che

la differenza è ancora più marcata; le foreste delle prime sono popolate di scimmie, gatti, cervi, zibetti e vipere e di molte forme di scoiattoli; nelle seconde i cinghiali sono quasi i soli animali terrestri, insieme ai cervi, che furono probabilmente trasportati in un tempo più remoto. Da questi fatti si può ricavare la conclusione che le isole all'est di Giava e di Borneo facevano parte di un antico continente australiano o pacifico. Questo continente ha dovuto essere distrutto non solo prima che le isole occidentali si fossero separate dall'Asia, ma probabilmente prima che la punta sud-est dell'Asia fosse emersa dall'oceano. Poichè si sa che una gran parte di Borneo e di Giava appartiene ad una formazione geologica recente, mentre le grandi differenze presentate dalle specie e spesso anche dai generi coi prodotti dell'Australia e delle isole orientali dell'arcipelago Malese, come la profondità del mare che le separa attualmente, conducono ad ammettere un lungo periodo di isolamento » (Vedi: Wallace loc. cit).

Fra le antiche isole continentali, Madagascar si distingue per la sua fauna particolarissima e molto diversa da quella del continente antico. Su sessantasei specie di mammiferi, trentatrè sono lemuridi, e d'altra parte le grandi specie di mammiferi d'Africa, come le scimmie antropomorfe, i cinocefali, i leoni, le iene, le zebre, gli elefanti, i rinoceronti, i bufali, le antilopi, mancano affatto, come pure le tigri, i tapiri, gli orsi, i cervi e gli scoiattoli d'Asia. Ma vi si trovano cinque generi di *centetidi*, famiglia che si trova solo alle Antille (Cuba, Haiti). I carnivori sono rappresentati dal genere caratteristico *Cryptoprocta* e da otto zibetti fra cui quattro generi particolari. Gli uccelli del Madagascar, circa cento specie, sono, salvo quattro o cinque, proprie a quest'isola; moltissime hanno affinità con gli uccelli d'Africa, alcuni con quelli d'India e della Malesia. È verosimile che Madagascar fosse unito durante l'epoca eocenica all'Africa tropicale, che era separata da un mare dall'Africa settentrionale e che ne sia staccata durante il periodo pliocenico dopo il sollevamento del Sahara e quando gli abitanti del continente settentrionale emigrarono nell'Africa equatoriale, in modo che hanno potuto solo mantenersi certe forme di una fauna antica e diffusissima.

La Nuova Zelanda, quantunque fosse geograficamente e geologicamente un'isola continentale, ha una fauna i cui caratteri sono ancora più speciali e dev'essere posta, in causa dell'assenza dei mammiferi, salvo due pipistrelli, insieme alle isole oceaniche. Fra gli uccelli bisogna

richiamano tipi africani (*Cynopithecus nigrescens*, *Anoa depressicornis*, *Babirussa alfurus*). Lo stesso si osserva nella ben più ricca fauna ornitologica che contiene 94 specie caratteristiche, mentre le restanti sono di tipo asiatico, o anche australiano e africano. L'isolamento che ebbe luogo fino dal miocene di quest'isola, circondata da mare profondo, sembra spiegare queste particolarità. Prima essa era unita col continente asiatico, da cui si divise, prima di Borneo, Sumatra e Giava.

citare in prima linea un gran numero di forme incapaci di volare, fra cui quattro specie di *Apteryx* e undici uccelli giganteschi che si sono probabilmente estinti nei tempi storici, e una serie di generi che si trovano nella nuova Guinea e nelle isole dell'Oceano Pacifico. Le lucertole sono rappresentate da tre generi diffusissimi e da un genere particolare, intermedio ai sauri e ai coccodrilli, il genere *Hatteria*. Il solo batracio della Nuova Zelanda (*Liopelma Hochstetteri*) non presenta più affinità con le rane australiane che i pesci d'acqua dolce, vicini a forme temperate d'Asia e dell'America meridionale, non ne presentino con quelli d'Australia. Appartiene alla famiglia dei *Bombinator* limitata all'Europa e all'America del sud. Per spiegare questi fatti notevoli, Wallace ricorse a considerevoli cambiamenti geografici subiti successivamente dalla Nuova Zelanda; egli ammette che essa era un tempo unita al nord dell'Australia e alla Nuova Guinea e che tutte queste contrade, allora separate dal resto dell'Australia, non avessero ancora mammiferi. D'altra parte la presenza di un gran numero di specie dell'America del sud pareva rendere probabile un'estensione di queste terre, in un'epoca posteriore, verso il continente antartico. D'altronde molte ragioni conducono ad ammettere che la Nuova Zelanda e l'Australia fossero unite per mezzo di un continente antartico col sud dell'America e col sud dell'Africa.

Valore del principio della elezione come spiegazione dei processi evolutivi.

Abbiamo visto nelle pagine precedenti che la teoria che spiega l'origine delle specie con la loro discendenza naturale da altre specie riposa su basi scientifiche e si trova appoggiata in un modo generale dalla morfologia, dalla paleontologia e dalla distribuzione geografica degli animali. Ci resta ora da apprezzare il valore dei fattori che si invocano come cause dei fenomeni del trasformismo. Dovremo esaminare particolarmente il grado di attendibilità che conviene attribuire alla selezione naturale, e alla teoria a cui essa serve di base, la quale, insieme alla dottrina di Lamarck della trasformazione diretta determinata dal bisogno dell'adattamento, per l'uso o per il disuso, insieme all'adattamento attivo dell'organismo alle condizioni biologiche e insieme all'azione meccanica immediata delle condizioni fisiche, ha tanta parte nello spiegare le variazioni degli organi. Contro la realtà del principio della selezione naturale, su cui Darwin ha basato la teoria evoluzionista, si sollevarono molte obiezioni. Fu domandato come va che non si trovino nella natura le innumerevoli forme transitorie, le quali, secondo la teoria, avrebbero dovuto esistere tra le varietà e le specie, e come va che invece del caos di forme che ci si aspetterebbe di incontrare, le specie

siano più o meno bene delimitate. Si potrebbe accampare questa obiezione contro il tentativo di spiegare la trasformazione delle specie per modificazioni lente e progressive, ma essa non ha in sè nessun valore, com'è facile provare. Siccome la scelta naturale è lenta, e *opera solo quando appaiono variazioni vantaggiose*, e, fra le variazioni, quelle maggiormente divergenti sono le meglio dotate per sostenere la lotta per l'esistenza, i numerosi gradi intermedi poco marcati sono per conseguenza scomparsi da molto, allorchè, nel corso dei tempi, una varietà, riconoscibile come tale, giunse a svilupparsi. *La selezione naturale procede sempre di pari passo con la distruzione delle forme intermedie*, e fa scomparire generalmente col perfezionamento non solo la forma originaria, ma di certo, in tutti i casi, i passaggi successivi gli uni dopo gli altri. Si dovrebbero dunque trovare, negli strati della crosta terrestre, gli avanzi di forme intermedie più o meno lontane, ed effettivamente si potè trovarne una serie abbastanza completa, come vedremo più innanzi. Le immense lacune dei documenti geologici spiegano poi che raramente possiamo ricostituire su una vasta scala grandi serie di variazioni che si succedono senza interruzione. E incontestabile che i principi generali su cui riposa la teoria della selezione di Darwin esistono realmente. Basta dare un'occhiata al mondo organico per vedervi prove numerose e varie della lotta per l'esistenza nel suo senso più largo. Ma questa conduce realmente alle conseguenze ammesse dalla teoria? Conduce, per mezzo della selezione naturale, alla graduale accentuazione delle variazioni utili all'organismo? In altri termini esiste in natura un principio che tende a fare scomparire delle variazioni indifferenti, a conservare delle variazioni utili, a rafforzarle, nel corso delle generazioni e a trasformarle gradatamente in varietà?

1.º Si contestò che la teoria della selezione possa portare a questi risultati, e si obiettò che nella natura non esiste un fattore determinante l'isolamento delle coppie. L'isolamento non avrebbe luogo che in un caso eccezionale, quando una o più coppie emigrassero in un distretto straniero circondato da barriere difficili a superare. Moritz Wagner (1) particolarmente ha insistito su delle considerazioni di quest'ordine nella sua teoria delle emigrazioni; secondo lui, l'emigrazione sarebbe una condizione necessaria al successo della selezione naturale e questa non potrebbe esercitarsi esclusivamente che su individui emigrati e separati dalla specie stipite da barriere geografiche. Quando le prime variazioni impercettibili, da cui sorge una varietà, si trovino in lotta con una quantità di individui non trasformati con cui vivono in comune e si incrociano, le modificazioni individuali scomparirebbero ben presto

(1) Moritz Wagner. Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig, 1868. 2.^a ed. 1888.

prima che avessero potuto accumularsi per formare una varietà nuova nettamente distinta. La migrazione e consecutivamente la colonizzazione, l'emigrazione delle piante e degli animali in distretti separati da barriere difficili a superare creano per sé sole l'isolamento necessario alla formazione delle varietà e agiscono in modo tanto più sicuro, quanto più nei nuovi distretti le condizioni dell'alimentazione e della concorrenza favoriscono le modificazioni individuali. I primi discendenti modificati di queste specie emigrate hanno allora costituito lo stipite di una nuova specie, e il loro *habitat* è divenuto il centro dell'area, in cui questa si è diffusa radialmente.

A ciò si è risposto con ragione che l'emigrazione di un solo paio attraverso barriere difficili ad oltrepassare non porta un distacco assoluto dalla specie stipite, poichè fra i suoi discendenti solamente alcuni possiedono le prime tracce delle nuove proprietà utili; il maggior numero è ancora interamente somigliante alla forma atavica. Tra gli animali l'influenza dovuta ai cambiamenti nelle condizioni geologiche, favorevoli alla variazione, non si fa sentire che alla seconda o alla terza generazione; qui pure un numero infinito di individui non trasformati, interamente identici alla specie stipite, offrirebbe le stesse pretese difficoltà.

Per il successo della selezione *artificiale*, la *separazione* degli individui sembra essere una condizione indispensabile, tuttavia non è per questo esatto concludere dalla selezione artificiale alla selezione naturale che, nel primo caso, le variazioni che si cerca di produrre siano destinate a soddisfare il bisogno o i capricci dell'uomo e non procurino all'animale stesso alcun vantaggio. Se certe proprietà vantaggiose appaiono anche in un grado poco marcato, probabilmente possono servire alla conservazione della forma vitale e sostituiscono così, fino ad un certo punto, l'isolamento che scompare con un incrocio illimitato. L'apparizione di una nuova proprietà utile all'animale avrà per conseguenza, se non di abolire tosto, almeno di limitare l'incrocio con la massa degli individui della stessa specie, e questa proprietà si distribuirà su un numero crescente di forme, accentuandosi sempre più. Mentre gli individui modificati aumentano costantemente, le forme primitive, meno bene dotate, subiscono una diminuzione sempre più sensibile e finiscono per scomparire.

Comunque ciò avvenga, bisogna riconoscere che in natura una variazione importante che apparisce spontaneamente su un piccolo numero d'individui o su un solo, come nel caso del bue Niata e della pecora Ancon, non può mai produrre una varietà, o che la variazione utile determinata dall'azione fisica delle condizioni vitali deve *a priori* manifestarsi su un gran numero d'individui per avere qualche probabilità di conservarsi e di accentuarsi per mezzo della selezione.

Un'altra considerazione che mostra ancora l'insufficienza della teoria

di Wagner è che quando variazioni leggere devono accentuarsi nel seguito delle generazioni, esse appaiono contemporaneamente su un gran numero d'individui. Secondo le idee di Wagner, il quale non considera che le varietà e le specie separate nello spazio, sarebbe difficile capire come nuove varietà e nuove specie dovrebbero nascere alle spese di tipi già esistenti *nel trascorrere dei tempi e nello stesso luogo*, in presenza di modificazioni geografiche e climatiche successive. Paesi estesi e limitrofi sono favorevolissimi, in causa delle diversità delle condizioni di esistenza, come fece notare Darwin, alla produzione rapida delle variazioni e alla formazione delle specie diffusissime e destinate a mantenersi a lungo. Si trovano anche assai spesso nei diversi strati e nello stesso deposito di una stessa località, delle varietà vicine e anche delle serie di variazioni. Se ignoriamo completamente, per ogni caso, quali sono le cause particolari che hanno condotto all'apparizione delle prime modificazioni di un organo, e se anche perciò noi facciamo un uso frequente della parola *caso*, possiamo tuttavia riconoscere in un modo generale che esse sono dovute all'azione di certe condizioni fisiche, ancora sconosciute, dell'alimentazione. Noi sappiamo anche che queste ultime sono in rapporto intimo con le condizioni telluriche e climateriche, che vanno soggette durante il corso dei tempi a dei cambiamenti lenti e vari e che hanno condotto a modificazioni corrispondenti nella lotta degli organismi per l'esistenza.

Durante i periodi di trasformazione lenta della temperatura, della configurazione del suolo e del clima, queste stesse cause hanno agito nello stesso tempo e con la stessa intensità su numerosi individui della stessa specie e dato origine a delle deviazioni leggere che hanno modificato, nella stessa direzione e dapprima in limiti poco estesi, numerosi individui.

Solamente più tardi, dopo che numerose forme viventi, grazie all'azione delle cause fisiche, hanno acquistato una tendenza alla variabilità, la selezione agisce con successo per conservare ed accentuare queste prime modificazioni.

Sotto la nuova forma che M. Wagner (1) ha dato alla sua teoria, così malmenata da Weismann, e con cui egli ha creduto di salvarla, essa è affatto inammissibile quanto più conduce alla negazione del principio della selezione naturale e quanto più egli si mette in contraddizione con sè stesso. Dapprincipio è affatto arbitrario l'attribuire alle particolarità individuali della coppia emigrata e dei suoi antenati un'influenza prima preponderante sulla formazione delle nuove razze, varietà o specie e di non accordare alle condizioni fisiche e locali par-

(1) Vedi M. Wagner, Ueber den Einfluss der geographischen Isolirung und Colonienbildung auf die morphologische Veränderungen der Organismen. *Sitzungber. der K. Akad. zu München*, 1870.

ticolari del nuovo *habitat*, se non un'azione secondaria, che serve a determinare il senso della variazione. Il vedere nel carattere personale dell'individuo la condizione dello sviluppo della varietà e lo spiegare l'accentuazione dei caratteri della coppia originaria nelle generazioni seguenti con l'influenza dell'accoppiamento fra individui strettamente parenti, che tanto spesso è precisamente una causa di svantaggio per la forma vivente, è una semplice opinione. Tale supposizione esclude naturalmente l'azione della selezione. L'importanza dell'isolamento viene singolarmente diminuita, poichè le barriere si trovano talmente rabbasate da costituire solo nell'immaginazione un ostacolo alla dispersione. L'emigrazione in una contrada separata da una barriera naturale non è più una condizione necessaria alla formazione di una nuova specie. « Ogni isolamento, ogni separazione, per esempio la ripartizione nei diversi seni, nelle diverse profondità di un lago di acqua dolce, e generalmente ogni causa topografica che favorisca la formazione periodica di una colonia separata, non solamente può, ma deve anzi avere per conseguenza una certa modificazione morfologica della forma originaria, ossia, nella regola, la formazione di una nuova varietà, ma senza emigrazione al di là delle barriere, come un'alta catena di montagne, un mare o un deserto ». La teoria dell'isolamento, sotto la sua nuova forma, si mantiene dunque nello stesso senso primitivo e si separa completamente dal darwinismo senza dare, al posto del principio della selezione naturale, un altro principio che possa spiegare la formazione delle specie.

2.º Da ogni parte si obbietto, massimamente da Mivart (1), l'insufficienza della selezione naturale per spiegare l'origine prima delle variazioni; poichè queste, in molti casi, non possono essere ancora profittevoli. L'analogia del colore presentata da molti animali col mezzo in cui vivono, la somiglianza di molti insetti con certi oggetti che li circondano, con foglie, rami secchi, fiori, escrementi di uccelli, ecc., non si possono in realtà spiegare con la teoria della selezione, se non supponendo che le particolarità in questione hanno già offerto, fino dalla loro prima apparizione, una somiglianza grossolana con gli oggetti esteriori. Se si osservano le razze domestiche, la cui forma antenata riveste, allo stato selvaggio, come per es. il coniglio, un colore evidentemente vantaggioso, una variabilità grandissima nelle gradazioni del pelame, si è perfettamente autorizzati a concludere che la tinta del pelame ha pure variato originariamente più d'una volta nel coniglio selvaggio, che non si è sviluppata e non si è fissata nel seguito delle generazioni se non perchè costituiva per l'animale un mezzo di protezione dei più efficaci. Per altro assai spesso delle leggerissime modificazioni possono essere molto utili. Darwin fa osservare con ragione che negli

(1) Mivart, On the genesis of species. London, 1871.

insetti perseguitati dagli uccelli o da altri nemici dotati di vista acuta ogni grado di somiglianza che va aumentando con gli oggetti circostanti, diminuisce il danno di essere scoperto e favorisce quindi la conservazione e la moltiplicazione della specie, e dimostra che, per esempio nel *Ceroxylus laceratus*, il quale, secondo Wallace, ha affatto l'aspetto d'un bastoncino coperto di muschi, le asperità e il colore dei tegumenti hanno probabilmente molto variato finchè in fine questi sono divenuti verdi. Darwin (1) ha cercato nello stesso modo di rispondere ad una serie d'altri fatti dello stesso ordine che Mivart ha citati come prove che la selezione naturale non può spiegare l'origine della variabilità dei caratteri (fanoni delle balene, mancanza di simmetria del corpo nei pleuronettidi, situazione degli occhi sullo stesso lato, coda prensile delle scimmie, pedicelli degli echinodermi, avicuarie dei briozoi, ecc.).

3.° Le obiezioni opposte da Bronn, Broca, Nägeli (2) e Braun (3) al principio d'utilità della selezione naturale sono d'un genere differentissimo. Essi attribuiscono una grande importanza a questo che molti caratteri sembrano non rendere alcun servizio ai loro possessori, e non possono per conseguenza aver dato presa alla selezione naturale. Darwin risponde assai giustamente che noi conosciamo molto imperfettamente, o che anche ignoriamo l'importanza e i vantaggi di molte conformazioni attualmente esistenti, e che ciò che ci pare inutile ha potuto, in tempi passati e in altre condizioni, essere vantaggioso. In tutti i casi si deve riconoscere che certe variazioni individuali leggere o profonde, che non offrono all'animale alcun vantaggio, prodotte da certe cause fisiche, appaiono in molti individui e danno luogo a delle deviazioni. Nell'ultima edizione della sua celebre opera, Darwin confessa egli stesso che nelle edizioni anteriori « *non ha dato abbastanza valore alla frequenza e all'importanza delle modificazioni dovute alla variabilità spontanea* ». Va da sé che egli non pretende affatto diminuire l'azione della selezione naturale anche se fosse possibile spiegare in altro modo le numerose disposizioni naturali che si fondano sull'adattamento. Invece noi troviamo in questa ipotesi un mezzo di comprendere l'origine delle modificazioni, che non procurino alcun vantaggio, e possiamo tracciare un limite al principio d'utilità che sembra necessario in seguito ad altre considerazioni.

4.° A questa obiezione si congiunge un'altra meno felice considerazione di Nägeli. Quand'egli osserva che i due momenti in cui ha luogo la formazione degli organismi superiori, il differenziamento morfologico, e la divisione di lavoro fisiologico, sono indipendenti nelle

(1) Ch. Darwin loc. cit. 5. edizione, pag. 248-269.

(2) C. Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München, 1865.

(3) A. Braun, S. 102.

piante, mentre sono in correlazione negli animali, tale apparente contrasto può spiegarsi con l'imperfezione delle nozioni attuali sulle funzioni di alcuni organi delle piante.

Anche negli animali la stessa funzione può compiersi in organi morfologicamente differenti, e reciprocamente lo stesso organo può adempiere varie funzioni. Per questo, solo in casi eccezionali, e massime quando si tratta di organi atrofizzatisi per difetto d'uso, si può parlare d'organi che hanno un valore puramente morfologico e si dovrà cercare la ragione della loro esistenza nelle leggi dell'eredità. Già in ciò che riguarda l'inutilità supposta delle diverse parti del corpo, Darwin mostra che esistono, anche negli animali più elevati e meglio conosciuti, delle conformazioni abbastanza sviluppate, perchè nessuno abbia a dubitare della loro importanza, senza che il loro uso abbia potuto riconoscersi o non si è riconosciuto che ultimamente. A proposito delle piante egli ricorda la notevole conformazione dei fiori di orchidee che si consideravano già da qualche anno come semplici differenze morfologiche. Grazie alle ricerche di Darwin (1), di Herm. Müller e di Kerner si sa ora che esse hanno un'immensa importanza per la fecondazione della specie con l'aiuto degli insetti e che furono probabilmente acquistate per selezione naturale. Si sa anche ora che le lunghezze diverse degli stami e dei pistilli come la loro disposizione sulle piante dimorfe, hanno un'utilità essenziale. Hermann Müller (2), dopo C. Sprengel, ha mostrato con molti particolari che la forma e il colore delle piante non hanno solo un valore esclusivamente morfologico, ma che sono in strette relazioni, per opera specialmente dell'adattamento, col genere di vita degli insetti, e J. Sachs (3) ha fatto vedere la parte che aveva la nervatura delle foglie, a cui si attribuiva fin qui un interesse puramente morfologico, nell'introduzione e nell'uscita delle sostanze alimentari e nella distribuzione della clorofilla.

5.° Anche Nägeli, a torto, pretende di concludere dalla teoria di Darwin che i caratteri indifferenti devono essere variabili, i caratteri utili, al contrario, costanti. Certe particolarità indifferenti possono fissarsi per eredità nel corso di infinite generazioni, al punto da presentare una costanza quasi assoluta, come è il caso appunto per quelle che caratterizzano le categorie più elevate del sistema. D'altro canto non è necessario che le variazioni utili abbiano già raggiunto il limite estremo dei vantaggi che possono rendere all'organismo; al contrario devono divenire ancora più utili, massime quando le condizioni biologiche vengano a cambiare. Così, quando Nägeli pretende che la disposizione delle cellule e degli organi dovrebbe variare su una grande scala, poichè si

(1) Ch. Darwin. La fecondazione delle orchidee col mezzo degli insetti.

(2) H. Müller Die Befruchtung der Blumen durch Insecten und die gegenseitigen Anpassungen beider, Leipzig, 1873.

(3) J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig, 1882.

tratta di una particolarità puramente morfologica, mentre al contrario, negli esseri tanto domestici che selvaggi, essa presenta i caratteri più costanti; quando insiste su ciò, che in una pianta a foglie opposte e a verticilli florali tetrameri, sarebbe più facile produrre nelle foglie tutte le trasformazioni legate a funzioni diverse, che determinare la loro posizione spirale per le due ragioni prima enumerate, non si può essere d'accordo con lui. Da un lato si agirebbe con poca circospezione, pretendendo l'inutilità assoluta, anche nel passato, dei caratteri morfologici che non ci *paiono* attualmente di alcun vantaggio, nè, per conseguenza, ci sembrano aver parte alcuna nella lotta per l'esistenza; d'altra parte sarebbe molto esigere dalla variabilità il voler trovare, altrove che nei casi eccezionali, queste profonde modificazioni divenute costanti per eredità, in un numero infinito di generazioni dei tratti caratteristici dell'ordine, della classe o anche del tipo stesso.

6.° Più che gli organi di indifferente valore, di cui è difficile vedere l'utilità per l'esistenza della specie, potrebbero considerarsi in contraddizione col principio della selezione quegli organi che non solo sono inutili, ma sono anche dannosi. Haeckel ha voluto trovare anche in ciò una prova dell'esattezza della teoria della discendenza di cui egli riconosce come principio fondamentale la selezione, e con questi fatti, uniti a quelli relativi agli organi rudimentali, ha voluto fondare una speciale teoria della *disteleologia* solo per opporsi al concetto di forze formatrici agenti per uno scopo e di cause finali o teleologiche. D'altra parte la teoria degli organi rudimentali è un'ottima testimonianza della giustezza della teoria della discendenza. Ma la teoria degli organi rudimentali, insieme con la disteleologia ad essa connessa, contraddice così poco al concetto di una causa finale come fondamento dell'esistenza dell'universo, che essa può essere opposta alla teoria della discendenza nel senso di Haeckel così potentemente appoggiata a quella della selezione. Quelle teorie invece potrebbero costituire una forte obbiezione contro l'efficienza della selezione, poichè questa tende a scegliere solo le proprietà utili alla specie e potrebbero provare che, secondo lo stesso principio, vi sono altre cause di formazione.

Solo una considerazione superficiale può portare al concetto di una disteleologia. A primo aspetto alcuni organi rudimentali ci possono sembrare senza valore od anche dannosi, ma se li consideriamo più minutamente possiamo trovare la loro importanza, come per esempio negli uncini anali del serpente boa, nello sterno rudimentale dell'orbettino, e nei denti rudimentali dell'embrione di balena. Anche dove non possiamo trovare alcun vantaggio, come per es., negli occhi rudimentali coperti dalla pelle in alcuni abitanti delle caverne, possiamo osservare, fatta astrazione dall'incompletezza delle nostre cognizioni sulle correlazioni organiche, che la riduzione di alcuni organi è utile all'organismo sotto quelle date condizioni per lo sviluppo di altri organi

funzionanti, altamente atti allo scopo, e che, quando tali organi non siano completamente scomparsi, nulla ci può dimostrare che essi non siano anche in minima parte utili e che non possano, sotto altre condizioni, diventare il punto di partenza di nuove formazioni. Insomma il regresso degli organi divenuti inutili è una condizione per il progresso (1).

7.^o Vi è un'altra obiezione di Nägeli che ha molto maggiore importanza e che sembra dimostrare l'insufficienza della selezione naturale come principio *unico* di spiegazione; essa ha rapporto con le proprietà innate dei primi esseri. In origine non ci poteva essere che un piccolo numero di protofiti e di protozoi unicellulari formati semplicemente di protoplasma o di sarcode. Siccome la concorrenza era allora limitatissima e le condizioni esterne non variavano, non vi erano sulla superficie del globo cause che potessero determinare la produzione di variazioni utili. È questa una delle questioni più oscure e più difficili della teoria della discendenza, a cui non si può rispondere che in modo insufficiente. Quantunque noi non ammettiamo menomamente con Nägeli, che il principio di utilità non possa spiegare la formazione degli esseri superiori, dotati di una organizzazione elevata, siamo però costretti a riconoscere, supponendo che i primi esseri fossero uniformi o somigliantissimi fra loro, che non dovevano esistere cause che permettessero di concepire le possibilità dello sviluppo della grande varietà delle specie superiori. Perciò che concerne il primo punto, Darwin fa notare che l'attività costante della selezione naturale può già spiegare la tendenza degli esseri organizzati verso uno sviluppo progres-

(1) Il conflitto tra teleologi e disteleologi può prolungarsi nell'infinito, essendo evidente che sotto queste denominazioni si intendono concetti profondamente diversi. Per alcuni la teleologia indica una coordinazione di mezzi allo scopo, *prestabilita* dalla natura o da un ente creatore, ed è evidente che questo concetto di finalità non può essere né provato, né accettato dalla scienza positiva. Ma se per teleologia si intende solo il fatto innegabile che gli organi degli animali sono coordinati nella loro forma e nelle loro funzioni ai fini dell'esistenza, nessun biologo monista potrà mettere in dubbio questa sorta di finalità. Ma la differenza del concetto sta in ciò che questa finalità non si intende come prestabilita, sibbene come il risultato meccanico ed inconscio di una serie di evoluzioni e soprattutto di una serie di selezioni che hanno fatto estinguere gli organismi che possedevano organi non adatti e hanno favorito l'esistenza di quelli che avevano organi coordinati allo scopo.

Rispetto alla teleologia prestabilita, la teleologia meccanica o determinista è una disteleologia, perchè il risultato non è voluto, ma inconscio. Quindi la stessa persona può avere concetti teleologici o disteleologici a seconda del significato che si dà a questa parola. Questo conflitto si fonda dunque su un malinteso. Quanto all'utilità degli organi rudimentali, perchè il loro regresso permetta il progresso di altri organi utili, essa è solo indiretta, ma gli organi rudimentali stessi al massimo grado della loro regressione sono realmente inutili e privi di scopo.

Un atto di teleologia prestabilita non avrebbe certo dato gli occhi alla talpa che non li usa, e se essa ancora li possiede, mentre non li può adoperare; ciò indica che la formazione di questo animale non avvenne in seguito ad una finalità, ma ad un concorso di circostanze. Insomma per organi disteleologici si vuol solo intendere organi privi non di scopo, ma di attiva funzione. *Tral.*

sivo, poichè la migliore definizione che si sia data della supericrità dell'organizzazione, si basa sul grado di specializzazione o di differenziamento raggiunto dagli organi, e la selezione conduce a questo fine tendendo a condurre le parti a compiere in un modo sempre più efficace le loro diverse funzioni. D'altro canto l'azione della selezione naturale suppone già una diversità nella struttura e nel genere di vita negli organismi, che non può essere offerta, in condizioni esterne uniformi, da un piccolo numero di specie delle più semplici, qualunque sia il numero degli individui che le compongono.

Per queste considerazioni noi dovremo tanto meno contestare l'insufficienza della selezione naturale e della teoria utilitaria fondata su questa *come principio unico di spiegazione*, quanto meno è possibile di concepire che l'organizzazione dei vegetali e degli animali superiori abbia raggiunto a poco a poco quest'alto grado di complessità sotto l'influenza unica dell'adattamento e che la pianticella unicellulare microscopica si sia trasformata, dopo un numero infinito di generazioni, in una pianta fanerogama, o, per prendere un esempio nel regno animale, che l'ameba sia divenuta un polipo, la planula un vertebrato, per l'azione della lotta per l'esistenza.

Pare impossibile il capire, col solo aiuto della selezione, *la direzione necessaria e determinata della grande legge dell'evoluzione, indicata dalle innumerevoli gradazioni di struttura che trovano la loro espressione nelle categorie del sistema*. Così si comprendono i tentativi fatti per colmare questa profonda lacuna con l'aiuto di un altro principio; sfortunatamente tutte le prove di questo genere mancano, fino ad oggi, di ogni base positiva e sicura.

Teoria meccanico-fisiologica della discendenza di Nägeli.

Innanzitutto si deve citare la teoria del perfezionamento di Nägeli, la quale suppone che le variazioni individuali tendono per una specie di « orientamento definito » verso una organizzazione più complessa e più perfetta, e che la variabilità abbia luogo secondo un piano di sviluppo determinato, non da un'influenza soprannaturale, ma da una tendenza al perfezionamento inerente all'organismo. Insieme alla selezione naturale, che agisce solo come correttivo, e che spiega lo sviluppo delle particolarità fisiologiche, ci sarebbe un principio di perfezionamento che presiederebbe alla formazione dei caratteri morfologici.

Si vede poi che Nägeli, pure avendo una conoscenza perfetta delle lacune esistenti, le quali del resto non erano sfuggite a Lamarck nella sua teoria dell'adattamento, invece di formulare un principio che potesse colmarle, non propone che una frase per cui si immagina di aver trovato una spiegazione. Infatti questi termini di tendenza al perfezionamento, di legge di perfezionamento, non sono altro che l'intro-

duzione nella filogenia, di questa frase di cui si è tanto abusato nell'ontogenia, sul *nisus formativus*. Si può dire altrettanto del principio della « variazione orientata » o dello sviluppo « per cause interne » che si trova esposto negli scritti di Askenasy (1) e di Braun (2), i quali sono ugualmente partigiani della teoria del trasformismo, poichè ammettono con Darwin che la causa delle affinità delle specie deve essere attribuita a una discendenza comune.

Nell'ultimo suo lavoro (3) di recente pubblicazione, Nägeli non è giunto, malgrado un gran lusso di costruzioni molecolari, a un risultato più soddisfacente. Se si distinguono con ragione le *cause interne*, ossia le condizioni di sviluppo progressivo (principio di perfezionamento) inerente alla materia organizzata, *substratum* dell'organismo, dai *fattori esterni*, ossia dalle condizioni biologiche, come aveva già fatto Lamarck quando attribuiva alle prime la serie delle gradazioni degli organismi e ai secondi i varî adattamenti che riferiva all'uso e al disuso, non si deve però perdere di vista che le cause interne sono provvisoriamente affatto inaccessibili al nostro esame. Nägeli si inganna stranamente quando crede di aver dato con la sua nuova teoria una spiegazione meccanico-fisiologica; il suo errore deve tanto più essere rilevato, quanto più questo naturalista considera i lavori fatti e che si faranno in avvenire dai morfologi, solamente come un cumulo di materiali che i fisiologi dovranno mettere in opera.

È possibile farsi un'idea dell'essenza del perfezionamento progressivo, parallelo allo sviluppo dell'organismo, attribuendo alla piccola massa di protoplasma più semplice la tendenza a creare dei corpi protoplasmatici di una struttura più complessa e per conseguenza più perfezionata, e immaginando da ciò l'origine di un movimento che vada sempre più aumentandosi, e ponendo la persistenza nel perfezionamento dal semplice al complesso come la causa meccanica dello sviluppo dei regni organizzati? Veramente pare affatto legittimo il considerare, come altri naturalisti, il protoplasma del germe come il *substratum* del principio ereditario e di rappresentarsi tutte le proprietà dell'organismo adulto come contenute virtualmente nell'« idioplasma »: ma è dare una spiegazione lo stabilire artificialmente la sua composizione molecolare per analogia con quella dell'organismo adulto, il concepire la disposizione delle più piccole particelle (micelii) come infinitamente varia e ammettere così « delle combinazioni infinite di forze agenti » delle « differenze innumerevoli nei processi chimici e plastici della materia vivente prodotti da essa » che determinano altrettante differenze nell'accrescimento, nell'organizzazione interna, nella conformazione esterna e nelle

(1) Askenasy, Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre. Leipzig, 1872.

(2) A. Braun, Ueber die Bedeutung der Entwicklung in der Naturgeschichte. Berlin, 1872.

(3) C. Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig, 1884.

funzioni? L'essenza enigmatica del *nisus formativus* ci sarà finalmente rivelata perchè questo sarà stato sostituito dalla serie delle modificazioni che si succedono nell'idioplasma e dalle influenze variabili che determinano lo sviluppo delle parti in esso virtualmente contenute? Quanto alle questioni che si fanno naturalmente, di sapere su quali processi si fondino queste modificazioni e come bisogna capire l'azione delle condizioni ambientali, Nägeli le ha sollevate, ma non ha loro risposto in nessun modo; egli non può neppure giungere ad un'idea soddisfacente del sistema idioplastico (supposto composto di filamenti anastomizzati in rete); più ancora, egli non riconosce che il carattere (non geometrico, ma filogenetico) di questa struttura, la cui ricerca deve condurlo alla soluzione del grande enigma della teoria della discendenza, ci è ancora nascosto? E dunque realmente una spiegazione fisiologica il rappresentarci « i caratteri, gli organi e le funzioni come decomposti nei loro veri elementi nell'idioplasma ». il concepire che « esso sviluppa l'abbozzo nei diversi organi nello stesso modo con cui l'artista manifesta col pianoforte gli accordi e le dissonanze di un pezzo di musica », e il terminare infine questo quadro fantastico con la confessione che il modo secondo cui i movimenti si comunicano alle serie di miceli di uno stesso sistema dinamico è un segreto per la fisiologia molecolare? È possibile credere seriamente che queste costruzioni meccaniche, ma artificiali quanto arbitrarie, possano costruire una teoria capace di risolvere il grande problema delle leggi di formazione degli organismi e dello sviluppo atavico fondato su di esse? Il principio del perfezionamento inerente all'essenza dell'organizzazione è oscuro come la causa che Lamarck riteneva per inesplicabile, della gradazione degli organismi e si confonde in realtà con essa, mentre insieme al principio di adattamento di Lamarck per l'azione delle condizioni esterne, è attribuita un'influenza limitata al principio della selezione di Darwin sulla delimitazione delle specie per la scomparsa delle forme intermedie. Secondo Nägeli il perfezionamento e l'adattamento sono le cause meccaniche della produzione delle forme, la concorrenza con la scomparsa la causa meccanica delle lacune che esistono nei due regni organizzati. D'onde non solo viene rifiutata ogni influenza alla selezione nella formazione di nuove specie e di nuove varietà a spese delle specie già esistenti, ma viene anche respinta la spiegazione della finalità organica e delle innumerevoli variazioni utili degli organismi.

Teoria di Weismann (1) sulla continuità del plasma germinativo e sulle variazioni di esso come origine della variabilità.

La persuasione che le condizioni fondamentali di variazione siano da ricercarsi nell'interno dell'organismo e nella struttura molecolare del plasma, ha condotto recentemente a una nuova importantissima teoria, la quale ha molti punti di contatto con quella di Nägeli, e tuttavia se ne distacca in alcuni punti essenziali e specialmente in ciò che essa diminuisce la potenza della scelta e la spiegazione delle coordinazioni organiche col mezzo di essa, nel senso di Darwin. La sua maggiore divergenza da Darwin sta in ciò, che Weismann nega l'eredità dei caratteri acquisiti. Con questa negazione si accompagna il tentativo di risolvere la variabilità, in altra guisa e specialmente col mezzo di cause interne. Partendo da questo punto di vista, Weismann propose le sue due ipotesi sulla continuità del plasma germinativo e sulla importanza della riproduzione sessuale.

Già da tempo insigni fisiologi manifestarono l'opinione che l'eredità dei caratteri acquisiti durante la vita dell'individuo non può essere provata. La difficoltà, anzi l'impossibilità di spiegare meccanicamente il passaggio, nel plasma germinativo degli organi sessuali, di tali caratteri acquisiti durante la vita dell'individuo sotto l'influenza di agenti esterni, la quale non era tolta neppure col ripiego della pangenese di Darwin, basta a molti per mettere in dubbio l'eredità dei caratteri acquisiti.

Ma se cade questa ipotesi, non solo perde di valore l'adattamento diretto nel senso di Lamarck, ma anche l'efficienza della selezione si limita solo a quelle variazioni utili, che sono contenute potenzialmente nel plasma germinativo. Vale a dire che la selezione opera non già sulle proprietà degli organismi adulti, ma sugli abbozzi di queste proprietà utili che stanno nascosti nella cellula germinale. Cosicché tutti i caratteri che l'individuo ha acquistato durante la sua vita, sia per il maggiore o minore uso degli organi o per le abitudini, sia anche, più passivamente, per l'influenza delle cause esterne, si perdono con la sua morte e non hanno alcun effetto sulla vita della specie. Solo le proprietà della sostanza germinale, o quelle che in esse si abbozzano, si trasmettono ai discendenti e possono influire sulle variazioni continue delle seguenti generazioni. La scelta che ha luogo nella concorrenza vitale tra individui diversamente dotati può avere un effetto solo nel caso che essi contengano, nelle loro cellule sessuali, gli abbozzi di discendenti in egual modo utilmente costituiti, e la sessualità agisce solo per mezzo dei germi,

(1) A. Weismann. Ueber Die Vererbung. Iena 1883.
 id. Ueber die Continuität des Keimplasmas, ecc. Iena, 1885.
 id. Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selectionstheorie, Iena, 1886.

la cui ereditarietà, nei discendenti, si intende solo supponendo che il substrato del plasma germinale passi *in continuità* nell'intera serie delle successive generazioni. La *continuità del plasma germinativo* è perciò un'ipotesi necessaria nella teoria di Weismann, e questa continuità diretta vuol significare che una parte del plasma germinativo contenuta nelle cellule sessuali dei genitori non viene impiegata alla costituzione dell'individuo figlio, ma rimane allo stato di *materiale di riserva* nelle cellule riproduttrici di questo. L'origine delle nuove generazioni di cellule germinative sarebbe dunque un processo di accrescimento e di assimilazione, per mezzo del quale quella parte, per quanto piccola, di plasma germinativo che è stata ricevuta, si accresce nell'organismo dei discendenti e si trasforma nelle loro cellule sessuali. Per servirci di un paragone di Weismann, la vita del plasma germinativo potrebbe rappresentarsi sotto la forma di una lunga radice strisciante, sulla quale qua e là s'innalzano singole pianticelle. Queste sarebbero gli individui delle successive generazioni, che costituiscono solo una formazione accessoria.

Anzitutto però bisogna rispondere alla questione principale: quali sono cioè le cause della variabilità nella struttura molecolare del plasma germinativo, e perchè la loro azione sia capace di produrre quella determinata e ordinata serie di variazioni, che darebbe origine allo sviluppo degli animali, dai più semplici ai più complessi, dai protoplasmatici ai mammiferi. Alla prima di queste domande Weismann risponde prendendo in considerazione l'essenza e l'origine della riproduzione sessuale, che già da molto tempo si ritiene connessa con la coniugazione dei protofiti e protozoi. Negli organismi unicellulari, nel cui corpo cellulare non sono ancora distinte le cellule riproduttrici dalle cellule *somatiche*, le influenze esterne produrrebbero delle variazioni individuali e delle divergenze, che, sebbene formatesi durante la vita dell'individuo, pure sono ereditate dai discendenti. Siccome la loro riproduzione ha luogo per scissione (e solo in qualche occasione previa coniugazione), le sostanze somatiche dell'organismo generante e generato stanno in continuità tra di loro, come anche nelle gemme in cui le proprietà della pianta vengono direttamente trasmesse. Perciò la variabilità individuale ereditaria degli organismi unicellulari è da considerarsi come l'origine delle variazioni delle cellule proliferanti e della variabilità individuale, in esse risiedente, dei metafiti e dei metazoi; vale a dire, queste divergenze embrionali derivano dai processi vitali e riproduttivi degli esseri unicellulari, dai quali, per mezzo di anelli intermedi rappresentati da colonie cellulari, derivarono le piante e gli animali pluricellulari. Persistendo nella loro unione gli individui prodotti l'un dall'altro per scissione, con vantaggio della loro conservazione, si formarono delle piccole colonie di cellule simili, le quali, come elementi sociali equivalenti, adempivano in egual modo alle funzioni nutritive e riproduttive.

Ma più tardi le cellule della colonia si differenziarono in due direzioni; alcune attesero specialmente ai fenomeni nutritivi, e divennero le cellule somatiche, le altre solo ai riproduttivi, e divennero le cellule germinali. Questa modificazione, utile per la vita della specie, poteva aver la sua origine in una modificazione germinale ed essere preparata da una modificazione della struttura molecolare del plasma germinativo. Weismann dice: « quando la colonia, per qualunque causa esterna va prosperando, e le qualità molecolari potenzialmente esistenti nelle loro cellule germinali non si dividono equabilmente come prima nello sviluppo della colonia, ciò potrebbe accadere in causa della continua variabilità, e il risultato sarebbe questo, che le cellule della colonia complessa riuscirebbero diverse ». Una volta stabilitosi il processo di differenziamento del corpo animale pluricellulare, per cui il nostro autore, invece di accampare *delle cagioni meccaniche interne* ammette come cagione assoluta il principio regolatore della sessualità, entra in azione anche la riproduzione dioica, in cui le cellule germinali sono divise in maschili e femminili (zoospermi e ovocellule), dalla cui coniugazione si forma il plasma germinativo necessario alla produzione dei discendenti, specializzato nella sua struttura molecolare. Perciò la generazione sessuale è la causa che mantiene ed aumenta la variabilità individuale ereditata dagli esseri unicellulari, e introduce nella sostanza germinale un gran numero di variazioni su cui agisce in seguito la selezione, quando esse sono utili. Quindi, secondo Weismann, la generazione sessuale o digenia ha il compito di formare, con la mescolanza di diverse tendenze ereditarie, il materiale per le differenze individuali, tra cui poi la selezione produce le nuove specie.

Se noi ora vogliamo mettere alla prova la verosimiglianza della teoria di Weismann, troviamo due punti deboli che la mettono in dubbio. In prima linea si nega alla vita dell'individuo ogni influenza sulla origine delle variazioni, e, fatta astrazione dagli esseri unicellulari, l'organismo diventa un ente estraneo e inutile al processo evolutivo, una sorta di appendice della cellula germinale; la sua vita è un ozioso giuoco della natura. Invece la cellula germinale è, per ripetere un'espressione di Spitzer approvata dallo stesso Weismann, la vera formazione creatrice nel mondo organico, e la generazione sessuale lo speciale fattore che mescola la costituzione molecolare delle cellule germinali in innumerevoli e sempre nuove combinazioni, rendendo possibile il processo della selezione.

In realtà l'osservazione e l'esperienza ci presentano le cose in un modo completamente diverso. Gli individui sono gli oggetti reali della vita naturale, nei quali e per mezzo dei quali si compiono tutti i fenomeni organici. Essi sono anche i produttori del plasma germinativo, il quale dev'essere considerato come una parte differenziata dell'intero organismo e in connessione con la sua vita. Tutto ciò che su di esso

agisce plasmandolo e modificandolo, deve produrre qualche modificazione anche negli organi che contengono il materiale di assimilazione e di accrescimento del plasma germinativo. Che sia così, neppure Weismann lo può negare; egli anzi ne tiene conto al punto da indursi a una confessione, la quale, per lo meno, pregiudica le conseguenze della teoria, seppure non le contraddice. « Forse, dice Weismann (1), la struttura molecolare del plasma germinale può essere modificata da una lunga azione omogenea, e non si può negare la possibilità che persistenti influenze, duranti per parecchie generazioni, come la temperatura, il modo di nutrizione, ecc. modificano le cellule germinali non meno delle altre parti dell'organismo. » Tal confessione si ripete altrove. « Tali influenze non eccitano delle variazioni individuali, tuttavia potrebbero colpire alla stessa guisa tutti gli individui della stessa specie, che vivono in un dato territorio ». Qui dunque è contemplata la possibilità che le condizioni esterne possano produrre delle varietà climatiche, e altri fenomeni di variazione. Una volta ammessa, per dirla con Haeckel, l'*adattamento potenziale* per alcune variazioni che sono diretti effetti delle condizioni esterne, non si comprende come anche nei molti casi in cui l'organismo più attivamente reagisce col maggior o minor uso degli organi, non debba aver luogo nello stesso senso un influsso indiretto sul plasma germinale, nel caso almeno che l'adattamento funzionale abbia durato un tempo sufficiente e per molte generazioni. Quindi la pluralità delle proprietà acquisite nei metazoi non sarà esclusa dall'eredità, e così cade una delle più grandi difficoltà della teoria di Weismann.

Se non vi fosse anche alcuna prova positiva della eredità dei caratteri acquisiti, dovrebbe ad ogni modo valere l'importanza di una serie di fenomeni, impossibili a spiegarsi senza tale eredità. Appunto per gli adattamenti funzionali, come chiama Roux le proprietà dell'individuo acquisite con l'uso e con l'esercizio, siamo ridotti chiaramente, in seguito alle considerazioni di questo naturalista sulla lotta delle parti dell'organismo, a rispondere affermativamente a tal domanda: « Se l'adattamento funzionale non fosse assolutamente ereditabile, tutto ciò che l'adattamento funzionale, con lo sviluppo degli organi, produsse di utile in mille diverse parti dell'organismo, dovrebbe diventare acquisito (ma in forma ereditabile) per mezzo di variazioni casuali durate per migliaia di generazione e con reiterata selezione. Se invece si trasmettono nei discendenti i caratteri ricevuti da parecchie generazioni, si possono spiegare molte adattazioni degli animali, dato che sia spiegata l'adattamento funzionale. »

Gli adattamenti funzionali sono però ciò che di meglio e di più alto ci fece finora conoscere la scienza oltre la potenza della selezione, come

(1) Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. *Biologisch. Centralbl.*, 1886. Über die Vererbung.

fatti da interpretarsi in un senso puramente meccanico. Se noi rinunziamo ad essi, dobbiamo ridurci, con Nägeli e Weismann ai misteriosi processi dell'idioplasma e del plasma germinale, teoreticamente includenti variazioni meccanico-molecolari, ignote però nel loro decorso e nelle loro cagioni. In ciò consiste il punto di contatto delle teorie di Nägeli e Weismann; nè valga il dire, come opina quest'ultimo, che egli fondò la sua teoria su un fatto semplice. Quand'anche fosse vero che le tendenze ereditarie insite nell'ovo si mescolassero, e ne sorgesse un nuovo organismo con caratteri nuovi, saremmo sempre nel misterioso, essendo tal processo non meno oscuro della tendenza al perfezionamento di Nägeli, per la quale vengono anche fatti valere i fatti reali dello sviluppo, progrediente nel senso d'un perfezionamento. Nell'uno come nell'altro caso la vera causa dei processi molecolari è occulta, e all'oscurità che si contiene nel principio di Nägeli *della evoluzione interna* come una *forza filetica speciale*, si aggiunge l'enigma che resta a sciogliere a Weismann, quand'egli vuole spiegare l'intero sviluppo organico dall'ameba fino alle forme superiori e al genio di un Laplace, con le tendenze ereditarie ottenute dalla generazione sessuale in un con l'azione della scelta e senza l'aiuto di alcun altro principio. Poichè che cos'è questo principio evolutivo insito nel plasma originario, se non una forza filetica misteriosa, sulle cui cause efficienti non possiamo aver alcuna idea nè dai processi finalistici di meccanica molecolare di Nägeli, nè dalle tendenze ereditarie ed evolutive di Weismann? Anche nelle *variazioni* weismanniane troviamo bensì delle condizioni relative alla struttura del *Keimplasma* e ai suoi moti molecolari, ma non troviamo le cause efficienti del fenomeno; esse si comportano, per rispetto alle vere cause, come l'influenza delle condizioni esterne che determinano le variazioni dell'organismo senza esserne le vere cause efficienti. Weismann poi si illude quando, in contrapposizione al concetto completamente oscuro di Nägeli, crede di far derivare l'organismo da forze e fenomeni assolutamente *noti*. In realtà egli si appoggia sulla stessa base di Nägeli, sulla supposizione cioè di un principio intimo ed attivo, quand'anche egli non lo confessi e ammetta di poter fare senza di esso. Mentre Nägeli presuppone una predisposizione al perfezionamento, ammettendo anche di poterla fondare in un modo meccanico, Weismann deve ammettere un abbozzo del plasma germinativo indirizzato in un particolar modo e ordinato a scopo finale, e riferire ad esso le ignote cagioni di evoluzione dal momento che egli, nell'inizio e nelle singole innumerevoli fasi del susseguente sviluppo, non vuol attribuire al caso l'ufficio di dare origine alle variazioni utili della struttura molecolare del plasma germinativo, sulla quale possa operare la selezione, producendo col tempo l'intera serie degli esseri viventi in tutte le gradazioni della loro organizzazione. Ma allora bisogna di nuovo restringere al caso l'efficienza del principio universale, la quale, per un calcolo

di probabilità, può già ritenersi straordinariamente inverosimile e deve essere evitata come impossibile da qualunque concezione filosofica dell'universo.

Evidentemente Weismann è andato tropp'oltre nel negare l'influenza degli agenti esterni sulle modificazioni organiche, e con ciò perdette la via migliore che ci si può additare il vero processo dell'evoluzione. Per il progresso della teoria della discendenza non basta la *casualità* delle leggi lamarckiane o la supposizione di adattamenti diretti, ma bisogna addentrarsi nelle cause di essi e nei loro rapporti col principio della selezione. In questo senso la fisiologia cominciò a ricercare e a ricondurre alla teoria della discendenza la natura e l'origine degli adattamenti funzionali, così importanti nella vita individuale.

Darwin stesso, nella sua più recente opera sulla variazione degli animali (1), in contrapposizione con l'attitudine negativa che avea preso per rispetto al lamarckismo nella sua famosa opera sull'*origine delle specie*, ammette la grande importanza dell'uso e del non uso per l'aumento o la diminuzione in grandezza degli organi, e riconosce l'azione utile degli adattamenti funzionali, ossia ammette un principio, che per molti casi, senza l'aiuto della selezione, può valere a spiegare direttamente la origine dei caratteri utili.

In realtà gli organi utili dell'organismo, i rapporti e le correlazioni, che vi sono in forma e funzione, fra i diversi organi dell'individuo, non si devono far derivare dalla scelta degli individui. Già Aristotile conosceva che gli organi non solo sono fatti adatti allo scopo, ma che la loro funzione si regola a seconda dei rapporti variabili dell'ambiente, e ammetteva perciò una *forza psichica*, che, come anima vegetativa (*ψυχή θρεπτική*, in contrapposto alla *ψυχή νοητική*) provvede allo sviluppo e alla nutrizione di tutte le parti.

La moderna fisiologia ha ricercato di dimostrare che queste interne coordinazioni consistono in una *meccanica teleologica*, che può svilupparsi quando la prima materia viva possiede *la proprietà di reagire utilmente sull'ambiente* (2). Recentemente G. Roux (3) ha studiato questo soggetto e ha fondato con sagacia il principio della *autoformazione funzionale dei caratteri utili*, secondo cui l'uso accresciuto di un organo, non solo lo ingrandisce e lo complica, ma mercè l'azione trofica di stimoli funzionali, si forma in modo adatto allo scopo.

Un gran numero d'adattamenti utili, come per es. quelli che si trovano nella minuta architettura delle ossa, le cui trabecole di sostegno decorrono nel senso della maggior pressione e trazione, e raggiungono la massima resistenza col minimo di materiale, o nell'interna struttura degli organi attivi, muscoli, glandole, ecc., non potrebbero solo essere

(1) C. Darwin. *Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico*. 1873.

(2) E. F. W. Pflüger. *Die teleologische Mechanik des lebendigen Natur*-Bonn, 1877.

(3) Wilh. Roux. *Der Kampf der Theile im Organismus*.

sorti per singole variazioni e con l'opera della selezione, ma piuttosto indicano *la persistenza nell'organismo di qualità che, per l'azione di stimoli funzionali, possono direttamente produrre gli adattamenti più completi e perfetti*. Per rispetto alla selezione, che distingue solo le proprietà utili, ma non le può contemporaneamente perfezionare in numerose combinazioni, la adattamento funzionale produrrà contemporaneamente migliaia di adattamenti utili, cambiando le condizioni di vita.

Ma anche qui, colla limpida esposizione fatta da Roux del principio lamarckiano della adattamento diretta in unione alla selezione, si dimostra che l'eredità degli adattamenti funzionali come una disposizione passante nei discendenti, sebbene non provata positivamente, è tuttavia assai probabile. In opposizione a Weismann, il quale pone l'esempio della balena, mammifero adattato alla vita acquatica, come prova che « tutte le caratteristiche animali consistono in adattamenti mercè la selezione » rifiutando così l'azione di un'intima forza di variazione, Roux si riferisce al passaggio degli animali acquatici alla vita terrestre o aerea, e tanto più a ragione, in quanto che i detti adattamenti non sono, come quello nella balena, secondari e affatto speciali e non suscettibili di conclusioni generali, ma rappresentano una fase essenziale nello sviluppo della serie animale. In seguito a ciò, si può con sicurezza affermare « che il perfezionamento non è successivo nelle singole parti, ma deve essere stato contemporaneo in quasi tutti gli organi del corpo, poichè le subitane variazioni favorevoli di singole parti non avrebbero avuto la possibilità di sorpassare una tale condizione ». Dovette dunque aver avuto luogo la contemporanea elaborazione di migliaia di particolarità utili, il che avrebbe reso impossibile di poter effettuare la scelta, che solo poche proprietà a un tratto può distinguere.

Dove si può per ora riconoscere e determinare la cagione di questo principio dell'autoformazione adatta allo scopo? Non nella struttura molecolare e nei relativi fenomeni, che hanno luogo necessariamente per leggi fisico-chimiche, a seconda di determinate condizioni, ma nell'azione della selezione, nell'interno dell'organismo medesimo, poichè essa nella lotta fra le parti dell'organismo trasceglie le qualità utili. È noto che ogni organismo è composto da molte parti, da un'associazione di elementi, e i metazoi e metafiti risultano da cellule a gruppi cellulari, i quali durante i processi vitali sono sottoposti a una continua variazione, tanto più che gli elementi subiscono uno scambio, uscendo gli uni dal corpo, e venendo sostituiti da nuovi. Durante la formazione embrionale, che solo nelle linee generali è governata dall'eredità, ma nelle particolarità secondarie è influenzata dalle condizioni, gli elementi, le cellule si formano le une dalle altre, v'è continua riduzione da una parte, e neoformazione dall'altra. Non vi è alcuna assoluta somiglianza tra le parti cooperanti di ciascun gruppo, ma anche qui si ripete il fenomeno della variabilità, secondo cui durante l'accrescimento, insieme

con lo scambio materiale, ha luogo una viva lotta fra le parti dell'organismo. In tal lotta, quelle parti che sono in condizioni più svantaggiose, per rispetto alla nutrizione e alla produttività, si distruggono più presto delle altre funzionalmente più importanti, che sopravvivono a quelle.

Così v'è una lotta fra le molecole e fra le cellule, e vengono tracciate quelle qualità che possono favorire gli adattamenti funzionali e sono utili all'organismo nella lotta per la vita. V'è anche una lotta fra i tessuti e fra gli organi « per la conquista dello spazio e d'una importanza morfologica, pari all'importanza morfologica della parte per tutto ». Mentre la lotta delle parti regola l'interno adattamento dell'organismo e le attitudini degli organi funzionalmente adatti, la lotta per la vita fra gli organismi regola l'adattamento in ciò che riguarda le loro relazioni reciproche e coll'ambiente.

Con ciò la selezione agisce anche sugli adattamenti diretti e serve anche alla spiegazione delle leggi di formazione. Però, per quanto tal principio sia comprovato, rimane solo come un *regolatore*, che elimina i caratteri dannosi, e fa progredire e rafforzare quelli utili.

Anche la questione, se sia possibile ricondurre ogni forma d'adattamento a cause puramente meccaniche, è ancora insoluta. Quand'anche fosse provato che le correlazioni, che passano fra gli organi, siano dovute a cause meccaniche necessarie, in seguito all'azione delle lotte dei tessuti e degli organi, rimangono a spiegare molti altri intricati fenomeni, anzitutto quelli relativi alla neoformazione e riproduzione degli organi negli animali inferiori. Anche considerando questi da un punto di vista puramente meccanico, ciò non basta a risolvere il gran problema dell'origine interna delle formazioni organiche.

Alcuni naturalisti hanno creduto di poter spiegare la formazione di nuove specie altamente differenziate a spese di specie inferiori, ammettendo uno sviluppo che procede per bruschi progressi e hanno sostituito con questa teoria, fondata sui fenomeni della generazione alternante e dell'eterogonia, il principio della selezione. Ma, se non si può negare che, in certi casi di eterogonia, la dissoluzione dei gruppi di forme, che comprendono più generazioni, non possa aver portato la creazione di specie distinte esistenti vicine l'una all'altra, non è meno certo che non si trova, in questi esempi isolati, nulla che possa sostituire menomamente i servizi che ci danno l'adattamento e la selezione per spiegare le formazioni utili, tanto più che i fenomeni della generazione alternante e dell'eterogonia hanno bisogno essi stessi di essere spiegati, e che ciò può darsi solamente per mezzo della teoria dell'adattamento (Lamarck) e della selezione (Darwin), con l'aiuto del principio dell'accumulazione delle variazioni infinitamente piccole nel corso delle generazioni. Il modo di sviluppo per generazione eterogenea ammesso da Kölliker per analogia con le due forme di riproduzione, già esposto

da parecchi naturalisti e filosofi (Schopenhauer, generazione *ex utero heterogeneo*), prima che si conoscesse la generazione alternante, implica per sè stesso la negazione di ogni spiegazione, poichè non è che una evoluzione diretta dal « piano di sviluppo ».

Quanto a noi, fedeli all'assioma, *natura non facit saltum*, respingiamo le teorie dello sviluppo eterogeneo o di *neogenesi* (Heer) e non pensiamo che si possa trovare altrove che nel modo lento e progressivo di trasformazione una spiegazione razionale e fondata della variazione delle specie; in un col principio della selezione e dell'adattamento funzionale, sebbene anche ciò, rispetto alle grandi difficoltà della spiegazione dello sviluppo, si possa paragonare a una « tavola che serve solo a sostenere il naufrago vicino a sommergersi ».

PARTE SPECIALE

I. TIPO

Protozoi. (Protozoa).

Organismi unicellulari di piccole dimensioni con differenziamenti più o meno complicati nel corpo protoplasmatico, a riproduzione principalmente asessuale.

Morfologicamente i protozoi rappresentano cellule, il cui corpo protoplasmatico può contenere uno o più nuclei. Non si trova dunque mai in essi nè segmentazione dell'uovo, nè sviluppo embrionale caratterizzato dalla formazione di foglietti blastodermici. Il sarcode contrattile ricco di granulazioni e pieno di vacuoli forma ovunque il *substratum* del corpo; può contenere un vacuolo pulsante e presentare delle correnti di granulazioni. Il vacuolo pulsante è una cavità piena d'un liquido trasparente, che si restringe e scompare sotto l'influenza della contrazione del plasma che lo circonda, per tosto riapparire.

Tuttavia il sarcode presenta nei protozoi una serie di modificazioni, sia nella sua propria struttura, sia nella sua delimitazione esterna, sia nel suo modo di nutrizione, che danno dei caratteri per stabilire i gruppi. Nel caso più semplice l'intero corpo non è che una piccola massa di sarcode, la cui contrattilità non è impedita da alcuna membrana esterna; esso ora manda dei prolungamenti, poi li ritira subito, ora, quando la materia che la compone ha una consistenza maggiore, emette un gran numero di filamenti e di raggi filiformi (*rizopodi*). La nutrizione ha luogo per penetrazione delle materie alimentari nella massa del sarcode, il quale le circonda a poco a poco. In moltissimi casi il sarcode costituente i pseudopodi secerne delle spicule calcari o silicee, dai gusci forati, che servono di sostegno e di protezione al corpo dell'animale (*foraminiferi, radiolari*). Al contrario, negli *infusorii* il corpo sarcodico è circondato da una membrana esterna munita di ciglia vibratili, di cirri, di setole, che concorrono alla locomozione, ed esiste in generale in essi una bocca per l'introduzione di particelle alimentari solide e un ano per l'espulsione dei residui della digestione.

I. CLASSE. Rizopodi (1) (*Rhizopoda*).

Protozoi senza membrana involgente, il cui corpo sarcodico emette dei prolungamenti. In generale v'è un guscio calcareo o uno scheletro siliceo.

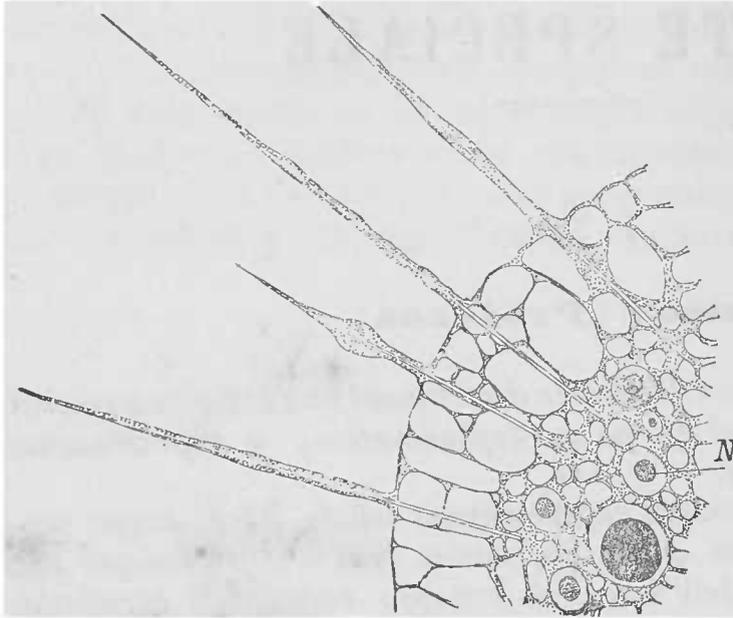


Fig. 152. — Sezione ottica di un frammento del corpo sarcodico dell'*Actinosphaerium Eichhornii* (da Hertwig e Lesser). N, Nuclei nella sostanza midollare, distinta dallo strato corticale pieno di grosse vescicole. Nel centro dei pseudopodi si vede un filamento assile.

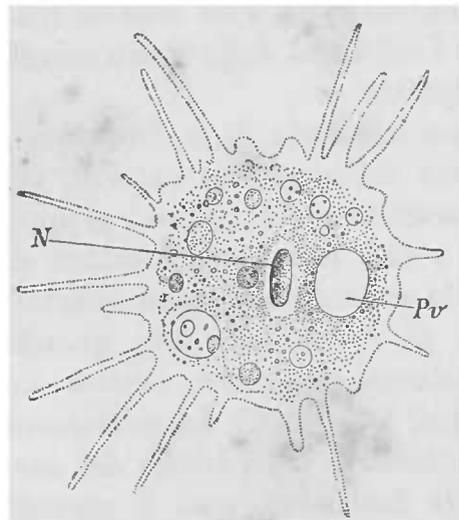


Fig. 153. — *Amoeba (Dactylosphaera) polypodia* (da F. E. Schulze) N Nucleo, Pv Vacuolo contrattile.

deve essere attribuita alla contrattilità delle particelle circostanti di sarcode (fig. 152).

La sostanza che costituisce il corpo di questi animali, il cui guscio era stato descritto molto prima che se ne conoscesse il contenuto vivente, sotto il nome di *foraminiferi* o di *politalamii*, è sarcode libero non circondato da alcun involucro. È ricca di granulazioni, contiene pigmento, ed emette dei sottilissimi filamenti, ordinariamente di natura viscosa, dei *pseudopodi*, che servono a far muovere l'animale e a procurar-

gli del nutrimento. Talora la massa del corpo striscia rapidamente per opera di larghi prolungamenti lobati o digitati. Si distingue per lo più uno strato periferico corticale più vischioso, trasparente (*ectoplasma*), e una massa interna più fluida che racchiude delle granulazioni (*endoplasma*). La prima, nei movimenti di locomozione, emette dei prolungamenti, in cui penetrano più o meno rapidamente le granulazioni della massa interna. Nei pseudopodi sottili, al contrario, si osservano lente correnti, ma regolari, di granulazioni che partono dalla base e vanno verso la sommità e reciprocamente, la cui causa

(1) Dujardin. Observations sur les Rhizopodes. *Comptes rendus*, 1835. — Ehrenberg Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. *Abhandl. der Akad. zu Berlin* 1839. — Max. Sigm. Schultze,

I pseudopodi o tendono ad anastomizzarsi (mixopodii) o rimangono relativamente rigidi, non confluiscono a rete, e sono anche spesso sostenuti da un filo assiale, che si continua nell'interno del corpo sarcodico (axopodii). Nei rizopodi marini con mixopodii la massa plasmatica del corpo è omogenea, e non v'è alcun chiaro limite tra l'ectoplasma ialino e l'endoplasma granuloso. Non è raro di trovare nel sarcode una cavità pulsante o

vacuolo contrattile, per esempio nell'*Amœba* (figural 53), nella *Diffugia*, nell'*Actinophrys*, nell'*Arceella*.

Si trovano anche nel sarcode uno o più nuclei, il che lascia indubitato che morfologicamente il corpo dei rizopodi corrisponde a una cellula, o ad un insieme di cellule. Esistono anche delle forme nel cui protoplasma non fu possibile scoprire un nucleo cellulare. In questi casi ora il plasma nuclea-

re non costituisce un corpo distinto (moneri di E. Haeckel, come la *Protamœba*, il *Myxodictium*), or si tratta di fasi evolutive transitorie mancanti di nucleo. Per lo più il sarcode secerne delle formazioni scheletriche, ora silicee, ora calcari; nel primo caso sono fini aghi o

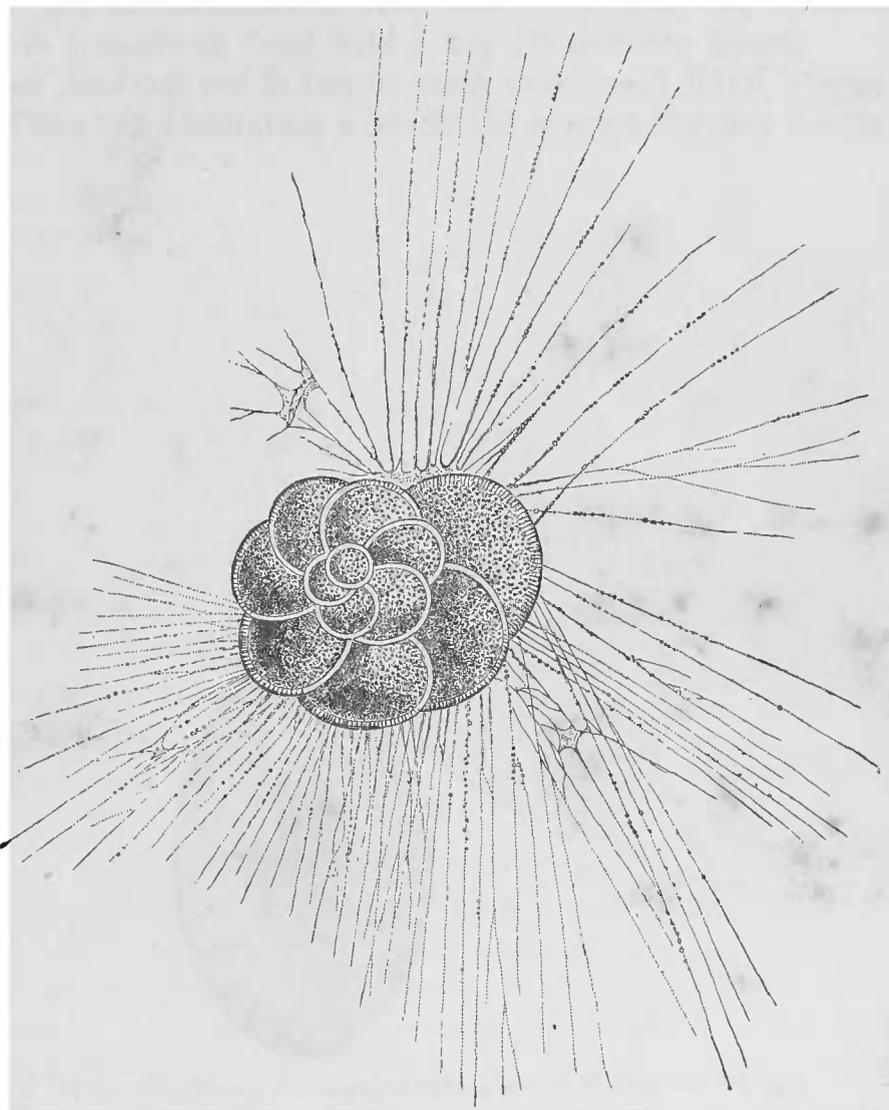


Fig. 154. — *Rotalia veneta* con una diatomea presa nella reticolazione dei pseudopodi (da Max Schultze).

Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig, 1854. — Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, 1858. — E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin, 1862. — O. Butschli, Protozoen, neu bearbeitet in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs. 1880-1889.

aculei cavi, disposti regolarmente a raggi a partire dal centro, o una specie di scheletro traforato, irto di spine e di aghi (*radiolari*); nel secondo caso sono gusci semplici o concamerati, a pareti forate e con una grande apertura (*foraminiferi*). Attraverso quest'apertura e questi fori dei piccoli gusci fuoriescono le espansioni sarcodiche, che variano continuamente di forma, di grandezza, di numero, e le quali spesso si riuniscono per costituire delle delicate reticolazioni (fig. 154 e 155).

Questi pseudopodi, per i loro lenti movimenti di strisciamento su oggetti solidi, funzionano come organi di locomozione, mentre, inglobando piccoli vegetali come le bacillarie, e portandole fino nell'interno del corpo,

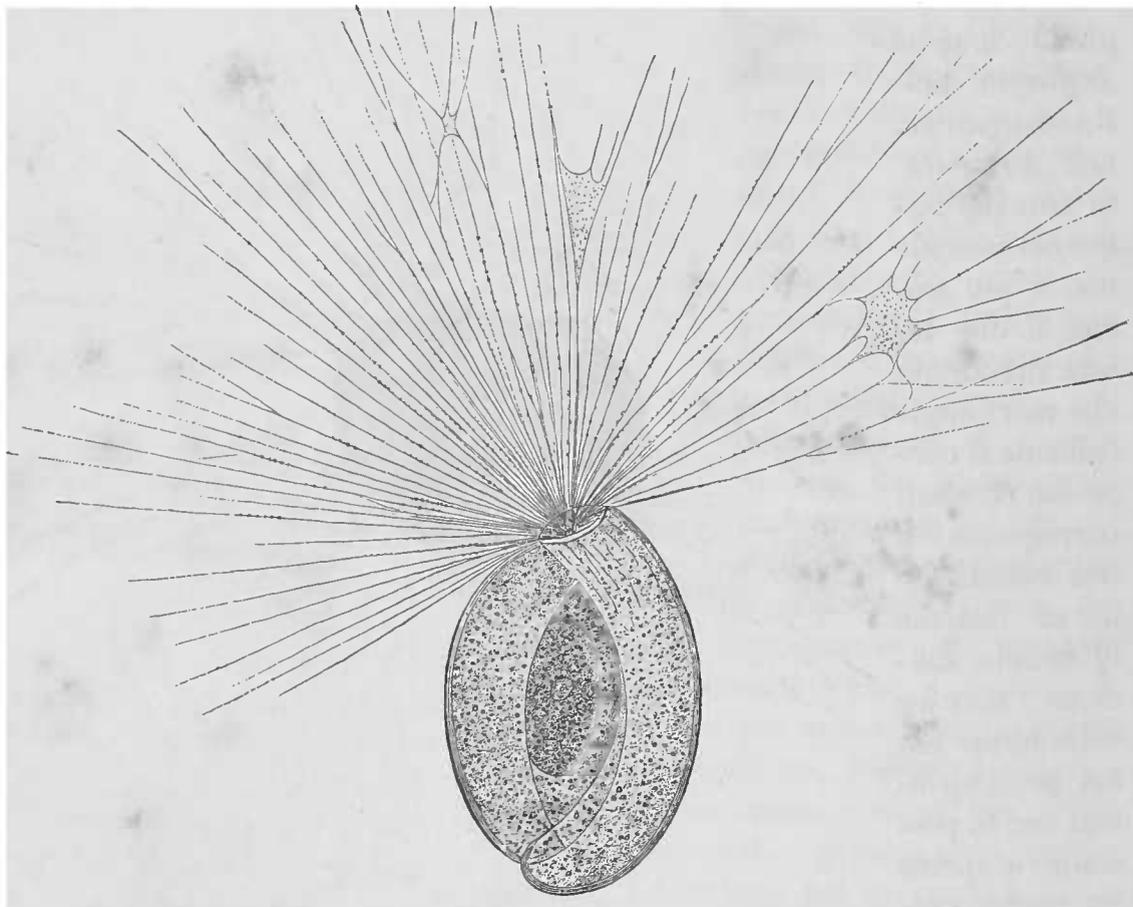


Fig. 155. — *Miliola tenera* con reticolazioni di pseudopodi (da M. Schultze).

imprigionano la preda che deve servire di nutrimento. Nelle forme che hanno un guscio, la prensione e la digestione delle sostanze alimentari hanno luogo all'esterno nei filamenti e nelle articolazioni periferiche, poichè ogni punto della superficie può funzionare come bocca e come ano per emettere le particelle non assimilate.

I rizopodi vivono principalmente nel mare e contribuiscono potentemente, con l'accumulazione dei loro gusci, alla formazione della sabbia marina e al deposito di grossi strati, come lo prova il gran numero di specie delle diverse formazioni anche antichissime. Le forme scoperte nelle antichissime formazioni del laurenziano (Canadà), descritte come

Eozoon canadense, sono riferite da parecchi scienziati, a foraminiferi fossili; secondo altri invece nulla hanno a che fare con organismi, e si riducono a differenziamenti inorganici.

I. ORDINE. — Amebini (*Lobosa*).

Rizopodi ameboidi d'acqua dolce, aventi solitamente un vacuolo contrattile, talora nudi, talora con guscio semplice.

Il corpo sarcodico è ordinariamente formato d'un esoplasma vischioso e omogeneo, d'un endoplasma fluido e molto granuloso. I pseudopodi sono prolungamenti generalmente larghi, lobiformi o digitati, talora filiformi (fig. 156 *a* e *b*).

Spesso vi è un guscio a fine sculture chitinose o silicee. I processi di coniugazione, di fusione e di divisione furono osservati tanto nelle forme nude, che in quelle a teca. La divisione, che si può seguire in tutte le sue fasi nell'*Amoeba polipodia*, è preceduta dalla segmentazione del nucleo. Esso si divide in due nuclei e il protoplasma si scinde addossandosi a ciascuno di essi. Nelle forme a teca, dopo la neoformazione di piccole piastre solide concave nell'interno dell'animale, il plasma esce dall'apertura sotto forma di una gemma coperta dal guscio (*Euglypha*), e, aumentando in volume, il plasma si circonda di un guscio e diventa simile all'animale progenitore. Anche il nucleo si divide completamente in due parti, di cui una entra nell'individuo neoformato. L'*Euglypha* e l'*Arcella* presentano anche la fusione e la coniugazione, che sono considerate come una sorta di riproduzione sessuale.

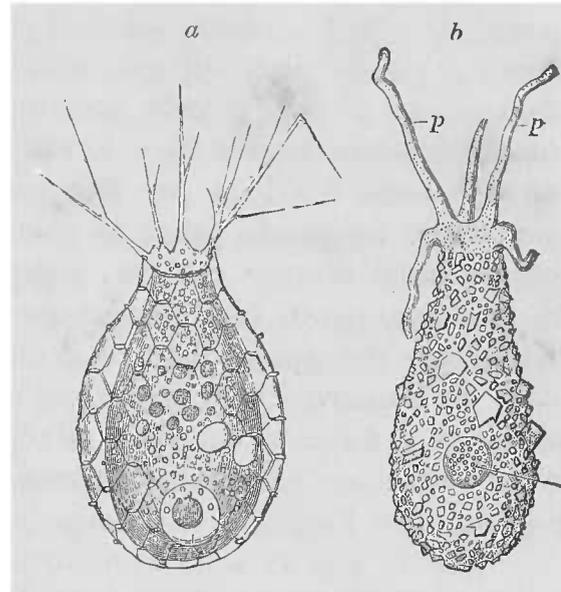


Fig. 156. — *a* *Euglypha globosa* (da Hertwig e Lesser), *b* *Diffugia oblonga* (da Stein) *p* Pseudopodi, *n* Nucleo.

Amoeba princeps Ehr. *A. polypodia* M. Sch., *Amoeba terricola* Greeff. *Petalopus diffugiens* Clap. Lach.

Qui devesi tenere nota anche del *Bathybius* Huxley, trovato nelle profondità dell'Atlantico, dato che esso sia realmente un organismo vivo e non un precipitato gessoso.

(1) Oltre ai lavori di Dujardin, M. Schultze, Fr. E. Schulze, Hertwig, Lesser, Greeff, vedi A. Gruber, Der Theilungsvorgang bei *Euglypha alveolata*, die Theilung der monothalamen Rhyzopoden, Untersuchungen über einige Protozoen, über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. *Zeitschr. für wissensch. Zool.*, Vol. XXXV XXXVIII. — F. Blochmann, Zur Kenntniss der Fortpflanzung von *Euglypha alveolata*. *Morphol. Jarhb.*, Vol. XIII, 1887. — W. Schewiakoff, Ueber die karyokinetische Kerntheilung der *Euglypha alveolata*. *Ibidem.*, Vol. XIII, 1887.

Arcella vulgaris Ehr. con guscio emisferico a sculture esagonali.
Euglypha alveolata Duj. *E. globosa* Cart., con pseudopodi acuminati, consistenti e dicotomi (fig. 156 a), *Diffugia proteiformis* Ehr. con guscio ad anfora composto di particelle di sabbia.

II. ORDINE. — Rizopodi propr. d. (*Foraminifera*) (1).

Rizopodi ora nudi, ora muniti di guscio quasi sempre calcareo, traforato spesso da pori per il passaggio dei pseudopodi.

Solo in rari casi la sostanza della teca è silicea; generalmente è membranosa o contiene delle particelle di sabbia, o è costituita da deposizioni calcari riunite insieme per mezzo di sostanze organiche. Alle volte il guscio presenta una sola camera (*monotalamii*), munita ordinariamente di una grande apertura, ora ne presenta parecchie (*politalamii*) disposte le une dopo le altre secondo leggi determinate, e comunicanti tutte fra loro per fini canalicoli e fori nei sepimenti di separazione. In questa guisa le parti del corpo sarcodiche e viventi, contenute nelle diverse camere, sono in immediata continuità per mezzo di prolungamenti che traversano i canalicoli e i fori dei sepimenti. La parete del guscio calcareo è ora imperforata (*imperforati*), ora bucata da numerosi pori (*perforati*). Le proprietà delle sostanze di cui il corpo è formato coi suoi mixopodi a rete, il modo di locomozione e di nutrizione presentano essenzialmente i tratti caratteristici da noi indicati per l'insieme dei rizopodi.

Per lo più vi sono numerosi nuclei prodottisi per divisione da un nucleo primitivo semplice, i quali sembrano passare dalle camere più antiche alle più recenti, talora però v'è anche un nucleo solo. La struttura del plasma, in cui non v'è una divisione in ectoplasma e endoplasma, è a fina rete o meglio ancora alveolata, qua e colà fibrillare. Possono anche trovarsi dentro delle alghe, delle zooxantelle, ecc. (*Globigerina*, *Peneroplis*). Vi sono dei vacuoli pulsanti che lentamente cambiano la loro forma e si fondono tra di loro.

Si osservò la riproduzione nella *Miliola* e nella *Rotalia*. La prima produce a spese del suo corpo protoplasmatico dei piccoli ad una sola camera, la seconda dei piccoli a tre camere. È probabile che il fenomeno della riproduzione sia preceduto dalla moltiplicazione del nucleo, e che il corpo della madre si divida in tanti frammenti quanti sono i nuclei così formati, e che diventano ciascuno un giovane foraminifero a una sola camera.

Malgrado le loro piccole dimensioni, i gusci di questi organismi

(1) Oltre d'Orbigny, Max Schultze, l. c., vedi W. C. Williamson, *On the recent Foraminifera of Great Britain*. London, 1858. — Carpenter, *Introduction to the Study of the Foraminifera*, London, 1862. — Reuss, *Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen*. Wien, 1861, O. Bütschli, *Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger marinen Rhizopoden*. *Morphol. Jahrb.*, Vol. XI, 1885.

così semplici hanno una grande importanza, essendo accumulati in numero incalcolabile sul fondo dei mari (Max Schultze calcolava che un'oncia della sabbia del Molo di Gaeta ne contiene circa un milione e mezzo!), e si trovano allo stato fossile in molti terreni, principalmente nella creta e negli strati terziari, dove hanno molto contribuito alla formazione delle rocce. Nuclei silicei formati da politalami esistono già nel siluriano. Le forme più notevoli che si distinguono per la loro gran mole sono le *nummuliti* (fig. 157), che hanno dato il loro nome a dei potenti strati di creta (Pirenei). Un calcare grossolano del bacino di Parigi, che fornisce un'eccellente pietra da costruzione, racchiude la *Triloculina trigonula* (calcare a milioliti).

Per la maggior parte, i foraminiferi sono marini e si muovono strisciando sul fondo del mare. Vi si trovano anche, vaganti alla superficie, delle globigerine o delle orbuline. Il fondo del mare è pure coperto, nelle grandi profondità, da una ricchissima fauna di rizopodi, che appartengono principalmente alla famiglia delle globigerine. L'accumulazione dei loro gusci dà luogo anche oggi a continue formazioni sedimentari.

1. Sottordine. — *Imperforati*.

Con guscio membranoso o calcare, trapassato da fini pori; oppure con una apertura semplice o a crivello, da cui escono gli pseudopodi.

A questo gruppo appartiene la famiglia delle *Gromie* con guscio membranoso, chitinizzato: *Gromia oviformis* Duj. e le *Miliole* con guscio a porcellana. *Cornuspira planorbis* M. Sch., *Miliola cyclostoma* M. S., *M. tenera* M. Sch. (figura 155).

2. Sottordine. — *Perforati*.

Il guscio, per lo più calcare, possiede, oltre a una grand'apertura, anche numerosi pori, per lo più sottili, e ha spesso dei complicati canali nelle pareti delle camere.

Fam. *Lagenidae*. Gusci a fiasco, con un'apertura circondata da un gran margine dentellato: *Lagena vulgaris* Williamson.

Fam. *Globigerinidae*. Il guscio ialino, trapassato da grandi pori, ha una semplice apertura a fessura: *Orbulina universa* D'Orb., *Acervulina* M. Sch. (fig. 158), *Globigerina bulloides* D'Orb., *Rotalia* D'Orb. (fig. 154), *Textularia* D'Orb.

Le Nummuliti sono le più grandi forme, con guscio solido e scheletro interno, trapassato da complicati canali: *Polystomella* Lam. *Nummulina* D'Orb.

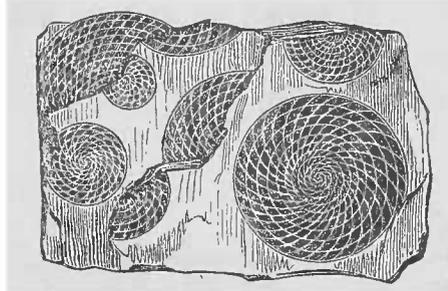


Fig. 157. — Calcare a nummuliti con sezioni di *Nummulites distans* (da Zittel).

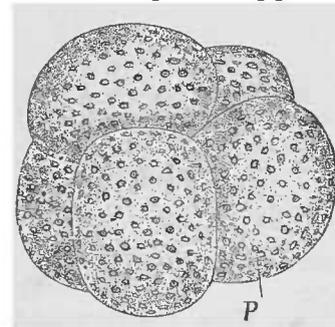


Fig. 158. — Scheletro dell'*Acervulina globosa*, da M. Schultze p. Pori.

III. ORDINE. — Eliozoi (*Heliozoa*) (1).

Rizopodi d'acqua dolce, ordinariamente muniti di vacuoli pulsanti, di fini pseudopodi (Axopodii), di uno o più nuclei e talora di uno scheletro siliceo raggiante.

Il corpo sarcodico, generalmente diviso in endosarco ed ectosarco,

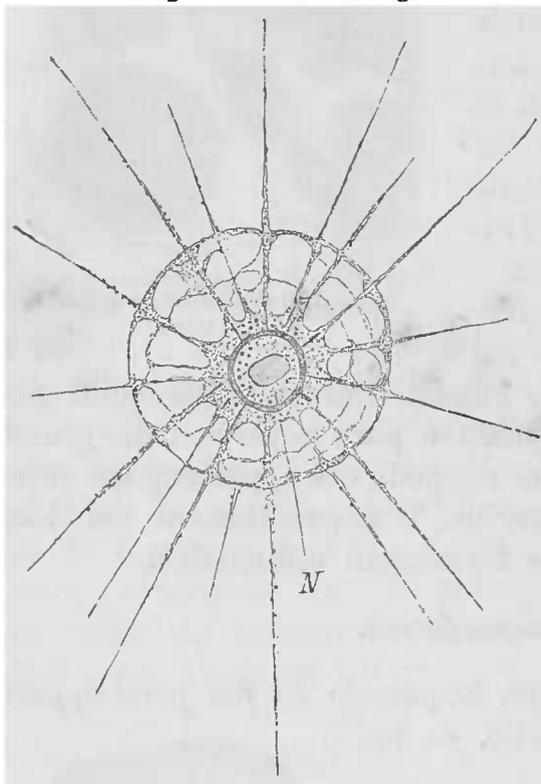


Fig. 159. — Giovane *Actinosphaerium* ancora uninucleato. N Nucleo (da Fr. E. Schultze).

emette pseudopodi vischiosi raggianti in ogni direzione. Essi sono sostenuti da un filo assiale solido, che va fino al centro del corpo sarcodico, e sono più o meno rigidi, nè si uniscono a rete (*Axopodii*). Le formazioni scheletriche, quando esistono, sono costituite di punte silicee a disposizione raggiata (*Acanthocystis*), o di sfere silicee reticolate (*Clathrulina*) e si avvicinano tanto alle formazioni scheletriche dei radiolari, che si sono considerati gli eliozoi come *radiolarî d'acqua dolce*. Tuttavia manca la capsula centrale. Nella massa centrale possono esistere uno o più nuclei (fig. 159). Un carattere distintivo importante consiste nella presenza di vacuoli pulsanti che non si trovano in alcun rizopodo marino.

La riproduzione ha spesso luogo per divisione talora previa fusione di due o più individui, o con incistamento. Si osservò anche la moltiplicazione per zoospore (*Clathrulina*).

Fam. *Actinophryidae*. Mancano formazioni silicee. *Actinosphaerium Eichhornii* Ehrbg. La sostanza centrale racchiude molti nuclei. *Actinophrys sol*, Ehrbg., di piccole dimensioni con un nucleo centrale.

Fam. *Acanthocystidae*. Spine silicee e aghi. *Acanthocystis spinifera* Greeff.

Fam. *Clathruliniidae*. Guscio siliceo reticolato. Corpo pedunculato. *Clathrulina elegans*, Cienk.

(1) L. Cienkowski, Ueber *Clathrulina*. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Vol. III, 1867. — R. Greeff, Ueber Radiolarien und radiolarienähnliche Rhizopoden des süßsen Wassers. *Ibid.*, Vol. V e IX. — R. Hertwig e Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahenstehende Organismen. *Ibid.* Suppl., Vol. X, 1874. Inoltre Archer e Fr. E. Schultze, ecc.

IV. ORDINE. — Radiolari (*Radiolaria*) (1).

Rizopodi marini a capsula centrale e a scheletro siliceo raggiato, senza vacuoli pulsanti.

La massa sarcodica contiene una capsula membranosa (*capsula centrale*) traforata, nella quale si trova un protoplasma vischioso, finamente granuloso (*sarcode intracapsulare*), che tiene in sospensione delle vescicole, delle goccioline di grasso e d'olio, delle sferette albu-

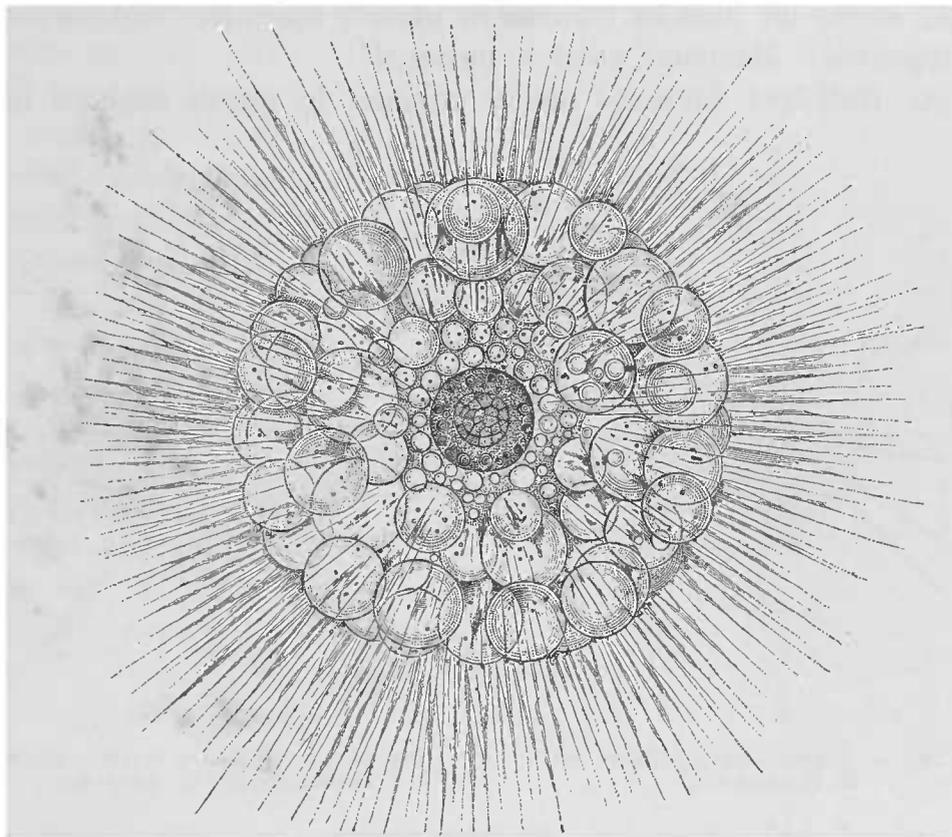


Fig. 160. — *Thalassicolla pelagica* con capsula centrale, una capsula interna e numerosi alveoli nel protoplasma extracapsulare (da E. Haeckel).

minoidi, più raramente dei cristalli e delle concrezioni, e talora anche una seconda capsula interna a sottile parete. Questa ha il valore morfologico di un nucleo, che può essere però rappresentato anche da molti piccoli nuclei omogenei. Nel sarcodica che circonda la capsula, che emette da ogni parte dei pseudopodi semplici o ramificati o anastomizzanti, e in cui si osservano delle correnti di granulazioni, si ve-

(1) Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren. *Abhandl. der Berl. Akad.* 1858. — E. Haeckel, *Die Radiolarien. Eine Monographie.* Berlin, 1862. — O. Bütschli Beitrag zur Kenntniss der Radiolarienskelete, insbesondere der Cyrtida. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XXXVI, 1881. — E. Haeckel, Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger. London, 1887. — R. Hertwig, *Der Organismus der Radiolarien.* Iena, 1879. — K. Brandt, *Die Kolonie bildenden Radiolarien des Golfes von Neapel,* Berlin, 1885.

dono ordinariamente delle numerose cellule gialle (cellule d'alghie, simbiosi), talora degli ammassi di pigmento e, in qualche caso, delle vescicole sottili, trasparenti o *alveolate*, le quali, in generale, sono situate nella zona periferica tra i pseudopodi (*Thalassicolla pelagica* (fig. 160).

Il sarcode intracapsulare e il sarcode extracapsulare, che non è che una parte del primo, comunicano fra loro attraverso gli orifici della parete della capsula centrale. Ora tutta la superficie periferica di questa è forata da piccolissimi pori numerosissimi (*Peripylaria*), ora i pori sono limitati a una regione determinata (*Monopylaria*), ora finalmente, esiste un piccolo numero di grandi aperture, ordinariamente tre (*Tripylaria*). Mancano vacuoli pulsanti.

Molti radiolari formano delle colonie. In questi casi gli alveoli

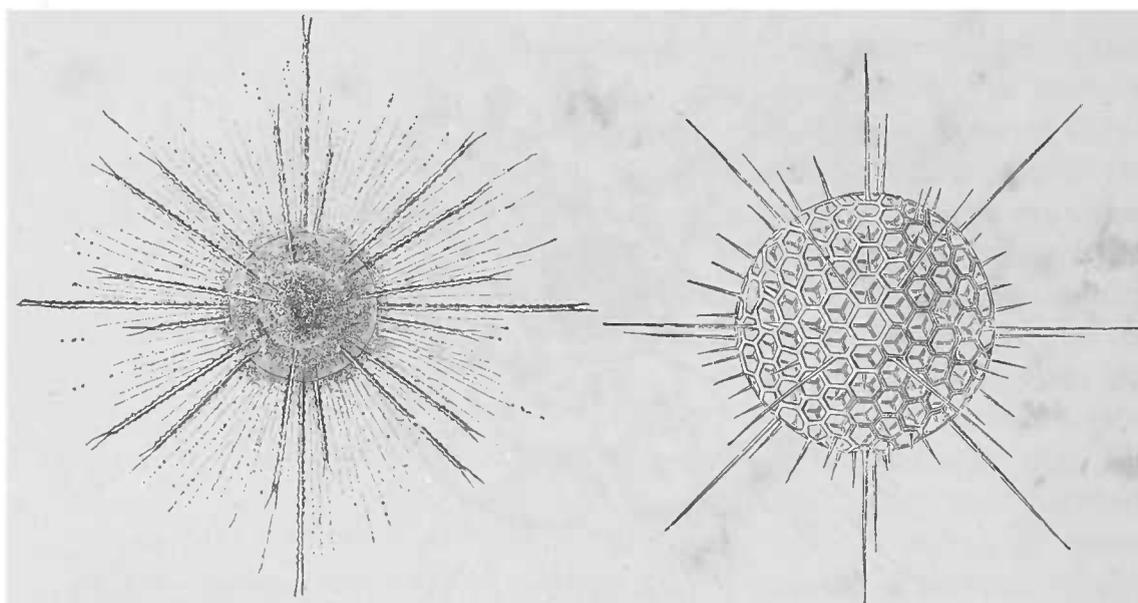


Fig. 161. — *Acanthometra Mülleri* (da E. Haeckel).

Fig. 162. — Scheletro di *Heliosphaera echinoides* (da E. Haeckel).

sono numerosissimi nel sarcode, che non contiene più una capsula unica come nei radiolari isolati, ma che ne contiene parecchie (*nidi*). Solamente poche specie restano nude; la maggior parte, al contrario, hanno uno scheletro composto di aghi silicei pieni o vuoti, o di una materia organica, l'acantina (*Acanthometridae*), che ora è situata fuori della capsula centrale (*Ectolithia*), ora penetra fino nell'interno (*Entolithia*). (fig. 161). Nel caso più semplice lo scheletro è formato da piccoli aghi silicei (spicule) isolati, semplici o dentellati, che costituiscono talora alla periferia una rete spugnosa, per esempio nei *Physematium*: in altri casi esistono delle spine silicee cave, più forti, disposte a raggi, a partire dal centro, in modo regolare e in numero determinato; può aggiungersi anche uno scheletro periferico di spicule. Infine si trovano anche delle reti semplici o complicate, e dei gusci forati le cui forme sono svariatissime (elmi, gabbie, gusci, ecc.), sulla cui periferia possono esservi spicule, punte ed anche dei gusci concentrici della

stessa forma, per esempio nelle *Polycystinae* (fig. 162 e 163). Si sa poco fin qui della riproduzione di questi animali. Oltre alla divisione (*Polyctytaria*), si è osservata la formazione di germi a spese del contenuto della capsula centrale, i quali, dopo la rottura di quest'ultima, diventano liberi sotto forma di zoospore. I radiolari sono animali marini; nuotano alla superficie del mare, ma possono anche scendere negli strati profondi.

Ehrenberg ha fatto conoscere un gran numero di gusci fossili di radiolari, per esempio nelle marne cretacee di qualche punto delle coste del Mediterraneo (Caltanissetta in Sicilia, Zante ed Egina in Grecia), e soprattutto nelle rocce delle Barbade e di Nicobar, dove costituiscono formazioni potenti. Molti avanzi di radiolari si trovano anche nei campioni di sabbie marine provenienti dalle grandi profondità.

La classificazione seguente non può essere considerata che come provvisoria

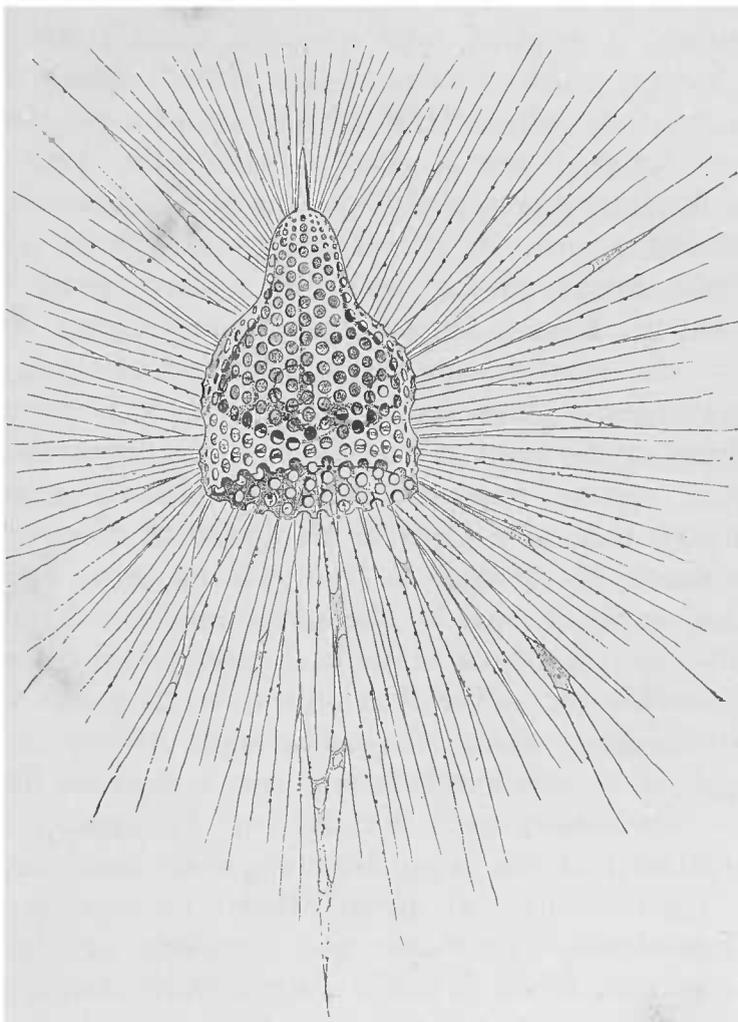


Fig. 163. — *Eucyrtidium cranoides* (da E. Haeckel).

I. *Radiolari monozoi.*
Radiolari che restano isolati.

1. Fam. *Thalassicollae.*
Lo scheletro manca o si compone di alcune spine sparse. *Thalassicolla* (senza scheletro) *nucleata* Huxl. *Th. pelagica* E. Haeck. (fig. 160), *Physematium Mülleri* Schn. *Aulacantha scolymantha* E. Haeck.

2. Fam. *Polycystinae.* Lo scheletro si compone di un guscio reticolato semplice o diviso da strozzamenti, che presenta un asse longitudinale, i cui due poli sono diversamente conformati. *Heliosphaera*, *Eucyrtidium galea* E. Haeck., *E. cranoides* E. Haeck (fig. 163).

3. Fam. *Acanthometrae.* Lo scheletro si compone di spine di acantina raggiate, disposte secondo un ordine determinato, le quali forano la capsula centrale e si riuniscono nel suo interno. *Acanthometra pellucida* J. Müll., *A. Mülleri* E. Haeck. (fig. 161).

II. *Policittari.* Radiolari composti, con più capsule centrali (nidi). Negli sferozoi, lo scheletro manca, od è formato solo da qualche spicola isolata. *Collozoum inerme* E. Haeck. *Sphaerozoum punctatum* J. Müll. Nelle collosfere lo scheletro è formato da sfere reticolate semplici, che racchiudono ciascuna una capsula centrale. *Collosphaera Huxleyi* J. Müll.

II. CLASSE — Infusori (*Infusoria*) (1).

Protozoi di forma definita, muniti di flagelli o coperti di ciglia, con apertura boccale, un vacuolo pulsante e uno o più nuclei.

Gli infusorì furono scoperti in un vaso contenente acqua stagnante, verso la fine del XVII secolo, da Leeuwenhoek, che usava le lenti d'ingrandimento nello studio degli organismi inferiori. Il nome fu loro dato più tardi, nel secolo seguente, da Ledermüller e Wrisberg, e designava, in origine, tutti i piccoli animali che vivevano nelle acque stagnanti o nelle infusioni, e che non si vedono a occhio nudo. Più tardi, il naturalista danese O. Fr. Müller fece progredire le cognizioni intorno agli infusorì con le osservazioni sulla loro conjugazione, sulla loro moltiplicazione per divisione o per gemmazione e coi suoi tentativi di classificazione. O. Fr. Müller, veramente, comprendeva negli infusorì delle forme che ad essi non appartengono. poichè vi faceva entrare tutti gli animali microscopici senza organi di locomozione articolati.

Le ricerche accurate di Ehrenberg inaugurarono una nuova èra per questa parte della zoologia. La sua opera fondamentale « *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen* » rivelò la complessità appena supposta di questi piccoli organismi, di cui descrisse e figurò con cura tutte le particolarità di struttura. Anche oggi un gran numero dei disegni di Ehrenberg sono veri modelli che non furono mai superati; ma la classificazione delle diverse parti che compongono il corpo di questi animali fu profondamente modificata per le ulteriori ricerche dei naturalisti che si occuparono di questo gruppo. Ehrenberg dava anche alla classe degli infusorì un'estensione troppo grande, poichè vi comprendeva non solo i vegetali inferiori come le *diatomee*, le *desmidiæ*, sotto il nome di *Polygastrica anentera*, ma anche i *rotiferi*, la cui organizzazione è di molto superiore. Prendendo a base l'organizzazione di questi ultimi, fu condotto, dall'idea preconcepita di dimostrare dappertutto una completa struttura simile, a delle infelici analogie, fonti di molti errori. Attribuiva agli infusorì una bocca e un ano, un tubo digerente, dei testicoli e degli ovari, dei reni, degli organi dei sensi e un apparecchio vascolare, senza poter fornire delle prove sufficienti sulla natura di questi organi. Ben presto si operò un

(1) Ehrenberg, *Die Infusions thierchen als vollkommene Organismen*, 1838. — Balbiani, *Études sur la reproduction des Protozoaires. Journal de Phys.*, Vol. III. — *Id.*, *Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Ibid.*, Vol. IV. — Claparède e Lachmann, *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes*, 2 vol. Genève, 1858-1861. — E. Haeckel, *Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Zeitschr.*, vol. VII, 1873. — O. Bütschli, *Studien ueber die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt*, 1876. — Fr. Stein, *Der Organismus der Infusionsthierchen*, 3 parti Leipzig, 1859-1883. — W. Schewiakoff, *Beiträge zur Kenntniss der holotrichen Ciliaten. Bibliotheca zoologica. Fasc. 5*, 1889.

cambiamento nel modo di considerare la struttura degli infusorî. Dujardin, Siebold, Kölliker, li considerarono come animali unicellulari. Gli estesi lavori di Stein, di Claparède e Lachmann, di Balbiani, dimostrarono la presenza di molti differenziamenti, ma che si possono tutti ridurre ai differenziamenti del corpo d'una cellula. Finalmente Bütschli dimostr  che il loro sviluppo   identico a quello di una cellula.

L'involucro del corpo   formato per lo pi  da una tenue membrana trasparente con appendici vibratili e mobili di diverso genere disposti in modo singolarissimo. Negli infusorî pi  piccoli, i *flagellati*, non esistono che uno o due flagelli vibratili; nei *ciliati*, in cui il differenziamento ha raggiunto ulteriore sviluppo, si osservano ciglia numerose. Secondo lo spessore dell'involucro esterno, che talora non costituisce una membrana isolabile, e secondo la struttura del parenchima periferico, si distinguono delle forme *metaboliche*, delle forme *stabili* e delle forme *corazzate*. In alcuni casi la superficie esterna del corpo secerne una formazione cuticolare che funziona come guscio.

La classe degli infusorî, comprendendovi i flagellati, che hanno un'organizzazione semplicissima, muniti di flagelli e offerenti numerosi rapporti colle alghe e coi funghi, si divide in due grandi gruppi, quello dei *flagellati* e quello dei *ciliati*.

I. SOTTOCLASSE. Flagellati (*flagellata*) (1).

Piccoli infusor  con uno o pi  flagelli posti per lo pi  intorno alla bocca, con semplice nucleo.

I flagellati sono infusor , i cui organi di locomozione sembrano formati da uno o pi  cigli in forma di flagello. Passano per lo pi  per uno stato di quiete e si avvicinano per il loro sviluppo e per il loro modo di nutrirsi a certi funghi ed alghe.

Ci  che fa considerare i flagellati come protozoi   la completa contrattilit  del loro corpo, nella quale certamente non superano le zoospore dei mixomiceti, inoltre la contrattilit  dei flagelli, il movimento in apparenza determinato e volontario, la presenza di vacuoli contrattili, e, come si constata in numerosi casi, la introduzione nell'interno del corpo di elementi materiali attraverso ad una apertura posta alla base del flagello. Peraltro anche questo fenomeno non pu  per nulla essere un criterio di animalit .

I flagellati si possono suddividere in: *Eufflagellata*, *Choanoflagellata*, *Dinoflagellata*, e *Cystoflagellata*.

(1) Oltre Ehrenberg, Claparède e Lachmann l. c., vedi Stein, Organismus der Infusionsthiere, vol. III. 1878—1883. Bütschli, Beitr ge zur Kenntniss der Flagellaten. *Zeitsch. für wiss. Zool.*, vol. XXX. — Dallinger e Drysdale, Researches on the life history of the Monads. *Monthly microsc. Journ.*, vol. X—XIII. Savigle Kent, A Manual of Infusoria. London, 1880-1882.

ORDINE. — *Euflagellata*. Fra questi si distinguono:

1.° Le *monadine*, che sono per la maggior parte infusori della putrefazione più o meno ameboidi, e che difficilmente vengono distinti dalle monadi, spesso considerate come funghi. Si riproducono per divisione trasversale, poi per germi in istato di incistamento, a cui sembra precedere, per alcune forme, una coniugazione. Molti hanno uno stadio di formazione di pseudopodi (*Cytiophrys infusionum* Cnk., *Mastigamoeba aspera* Sch.). I generi più noti sono la *Cercomonas* Duj e la *Trichomonas* Donné, di cui il primo è caratterizzato dalla presenza di un filamento caudale, mentre la *Trichomonas* ha, oltre al flagello, spesso doppio, una cresta ondulante (fig. 164 e 165). Essi vivono principalmente nell'intestino di vertebrati, ma

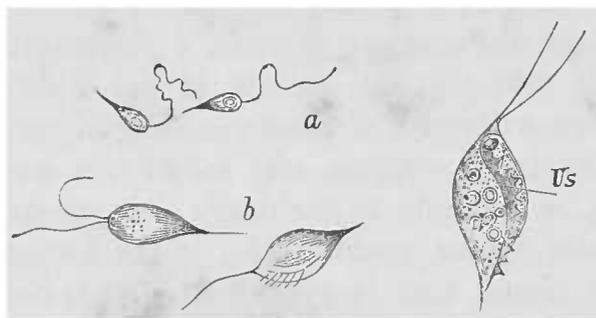


Fig. 164. — a *Cercomonas intestinalis*, b *Trichomonas vaginalis* (da R. Leuckart).

Fig. 165. — *Trichomonas batrachorum* (da Stein).
Us Cresta ondulante.

anche di invertebrati. Negli uomini si trovarono: la *Cercomonas intestinalis* Lambl, e la *Trichomonas vaginalis* Donné.

Le *monadi* (1) propriamente dette, che non si devono dividere nettamente dalle *monadine*, sono semplici cellule senza clorofilla, le cui zoospore passano per lo più per lo stadio ameboide, e dopo avere introdotto degli alimenti, entrano in un periodo di riposo caratterizzato dalla formazione di una membrana cellulare resistente. Molte di esse (*Monas*, *Pseudospora*, *Colpodella*) sono zoospore ciliate che hanno tutto l'aspetto delle zoospore dei mixomiceti e che, ad eccezione della *Colpodella*, si trasformano in amebe striscianti, con pseudopodi acuminati. Si potrebbero anche considerare quali piccoli plasmodi, poichè nella *Monas amyli* parecchie zoospore si fondono per formare un'ameba. Esse si arrotondano quindi, nella *Colpodella*, senza passare prima per la fase ameboide, mentre si circondano di una membrana e si dividono per segmentazione del protoplasma, nell'interno della cisti così formata, in un gran numero di segmenti che sfuggono tosto e sotto forma di zoospore ripetono la stessa serie di fenomeni evolutivi, *Colpodella pugnax* sulle *Clamydomonas*, *Pseudospora volvocis*.

Altre monadi, le tetraplastidi (*Vampyrella*, *Nuclearia*), non passano mai per la fase di zoospore. Durante lo stadio di incistamento il protoplasma produce, per una divisione in due o in quattro, un ugual numero di amebe somiglianti a degli *Actinophrys*, i quali ora, come la *Colpodella*, tolgono il nutrimento alle cellule delle Alghe (spirogire

(1) L. Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. *Archiv für mikrosk. Anat.* vol. 1.°, 1865. — *Id.*, Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten., *Ibidem* vol. VI, 1870.

edogonii, diatomee, ecc.), ora inglobano dei corpi stranieri. Per il loro modo di movimento e di nutrizione le monadi si collegano coi rizopodi e con delle forme di funghi inferiori, come i *Chytridium*; per l'insieme del loro sviluppo offrono le più grandi analogie coi funghi e le alghe unicellulari, in parte anche con alcuni infusori, come gli *Amphileptus*. La *Spumella vulgaris* di Cienkowski, che possiede un filamento e che assorbe degli alimenti solidi (per mezzo di un vacuolo), offre un modo di sviluppo e di incistamento un po' diverso; così dicasi della *Chromulina nebulosa* Cnk. e della *C. ochracea* Ehrbg. *Oikomonas termo* Ehrbg. (fig. 166).

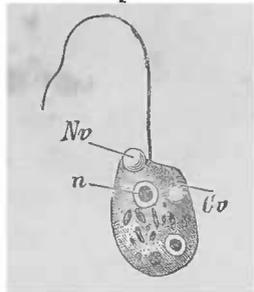


Fig. 166. — *Oikomonas termo* (da Bütschli). *n* Nucleo, *Cv* Vacuolo contrattile, *Nv* Vacuolo in cui entrano gli alimenti (vacuolo boccale).

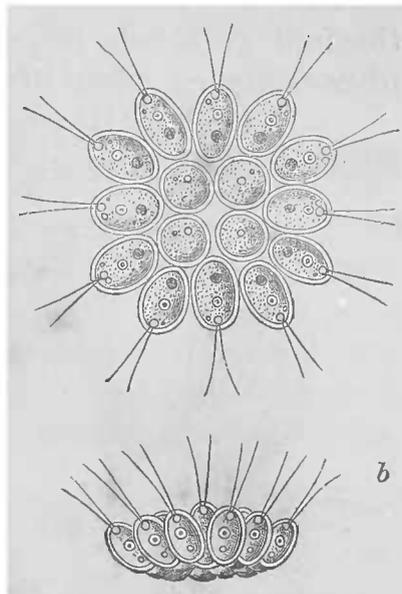


Fig. 167. — *Gonium pectorale* (da Stein). *a* Colonia vista superiormente, *b* Colonia vista di fianco.

2. I *volvocini* formano un gruppo vicino alle alghe (*protococcacee*). Sono colonie di cellule riunite in una massa gelatinosa comune, che si avvicinano alle alghe per la presenza di una capsula di cellulosa durante la fase di incistamento, per l'esalazione di ossigeno e l'abbondanza di clorofilla, come per olii vegetali rossi o bruni. Durante la fase attiva hanno facoltà di riprodursi; alcune delle loro cellule si dividono

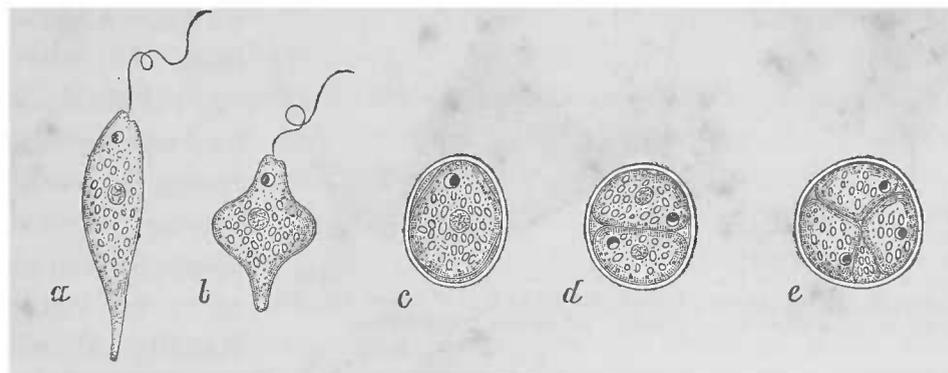


Fig. 168. — *Euglena viridis* (da Stein). *a, b* Fasi libere a diversi gradi di contrazione, *c, d, e* Fasi di incistamento e di divisione.

regolarmente e formano delle colonie figlie nell'interno della colonia madre. Si è pure constatato un modo di riproduzione sessuale (per coniugazione). Alcune delle cellule madri ingrossano e si dividono in molti microgonidi rappresentanti dei corpuscoli seminali: altre si trasformano in ovocellule, che vengono fecondate dalle prime, si circondano quindi di una membrana e cadono al fondo sotto forma di cellule stellate. Nel *Volvox* solo alcune determinate cellule si riproducono e

vi è quindi già una distinzione fra cellule somatiche e riproduttive. Fra i più noti volvocini sono da ricordarsi: *Volvox globator* (colonie sferiche di numerosissimi individui uniti da sottili fili protoplasmatici), *Gonium pectorale* (colonie piatte di sedici individui (fig. 167)), *Stephanosphaera pluvialis*.

3. Le *astisie* (1) sono flagellati unicellulari contrattili, che per i loro fenomeni vitali si pongono vicini ai volvocini, ma che assorbono anche

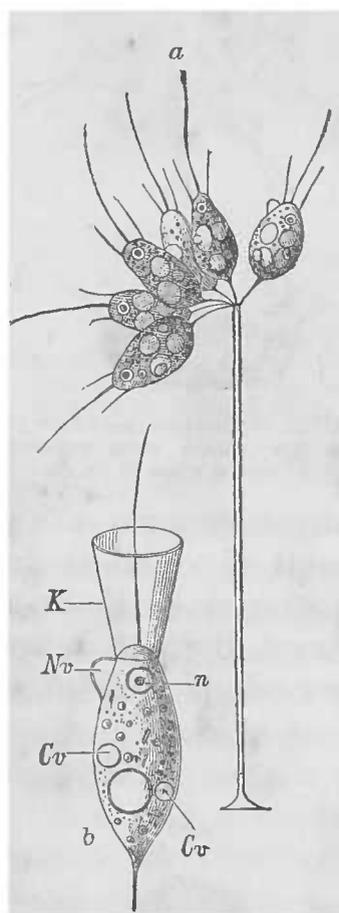


Fig. 169. — *Codosiga Botrytis* (da Bütschli) a Colonia, b Individuo isolato, K Collare, n Nucleo, Cv Vacuoli contrattili, Nv Vacuolo in cui entrano gli alimenti.

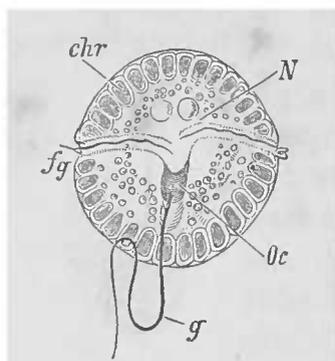


Fig. 170. — *Glenodinium cinctum* (da Bütschli). g Flagello del solco longitudinale, fg Flagello del solco trasversale, N Nucleo, Oc Stigma (Macchia oculare), chr Cromatofori.

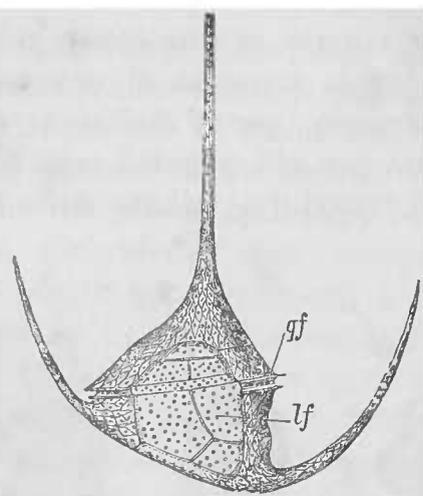


Fig. 171. — Guscio di *Ceratium tripos* (da Stein). lf Solco longitudinale, gf Solco trasversale.

alimenti solidi. Durante il periodo di riposo si riproducono anche per divisione nell'interno della capsula di cellulosi, mentre cambiano di colore. Il genere più conosciuto è l'*Euglena*; munito, secondo Stein, di una apertura boccale e di un esofago. Secernono durante il periodo di riposo una capsula e si dividono in segmenti che diventano liberi (fig. 168). *Euglena viridis*, *E. sanguinolenta*. Un altro genere, l'*Astasia* Ehrbg., ha ugualmente una bocca. *A. trichophora* Ehrbg., con estremità posteriore arrotondata, e un lunghissimo flagello all'estremità anteriore del corpo.

II. Ordine. *Choanoflagellata* (*Cylicomastiges*). Flagellati caliciformi. Con un collare protoplasmatico contrattile che circonda la base del flagello, corrispondente al collare delle cellule endodermiche delle spugne; (su questo carattere si fonda Clark per avvicinare le spugne ai flagellati). *Codosiga Botrytis* Ehrbg., riunita in colonie, munita di un nucleo (fig. 169) e di un vacuolo contrattile, *Salpingoeca Clarkii* Bütsch.,

(1) G. Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Tübingen, 1883.

con un guscio. *Phalansterium* Cnk., con un collare rudimentale e un tubo mucoso; riunito in colonia.

III. Ordine. *Dinoflagellata* (*Cilioflagellati*) (1). Si distinguono, oltre che per il flagello longitudinale, per un flagello particolare situato al fondo di un solco della corazza dermica (fig. 170 e 171). I *peridinii*, che ne fanno parte, hanno una forma bizzarra; il loro guscio porta delle specie di corna ricurve; si avvicinano alle *Euglena*, per quanto almeno si può giudicare per ciò che si conosce del loro sviluppo. La bocca è posta in fondo ad una depressione; è spesso seguita da un esofago, che le particelle alimentari attraversano per giungere di là ad un vacuolo. Oltre alle forme mobili e corazzate, ve ne sono di mancanti di guscio e di organi locomotori, ed altre che sono incistate, nell'interno delle quali pare che nasca un gran numero di piccoli. *Glenodinium cinctum* (fig. 170), *Ceratium cornutum* Ehrbg., *Peridinium tabulatum* Ehrbg.

IV Ordine, *Cystoflagellata* o *Noctilucae* (2). Sono piccoli animali marini a forma di pesca, con corpo circondato da una membrana resistente e munito di un'appendice tentacoliforme. Alla base di questo si vede un solco profondo con l'orificio boccale, una protuberanza dentiforme e un delicatissimo flagello vibratile. Il corpo molle si compone di una massa di sostanza contrattile che circonda un *nucleo* trasparente e, attraverso un liquido ialino, manda verso la periferia molti cordoni di sarcode che si anastomizzano fra loro, lasciando vedere delle correnti di granulazioni e che terminano alla faccia interna della membrana, formando fine reticolazioni. La sostanza contrattile si estende pure fino nell'appendice mobile e vi prende un aspetto striato per traverso (fig. 172). L'alimento delle noctiluche consiste in organismi animali e vegetali talora di mole abbastanza considerevole (copepodì).

La riproduzione si fa per divisione (Brightwell) con partecipazione del nucleo. Un secondo modo di generazione ha luogo per mezzo di germi interni (zoospore). L'appendice mobile si contrae o si stacca e la noctiluca diventa una sfera liscia. Scomparso il nucleo, il contenuto sarcodico si scinde in due a quattro masse mal delimitate, a cui corrisponde un numero uguale di diverticoli aliformi della membrana involgente. Su questi diverticoli si sviluppa una serie di protuberanze che sono l'abbozzo delle zoospore; esse si staccano sempre più dalla membrana, mentre il corpo della noctiluca assume la forma di disco. Questi

(1) R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. *Morph. Jahrb.*, vol. VII, 1881. Fr. Stein, Der Organismus der Infusorien, vol. III. Leipzig, 1878-1883. Bütschli, Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches, vol. I, fasc. 28-31, 1885. Einige Bemerkungen über gewisse Organisations-verhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noctiluca. *Morph. Jahrb.*, X, 1885. Fr. Schütt, Ueber die Sporenbildung mariner Peridiniën, *Bericht der deutsch. bot. Gesellschaft.*, Berlin, 1887.

(2) L. Cienkowski, Ueber *Noctiluca miliaris*. *Archiv für mikrosk. Anat.* 1871 e 1872.

piccoli bitorzoli sono dunque prodotti dal contenuto protoplasmatico del disco, che va sempre diminuendo, quanto più progredisce la formazione delle zoospore. Queste finalmente si separano interamente dalla vescicola e si mettono a nuotare liberamente; esse sono munite, in questo stato, di un nucleo e di un'appendice cilindrica. Esse si trasformano, probabilmente più tardi, dopo avere subita una serie di modificazioni, ancora sconosciute, in nottiluche. Secondo Cienkowski avrebbe anche luogo la coniugazione nelle forme normali e nelle forme incistate.

Le *noctiluche* devono il loro nome alla loro fosforescenza, proprietà che esse dividono con molti altri animali marini, come le meduse, i pirosoni, ecc., e che dipende dallo strato periferico del protoplasma.

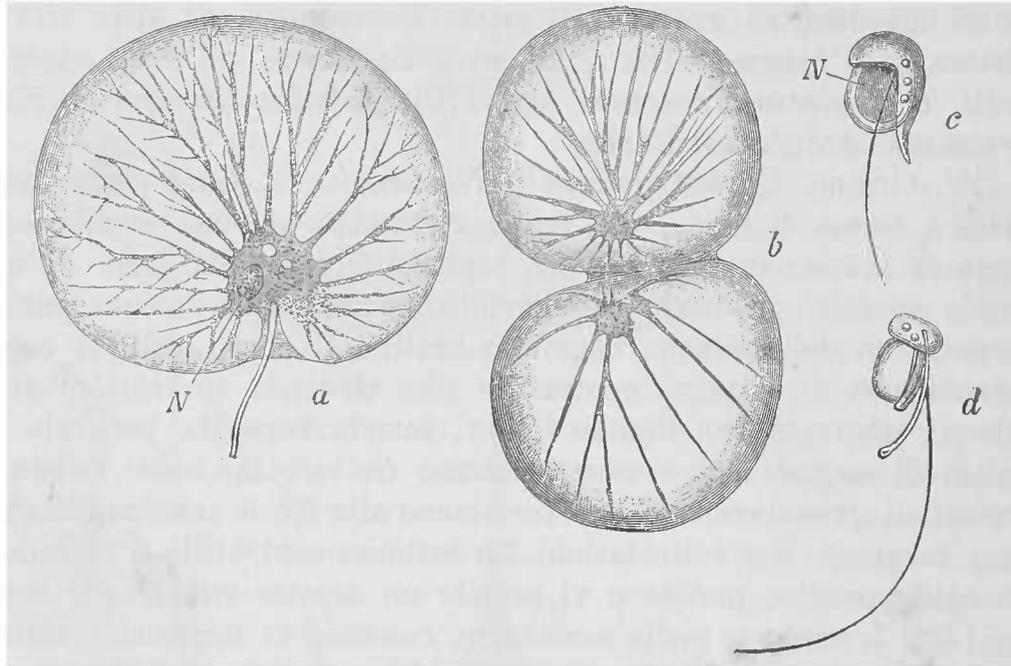


Fig. 172. — *Noctiluca miliaris* (in parte da Cienkowski). *a* Individuo isolato, *b* Due individui che si coniugano, *c* e *d* Due zoospore, *N* Nucleo.

In certe condizioni favorevoli esse stanno alla superficie in tal quantità, che il mare prende per vaste estensioni una tinta rossastra e, dopo il calare del sole, massime quando il cielo è coperto, presenta lo splendido fenomeno della fosforescenza.

La specie più diffusa nell'Oceano Atlantico e nel mare del Nord è la *Noctiluca miliaris*. Il *Leptodiscus medusoides* H. Herwt. del Mediterraneo le è vicinissimo.

II. SOTTOCLASSE. Ciliati (*Ciliata*) (1).

Infusori coperti di ciglia, con bocca e ano, a corpo sarcodico di struttura complessa (con endoplasma ed esoplasma), che racchiude un nucleo e un nucleolo.

(1) Oltre Ehrenberg, Claparède, Lachmann, Bütschli, loc. cit. vedi principalmente Stein, *Der Organismus der Infusionsthiere*, I e II Leipzig, 1859 e 1867. M. Nussbaum, *Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde*

Le appendici locomotrici più diffuse sono tenui ciglia vibratili che coprono talora l'intera superficie del corpo e le danno l'aspetto striato. In generale sono più sviluppate presso la bocca e si raggruppano in modo da formare tutt'intorno una *zona vibratile adorale*, che determina una specie di turbine e conduce i corpi stranieri nell'apertura boccale (fig. 173). Questa zona acquista uno sviluppo considerevole negli infusorî pedunculati, per esempio nelle vorticelle, che non presentano affatto un rivestimento ciliare completo. In questi organismi una o più corone ciliari relativamente marcate sono fissate sul margine di un opercolo retrattile, e al disotto, verso la bocca, si trova una serie inferiore di ciglia. Negli infusorî che non sono sedentari, si osservano spesso, oltre a queste tenui ciglia, degli stilette, degli uncini, che servono all'animale per arrampicare o per fissarsi agli oggetti esterni.

Alcuni infusori sessili, come gli *Stentor* (fig. 174) e le *Cothurnia*, secernono una specie di buccia o di guscio in cui possono ritirarsi.

Gli alimenti penetrano raramente per endosmosi attraverso i tegumenti, come per esempio nelle *Opaline* parassite (fig. 175). Le acinete che, per mancanza di bocca, non possono assorbire particelle alimentari solide, aspirano i succhi nutritivi per mezzo dei loro succhiatoi, con cui si fissano sugli organismi stranieri (fig. 176).

La maggior parte degli infusori ha un'apertura boccale, ordinariamente in vicinanza dell'estremità anteriore, e una seconda apertura, che funziona come ano, e che appare sotto forma di una fessura, su un punto determinato del corpo, durante l'espulsione dei residui della digestione.

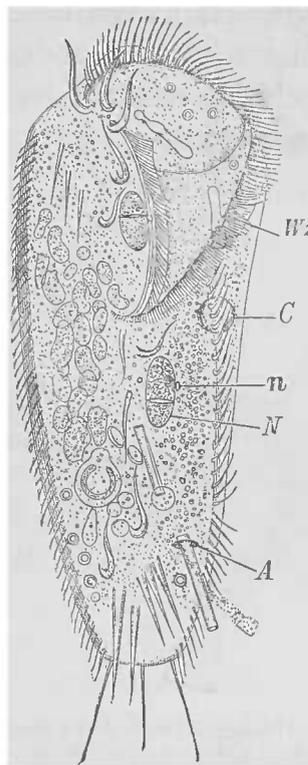


Fig. 173. — *Stylonychia mytilius* (da Stein) vista dalla faccia ventrale. Wz Zona ciliata adorale, C Vacuolo contrattile, N Nucleo, N' Nucleolo, A Ano.

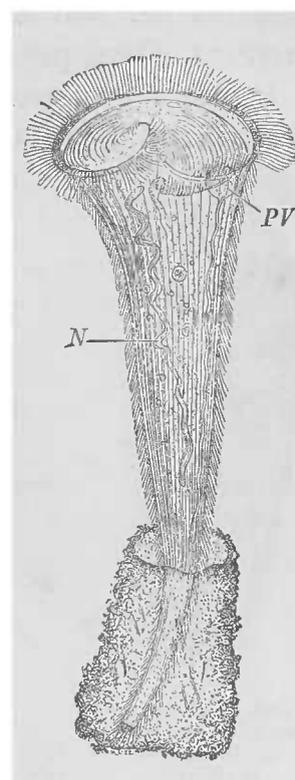


Fig. 174. — *Stentor Roeselii* Ehrbg. (da Stein). O Apertura boccale con l'esofago, PV Vacuolo pulsante, N Nucleo.

Bonn, 1884. A. Gruber, Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. 40. 1884. *Idem*, Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen. *Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg*, Vol. I, 1886. *Idem*, Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. *Ibidem*, Vol. III, 1887. E. Maupas, Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. *Arch. de zool. experim.*, 2. Serie, Vol. 1, 1883. *Idem*, Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés. *Ibidem*, Vol. VI, 1888.

Il parenchima, circondato dalla cuticola, si divide in uno strato corticale viscoso e granuloso, l'esoplasma, e in una massa interna più fluida e più chiara, l'endoplasma, in cui penetra spesso un tubo esofageo generalmente sottile, più raramente rafforzato da bacchette solide (*Chilodon*, *Nassula*. fig. 177). Le materie nutritive, ridotte in boli alimentari, penetrano attraverso il tubo esofageo nell'endoplasma; vi subiscono un lento movimento di rotazione sotto l'influenza della contrattilità del corpo, vi sono digerite, e finalmente i residui solidi vengono espulsi dall'orificio anale. Non esiste tubo digerente con pareti proprie, come non esistono i numerosi stomaci che Ehrenberg, ingannato dalla presenza dei boli alimentari, aveva descritto nei suoi *Infusoria polygastrica*. Ovunque egli credette di vedere un tubo digerente, si trattava di trabecole del parenchima interno, che lasciano fra loro delle lacune piene di un liquido trasparente.

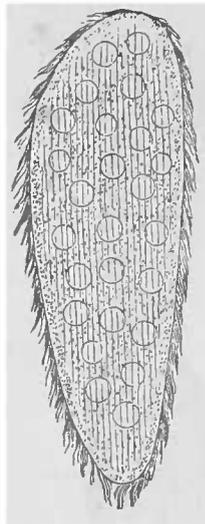


Fig. 175. — *Opa-ina ranarum* (da W. Engelmann).

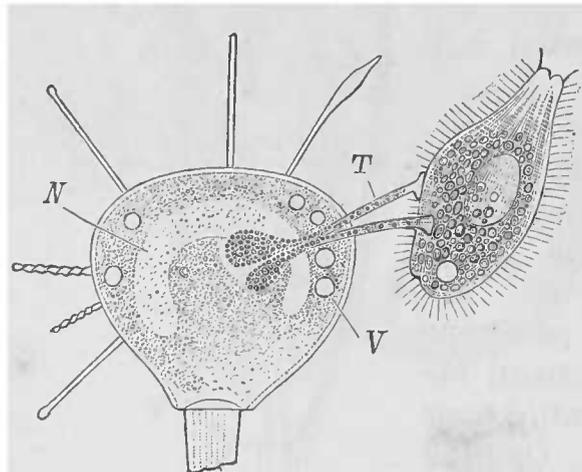


Fig. 176. — *Acineta ferrumequinum* Ehrbg. (da Lachmann) che succhia un piccolo infusorio (*Enche'ys*). T Suctoriato, V Vacuoli, N Nucleo.

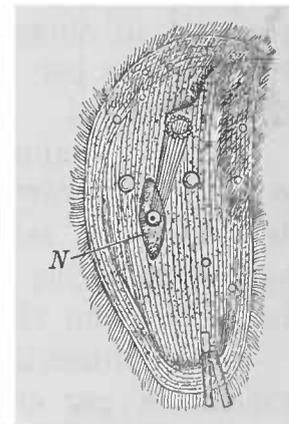


Fig. 177. — *Chilodon cucullus* (da Stein) con l'esofago in forma di nassa. N Nucleo e nucleolo. Dall'ano escono residui della digestione.

L'esoplasma, più consistente, è la porzione del corpo in cui si trovano localizzati per eccellenza il movimento e la sensibilità, e dove appaiono anche dei differenziamenti muscolari (*Stentor*, peduncolo delle vorticelle). Esso racchiude talora, ma raramente, per es. nella *Bursaria leucas*, *Nassula*, ecc. delle piccole bacchette (*tricocisti*), comparibili agli organi urticanti dei turbellari e dei celenterati. Lo strato corticale presenta anche dei vacuoli contrattili, che, sia unici, sia più o meno numerosi, sono situati in punti determinati del corpo. Sono piccoli spazi chiari, per lo più arrotondati, pieni di liquidi che si contraggono ritmicamente e spariscono, per ricomparire tosto e riprendere il loro aspetto primitivo. Spesso i vacuoli comunicano con una o più lacune canali-coliformi, che si gonfiano considerevolmente durante la contrazione. Si considerano questi differenziamenti come analoghi al sistema acquifero dei rotiferi e dei turbellari, e per conseguenza come organi di escrezione.

Questo modo di vedere è appoggiato principalmente dal fatto che il vacuolo contrattile comunica in certi casi con l'esterno per una piccola apertura, da cui certe granulazioni sono espulse all'esterno.

I *nuclei* e i *nucleoli* sono ugualmente situati nell'endoplasma. Il *nucleo*, paragonato già da lungo tempo al nucleo della cellula, è un corpo ora unico, ora multiplo, la cui forma e posizione è determinata. In certi casi è rotondo od ovale, in altri oblungo, allungato a ferro di cavallo o a striscia, o ancora diviso in più parti; contiene una sostanza viscosa, finamente granulosa, circondata d'una membrana delicata, che, secondo il modo di vedere erroneo di Balbiani e di Stein, produrrebbe delle uova o delle sfere germinative. Il nucleolo, o nucleo di sostituzione, varia pure di forma, di posizione, di numero secondo le diverse specie. È sempre molto più piccolo del nucleo e fortemente rifrangente: in generale è addossato al nucleo o in una cavità di quest'ultimo. Il nucleo e il nucleolo hanno una parte importante nella riproduzione degli infusorî.

La riproduzione degli infusorî ha luogo principalmente per divisione. Se i nuovi individui così prodotti restano uniti fra loro e con il corpo materno, ne risultano delle colonie, come nell'*Epistylis* e nel *Carchesium*. La scissione trasversale (per rispetto all'asse maggiore del corpo), come nelle *oxitrichine* e negli *stentor*, ecc., è il fenomeno più generale e ha luogo secondo leggi determinate dopo la fusione e la divisione del nucleo e dei nucleoli (fig. 178). Nella *Stylonichia*, a mo' d'esempio, nella metà posteriore del corpo la zona ciliare si forma di nuovo e si completano gli uncini e le setole anteriori e posteriori, prima che cominci la divisione (figura 179). La scissione longitudinale è meno frequente (*vorticelline* fig. 180 *a, b*), la scissione obliqua è molto più rara. Spesso la riproduzione asessuale è preceduta da un incistamento, che ha una grande importanza, poichè protegge gl'infusorî dal disseccamento e rende loro compatibile la mancanza di nutrimento.

L'animale ritrae le sue ciglia, prende una forma sferica e secerne

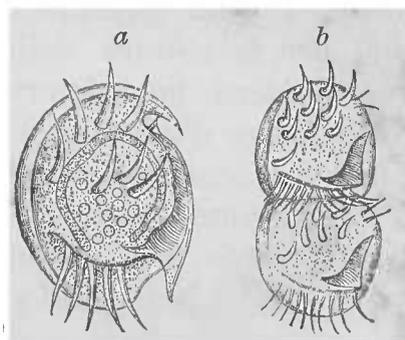


Fig. 178. — *Aspidisca lyncaster* (da Stein), *b Aspidisca polystyla* in via di divisione.

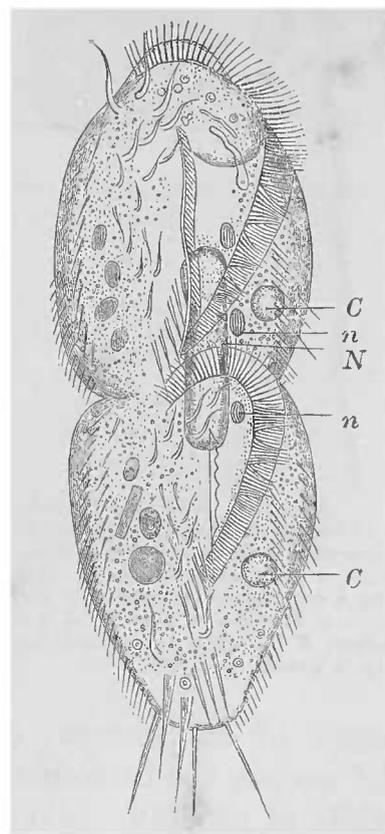


Fig. 179. — *Stylonichia mitis* (da Stein) In procinto di divisione
C Vacuoli contrattili, N Nucleo, n Nucleoli.

una cisti trasparente, che si indurisce, e nella quale resta allo stato vivente. Nell'acqua il contenuto si divide in un certo numero di segmenti, i quali formano ciascuno un nuovo individuo e diventano liberi per la rottura della cisti. Anche con la divisione artificiale si può dividere un infusorio in due o più individui, che si rigenerano sotto forma d'infusori normali (*Oxytricha*, *Stentor*), però solo in quelle parti che contengono il nucleo o una sua parte.

La *gemmazione* si osserva solo negli infusori fissi. La gemma si innalza come un cumuletto, in cui entrano i minuzzoli del nucleo e del nucleolo. Nella *Podophrya* si formano numerose gemme, che escono

poi dal corpo materno, come embrioni liberi (fig. 181).

Gli embrioni delle *Sphaerophrya* penetrano nell'interno d'altri infusori, come i *parameci* e le *stilonichie*, si nutrono a spese del nucleo ingrossato e producono per scissione dei giovani individui che si separano, e per lungo tempo furono da Stein presi per embrioni di stilonichie (fig. 182 *b* e *c*).

I fenomeni della coniugazione, già osservati da Leeuwenhoek e da O. Fr. Müller, sono diffusissimi; si collegano a certe modificazioni del nucleo e del nucleolo, che hanno condotto a considerare l'uno di questi due organi come un testicolo e l'altro come un ovario.

In realtà essi consistono sola-

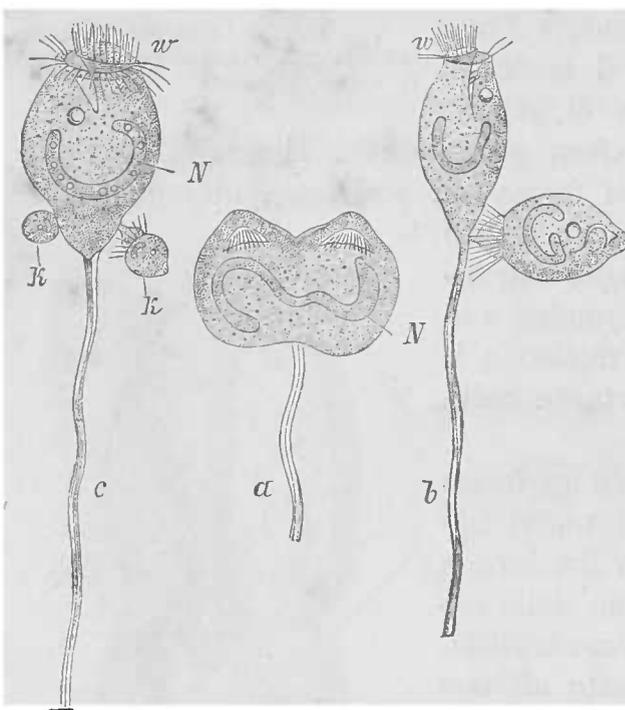


Fig. 180. — *Vorticella microstoma* (da Stein). *a* In via di divisione, *N* Nucleo. In ciascuna metà l'apparecchio boccale è di formazione nuova. — *b* La scissione è terminata, il nuovo individuo si stacca dopo che è comparsa su esso una corona posteriore di ciglia, *w* Organo vibratile. — *c* Coniugazione gemmiforme, *K* Individui in forma di bitorzoli che sono attaccati a grossi individui.

mente in un processo di rigenerazione del nucleo per mezzo di parti del nucleo, che funzionano come nucleo di sostituzione, processo confrontabile al risultato della riproduzione sessuale (fecondazione dell'uovo). Vi sono due diverse forme di unione, cioè la *copulazione* che consiste nella completa fusione di due individui, con durevole fusione dei nuclei, e la *coniugazione*, che consiste in una unione meno intima e più passeggera, con rigenerazione dei loro nuclei. La prima si osserva specialmente nelle vorticelle (o anche negli ipotrichi, *Stylonichia*) insieme alla coniugazione, ed è simile ad alcuni processi che si osservano nelle piante inferiori. La coniugazione di due individui si effettua in un modo variabilissimo; essa produce la loro fusione più o meno com-

pleta, seguita più tardi, dopo la rigenerazione dei nuclei, da una scissione ordinariamente ripetuta.

I *parameci*, gli *stentori*, gli *spirostomi* avvicinano, durante la

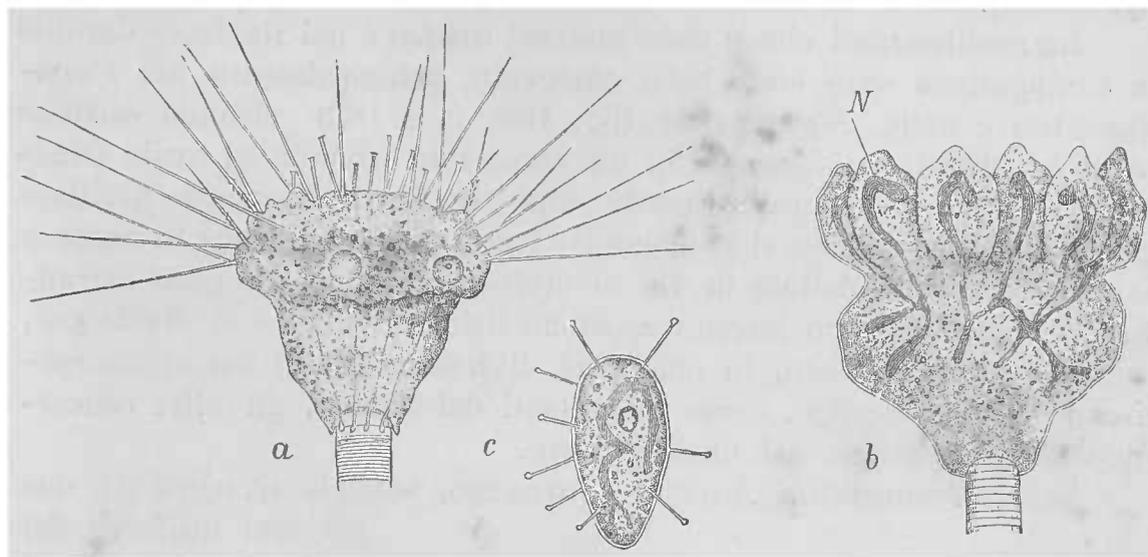


Fig. 181. — *Podophrya gemmipara* (da R. Hertwig). *a* Individuo coi filamenti prensili e i succhiatoi distesi, e due vacuoli contrattili. — *b* Lo stesso con gemme mature in cui penetrano i prolungamenti del nucleo *N*. — *c* Giovane individuo appena separatosi.

coniugazione, le loro facce ventrali, altri infusori a corpo piatto, come le *oxitrine*, i *chilodonti*, hanno una copulazione laterale (fig. 182, *a*),

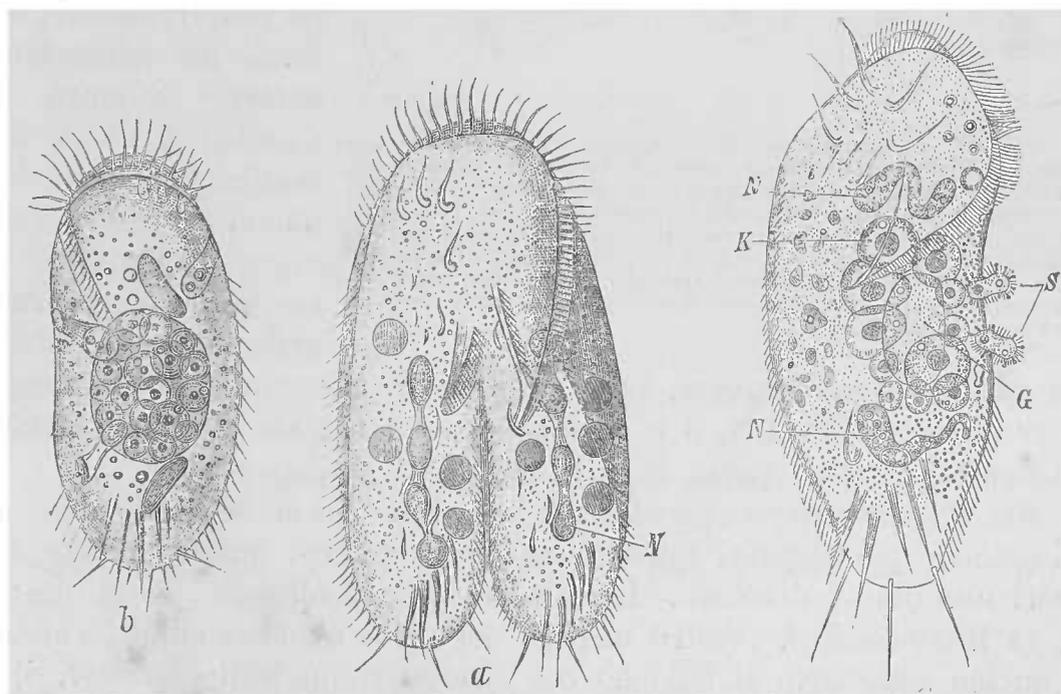


Fig. 182. — *a* *Stylonychia mytilus* in coniugazione; il nucleo (*N*) è in via di divisione (il preteso uovo di Balbiani); i nucleoli si dividono in quattro masse — *b* *Stylonychia* piena di *Sphaerophrya* parassite (da Balbiani) — *c* *Stylonychia mytilus* con delle *Sphaerophrya* (*S*) divenute libere. *K*, Germi di quest' ultime non sviluppati, *N* Nucleo della *Stylonychia*, *G* Orificio da cui escono le *Sphaerophrya*.

mentre le *Enchelys*, *Halteria*, *Coleps* si avvicinano per la loro estremità anteriore; la coniugazione è dunque terminale e somiglia ad una

scissione, trasversale. Le *vorticelline*, le *tricodine*, ecc., presentano anche una coniugazione laterale, talora tra individui di mole diseguale, il che dà l'apparenza d'una gemmazione (coniugazione gemmiforme, fig. 180 c).

Le modificazioni che si osservano nel *nucleo* e nel *nucleolo* durante la coniugazione sono state bene osservate, principalmente nel *Paramecium* e nella *Stylonychia* (fig. 182, a e 183). Quando esistono parecchi nuclei, si riuniscono in un corpo solo rotondo od ovale (Balbiani), la cui sostanza presenta una struttura finamente fibrillare prima che la divisione si compia (Bütschli), proprio come la sostanza dei veri nuclei di cellule in via di divisione. Il nucleolo pure ingrandisce, mentre nel suo interno appaiono delicate strie, e si divide poi, con una o più scissioni, in una serie di frammenti, di cui alcuni spariscono o sono espulsi, come i segmenti del nucleo, gli altri concorrono alla formazione del nucleo nuovo.

Nel *Paramecium Aurelia* si trovano, secondo Gruber (1), due

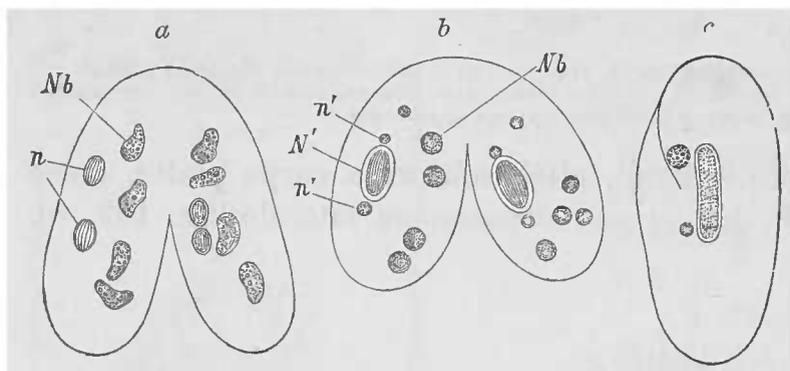


Fig. 183. — Diversi stadi di coniugazione delle *Stylonychia mytilus* a debole ingrandimento (trattata con acido acetico) (da Bütschli). a Stadio di coniugazione con due capsule nucleolari per ciascun individuo. Nb Quattro frammenti nucleari in ciascun individuo. — b Stadio di coniugazione con quattro capsule nucleolari per ciascun individuo, di cui N' diventerà il nuovo nucleo e n' i nuovi nucleoli. Nb Quattro frammenti dell'antico nucleo. — c *Stylonychia*, sei giorni dopo che la coniugazione è finita, con un nucleo e due nucleoli.

porzioni fusiformi dei nucleoli nei punti di contatto degli individui coniugati, con reciproco scambio di sostanza nucleare (figura 184,4); mentre, secondo gli antecedenti autori, avveniva lo scambio di nuclei accessori. Più tardi i due nuclei accessori si dividono di nuovo e sembrano come raggrinzati, senza stria-

ture, quali corpi omogenei. In seguito si trasformano in fusi nucleari che si dividono (fig. 184, 6 e 7). I processi di rigenerazione del nucleo si compiono in gran parte dopo la fine della coniugazione.

Nel *Paramecium Aurelia* gli individui che si separano dopo la coniugazione posseggono, oltre il nucleo primitivo, quattro nuclei accessori che poi si dividono. L'antico nucleo si allunga in un nastro che va frazionandosi, mentre quattro dei globi nucleari ialini formatisi dal nucleo accessorio si fondono coi successivi nucleoli (fig. 184, 8) e

(1) A. Gruber. Der Conjugationsprocess bei *Paramecium*. *Berichte der naturforsch. Gesellschaft in Freiburg*, II. 1886. L. H. Plate, Ueber einige an den Kiemenblättern von *Gammarus pulex* lebende Ectoparasiten. *Zeitschr. für wissenschaft. Zool.* Vol. 43, id. Protozoenstudien, Jena 1888.

i quattro altri diventano nuclei maggiori e si uniscono ai nuovi nuclei (fig. 184, 9) (1).

Alla coniugazione segue un periodo di progressive divisioni, e, come dimostrarono le estese ed accurate ricerche di Maupas, v'è una

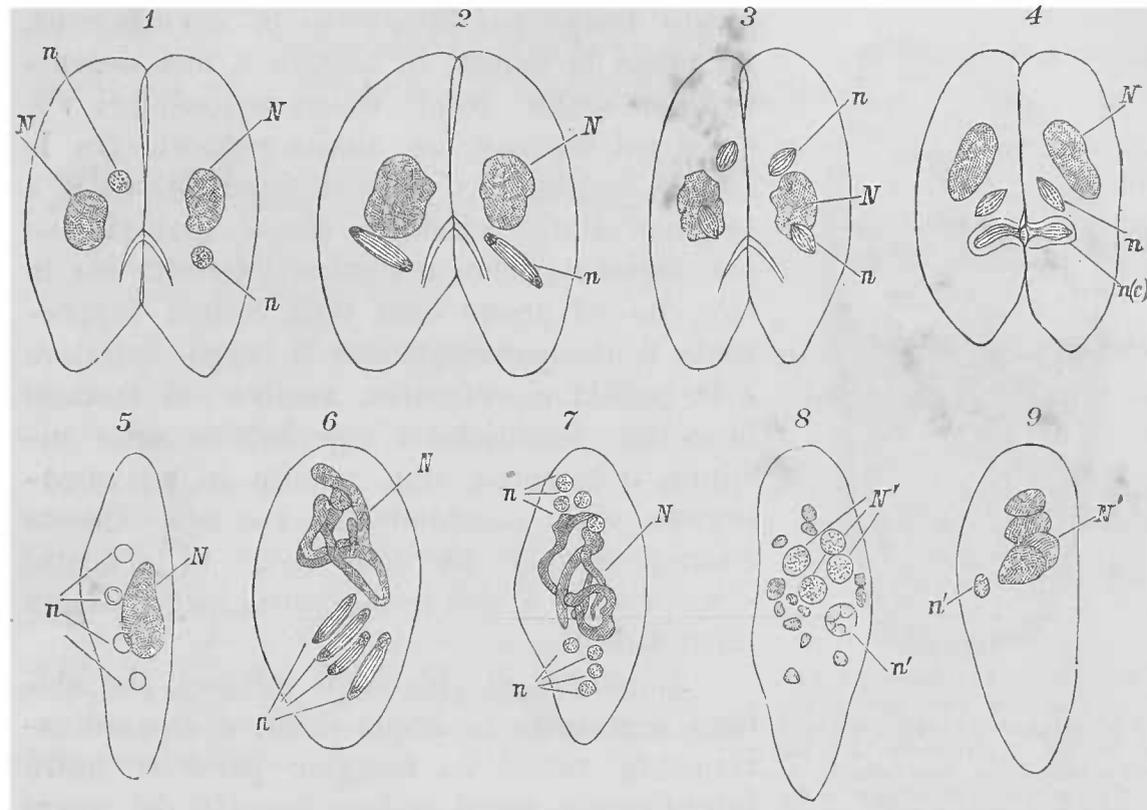


Fig. 184. — Processo di coniugazione del *Paramecium Aurelia* (da A. Gruber). 1. Primo stadio di esso. 2. Stadio successivo; i nuclei di sostituzione si foggiano a fusi nucleari. 3. I fusi si sono divisi ciascuno in due nuclei. 4. Due di essi vengono a contatto e si fondono con la sostanza nucleare. 5. Stadio a coniugazione manchevole con quattro sfere nucleari del nucleo di sostituzione. 6. Gli stessi foggiate a fuso. 7. Otto nuclei derivanti dalla divisione dei primi quattro, il nucleo antico va dissolvendosi. 8. Quattro delle sfere cooperano alla formazione del nuovo nucleo di sostituzione. 9. Le altre quattro sfere ingrossate formanti il nuovo nucleo. *N* Nucleo e sue produzioni, *n* Nucleolo, o nucleo di sostituzione e suoi frammenti di divisione. *n* (c) Nucleo di sostituzione in coniugazione. *N'* *n'* Nucleo neoformato e nucleo di sostituzione.

certa regolarità nell'alternanza della coniugazione e delle divisioni, le quali non si seguono in un ordine qualunque, ma, se non sono fram-

(1) Recentemente Maupas (Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. *Arch. zool. exp.* 1889) e R. Hertwig (Ueb. die Coniugation des Infus. 1889) apportarono nuove vedute sulla coniugazione degli infusorii modificando quelle di Gruber. Le particelle del nucleolo (*miconucleo*) non si comportano tutte allo stesso modo; dei quattro o otto nuclei, formati dalla reiterata segmentazione del miconucleo, uno è il *nucleo sessuale*. Esso si divide in due nuclei, di cui uno rappresenta il nucleo femminile, l'altro, come nucleo spermatico, passa nell'individuo, e si coniuga col suo nucleo femminile, con fusione della sostanza cromatica, mentre il primo entra in coniugazione col nucleo spermatico migrante del 2.^o individuo. I due individui si separano, il *macronucleo* si divide in frammenti, i nuclei accessori derivati dal miconucleo scompaiono, e il nucleo sessuale coniugato subisce una ripetuta divisione, da cui hanno origine nuovi macronuclei e miconuclei. Ciò costituisce un completo parallelismo col processo di fecondazione degli animali pluricellulari, poichè il nucleo sessuale coniugato corrisponde al nucleo di segmentazione, il nucleo femminile corrisponde al pronucleo femminile, il nucleo spermatico al pronucleo maschile, gli altri elementi di divisione ai corpuscoli direzionali.

mezzate dalla coniugazione, conducono alla degenerazione dell'organismo. Dopo un certo numero di divisioni, gli infusorî diventano sempre più piccoli, variano nella forma del corpo e del nucleo, perdono una parte delle ciglia, e la attitudine alla prensione dell'alimento. Quando al

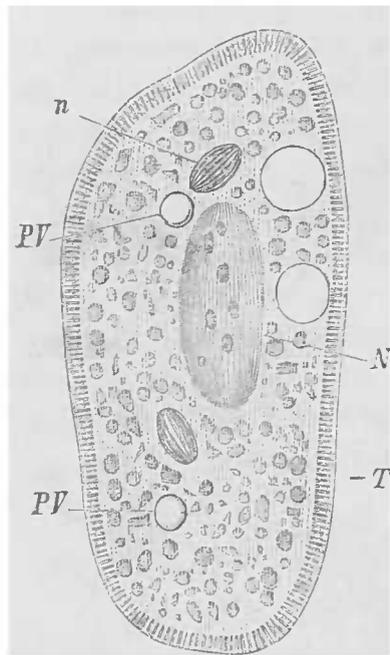


Fig. 185. — *Paramecium Bursaria*. un'ora circa dopo la fine della coniugazione (da Bütschli). *N* Nucleo, *n* Nucleolo, *PV* Vacuo o contrattile; due capsule nucleolari si sono trasformate in due sfere chiare, *T* Tricocisti.

giusto tempo non interviene la coniugazione, ha luogo la morte, in seguito a una degenerazione senile. Negli esseri unicellulari v'è, come nei metazoi, un simile rapporto tra le cellule coniugantisi (riproduzione sessuale) e le generazioni cellulari, che si moltiplicano per segmentazione, e l'unica differenza sta in ciò: che nel primo caso ogni cellula rappresenta contemporaneamente il corpo cellulare e la cellula riproduttiva, mentre nei metazoi le cellule somatiche e riproduttive sono distinte, e le prime sono riunite in un *organismo*, che racchiude le seconde. Questa contrapposizione ha dato luogo al concetto « umoristico » dell'*immortalità degli esseri unicellulari*.

Il genere di vita degli infusorî, che abitano soprattutto le acque dolci, è straordinariamente vario. La maggior parte si nutre introducendo per l'orificio boccale dei corpi stranieri più o meno grandi, perfino dei rotiferi.



Fig. 186. — *Balantidium coli* con due vacuoli contrattili (da Stein). Sotto il nucleo un grano d'amido inghiottito. All'estremità posteriore del corpo degli escrementi escono dall'ano.

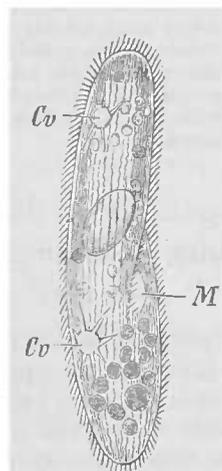


Fig. 187. — *Paramecium Aurelia* (da Ehrenberg), *M* Bocca, *C* Vacuoli contrattili con lacune canalicoli-formi.

Alcuni, come gli *Amphileptus*, scelgono degli infusorî sedentari, come *Epistylis* e *Charchesium*; inghiottiscono questi infusorî fino all'origine del peduncolo, si incistano su questo peduncolo e si dividono per scissione in due o più individui. Altri, come le *opaline*, mancanti di bocca, e molti *bursaridi*, vivono parassiti nel tubo digerente o nella vescica urinaria dei vertebrati. A questo gruppo appartiene il *Balantidium coli*, che si trova nell'intestino crasso dell'uomo (fig. 186).

1. Ordine: *Holotricha*. Corpo coperto regolarmente di ciglia vibratili, sempre più corte del corpo e disposte in strati longitudinali. Le zone adoralì delle

ciglia mancano, ma possonvi essere nella vicinanza della bocca delle ciglia più lunghe.

Oltre alle opaline parassite senza bocca e ano (*Opalina ranarum* nell'intestino crasso della *Rana* (fig. 164), fanno parte di questo gruppo:

Fam. *Tracheliidae*. Corpo metabolico, prolungato anteriormente in forma di collo; bocca ventrale senza lunghe ciglia. *Trachelius ovum* Ehrbg., *Amphileptus fasciola* Ehrbg.

Fam. *Colpodidae*. Corpo a contorni fissi; bocca ventrale situata in un infossamento, sempre munita di lunghe ciglia o di ripiegature ondulatorie, *Paramaecium Aurelia* Fr. Müller (fig. 187). *P. Bursaria* Focke, *Colpoda cucullus* Ehrbg., *Nassula elegans* Ehrbg., *Glaucoma scintillans* Ehrbg., a cui è affine il *Coleps* Ehrbg.

2. Ordine: *Heterotricha*. Corpo regolarmente coperto di fine ciglia disposte in serie longitudinali, zona adorale distinta.

Fam. *Bursariidae*. La zona ciliare adorale ordinariamente sul lato sinistro soltanto. *Bursaria truncatella* O. Fr. Müll., *Balanidium coli* Malmst., parassita nel colon degli uomini (fig. 173). *Spirostomum ambiguum* Ehrbg.

Fam. *Stentoridae*. Corpo metabolico, che presenta anteriormente un infossamento infundibuliforme; manca l'esofago (fig. 163). *Stentor polymorphus* O. Fr. Müller. *St. coeruleus* Ehrbg. *St. Roeselii* Ehrbg.

3. Ordine: *Hypotricha*. Infusorî a faccia dorsale e ventrale diversa. Faccia dorsale convessa ordinariamente nuda, faccia ventrale ciliata con uncini e pedicelli. Bocca ventrale.

Fam. *Oxytrichidae*. Corpo ovale allungato. Peristoma scavato sulla faccia ventrale con zona ciliare adorale. Faccia ventrale che presenta lateralmente una serie marginale di ciglia e di cirri in forma di stilette e di uncini. *Stylonychia pustulata* Ehrbg., otto stilette frontali, cinque cirri ventrali e cinque cirri anali. *St. mytilus* Ehrbg. (fig. 173), *Oxytricha gibba* O. Fr. Müller.

Fam. *Aspidiscidae*. Corpo corazzato, clipeiforme. Zona adorale che si estende molto lontano all'indietro; 7 cirri ventrali in forma di stilette e cinque o dieci o dodici cirri anali in forma di stilette (fig. 178). *Aspidisca lynceus* Ehrbg., *A. lyncaster* St.

Fam. *Chilodontidae*. Corpo generalmente corazzato, esofago in forma di nassa. *Chilodon cucullus* Ehrbg. (fig. 177).

4. Ordine: *Peritricha*. Corpo cilindrico o campanuliforme, parzialmente ciliato; un disco adorale ciliato e spesso una cintura ciliata.

Fam. *Vorticellidae*. Zona adorale a spira; senza guscio; corpo ordinariamente fissato ad un peduncolo. Individui per lo più riuniti in colonie. *Vorticella microstoma* Ehrbg. (fig. 180). *Epistylis plicatilis* Ehrbg., *Zoothamnium arbuscula* Ehrbg., *Charchesium polypinum* Ehrbg.

Fam. *Trichodinidae*. Con una spirale ciliare adorale e una corona di ciglia con un apparecchio di fissazione all'estremità posteriore del corpo, *Trichodina pediculus* Ehrbg.

Fam. *Halteriidae*. Spirale adorale ciliata e una zona equatoriale di ciglia più lunghe. *Halteria volvox* Clap. Lachm.

5. Ordine: *Suctoria*. Corpo per lo più mancante di ciglia, con appendici tentacoliformi capitate, che funzionano come succhiatoi, talora anche con filamenti prensili.

Fam. *Acinetina*. *Acineta mystacina* Ehrbg., *Fodoprya cyclopum* Clap. Lachm., *Podoprya gemmipara* R. Hertw., (fig. 181), *Sphaerophrya* Clap. Lachm. (fig. 182).

Ci resta a parlare, come appendice ai protozoi degli *schizomiceti*, vicinissimi ai funghi, e degli *sporozoi* (*gregarine*).

1. Gli *schizomiceti* (1) (bacterii) sono piccoli corpi globulari o a forma di bastoncini che si trovano nelle sostanze in putrefazione e particolarmente alla superficie dei liquidi corrotti, dove costituiscono una pellicola mucilagginosa (fig. 188). Si avvicinano molto ai funghi del lievito, con i quali hanno i maggiori rapporti per il loro modo di nutrizione (consumano ammoniaca, e composti organici carboniosi). Come questi, provocano la fermentazione e la decomposizione delle materie organiche, sia togliendo loro ossigeno, sia togliendolo all'atmosfera (fermenti di riduzione, fermenti di ossidazione), ma se ne distinguono essenzialmente per il loro modo di sviluppo; infatti essi si moltiplicano per divisione, mentre i funghi del lievito (*Saccharomyces*, *Hormiscium*) producono piccoli prolungamenti che si separano e costituiscono delle spore. Quando deve aver luogo la scissione, le cellule si allungano, il protoplasma si strozza a metà e si produce in questo punto un sepimento trasversale. Ora le cellule figlie si separano immediatamente, ora restano unite e costitui-

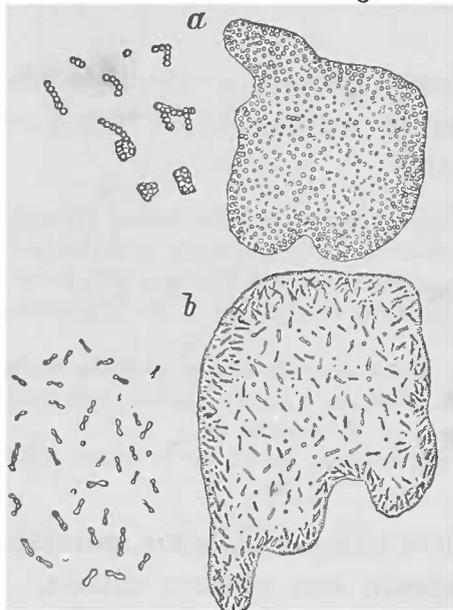


Fig. 188 — *Schizomiceti*, da F. Cohn. *a* *Micrococcus*. — *b* *Bacterium termo*, o Bacterio della putrefazione, liberamente viventi o in zoogloea.

scono allora per reiterata divisione dei piccoli filamenti (batteri filiformi). Ora le diverse generazioni di cellule restano unite da una sostanza gelatinosa e producono così delle masse irregolari (*Zoogloea*), ora sono libere e sparse in gruppi. Possono così formare dei depositi polverulenti, quando le materie nutritive del liquido si sono consumate. La maggior parte passa per due stadi caratterizzati dalla loro mobilità o immobilità. Nel primo caso esse girano intorno al loro asse maggiore; possono anche piegarsi e raddrizzarsi, ma non presentano mai dei movimenti di progressione analoghi a quelli dei serpenti. La loro mobilità pare legata alla presenza dell'ossigeno. La divisione dei batteri in generi e specie è tanto più difficile in quanto, finora, non si osservò in essi riproduzione sessuale; bisogna contentarsi di stabilire artificialmente delle forme specifiche e delle specie o varietà fisiologiche, senza poter sempre provare la loro autonomia. F. Cohn distingue quattro gruppi: i batteri globulari, o *Micrococcus* (*Monas*, *Mycoderma*), i batteri a forma di bastoncini, o *Bacterium*, i batteri filiformi, o *Bacillus* e *Vibrio*, i batteri ad elice, o *Spirillum* e *Spirochaete*.

I batteri globulari comprendono le forme più piccole e non presentano che un movimento molecolare; essi provocano diverse decomposizioni, ma non mai la putrefazione. Secondo lo sviluppo si possono distinguere delle specie cromogene (pigmenti), delle specie zimogene (fermenti) e delle specie patogene (germi contagiosi). I primi si trovano nelle masse gelatinose colorate e vegetano sotto la forma di zoogloea, per es., il *Micrococcus prodigiosus* Ehrbg., sulle patate, ecc. Alle specie zimogene appartiene il *M. ureae*, fermento dell'urina; alle specie patogene il *M. vaccinae*, bacterio del vaccino, il *M. septicus*, bacterio della piemia, il *M. diphtheriticus*, bacterio della difterite.

I batteri a bastoncino formano delle piccole catene e manifestano dei movimenti spontanei, quando l'alimentazione è sufficiente e in presenza di ossigeno. I più comuni sono il *Bacterium termo* Ehrbg., diffuso in tutte le infusioni animali e vegetali, che è il fermento necessario della putrefazione, come il lievito quello della fermentazione alcolica; il *B. lineola* Ehrbg., di mole maggiore, che si trova nell'acqua dei pozzi e nell'acqua stagnante, ma che, come il *M. prodigiosus*, non produce la putrefazione. Secondo Hoffmann il fermento dell'acido lattico sarebbe una forma speciale di bacterio.

Fra i batteri filiformi, il *Bacillus (Vibrio) subtilis* Ehrbg., mobile, determina la

(1) F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Vol. I, fasc. 2 e 3, 1872 e 1875; Vol. III, 1876, Untersuchungen über Bakterien, 1, 2 e 3 (Eidam *Bacterium termo*). — Nägeli, Die niederen Pilze. München, 1877. — Koch, Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfectionskrankheiten. Leipzig 1878. — W. Zopf, Die Spaltpilze. Breslau, 1883.

fermentazione butirrica e si trova anche, col *B. termo*, nelle infusioni. Il bacterio del carbonchio, *B. anthracis*, se ne distingue appena, ma è immobile. Il *B. malariae*, sarebbe causa della malaria, secondo Klebs (1); il *B. Kochii* è il bacterio della tubercolosi. La febbre tifoide è ugualmente causata, si dice, da un bacillo. I *Vibrio rugula* e *V. serpens* sono caratte-

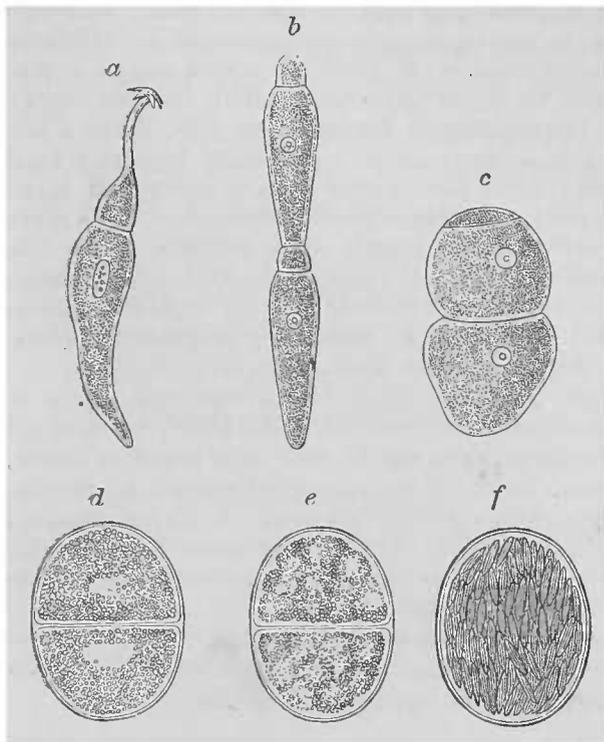


Fig. 189. — Gregarine da Steine e Kölliker. *Stylorhynchus oligacanthus*, dall'intestino del *Calopteryx*. — *b* *Gregarina (Clepsidrina) polymorpha*, dall'intestino del *Tenebrio*, in via di coniugazione. — *c* Le stesse in via d'incistamento. — *d* Gregarine incistate. — *e* In istato di pseudonavicella. — *f* Cisti di pseudonavicella con pseudonavicelle mature.

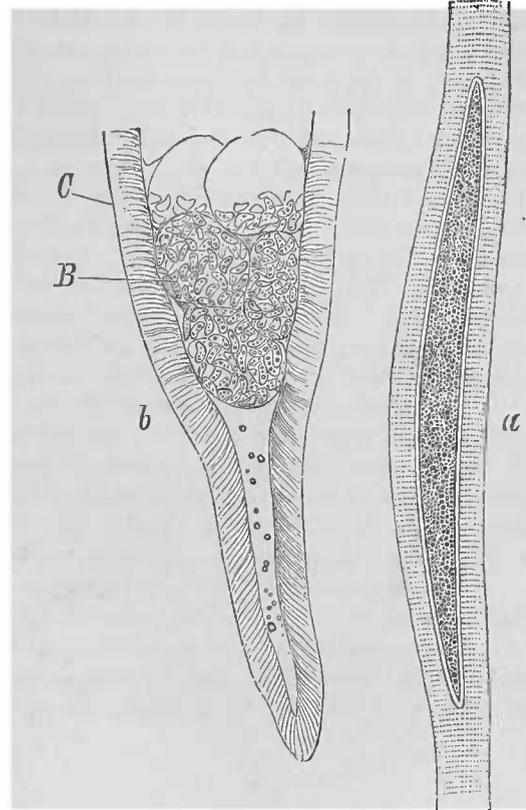


Fig. 190. — Vescicole di Rainey nella carne del porco. *a* Vescicola nell'interno d'una fibra muscolare. — *b* Parte posteriore di essa. — *c* Strato cuticolare. — *B* Ammassi di spore.

rizzati dai loro movimenti ondulatori, e ci conducono alle forme di vite, di cui le une, *Spirochaete*, rappresentano una lunga elice flessibile a giri vicini, le altre, *Spirillum*, un'elice corta, rigida, a giri rallentati.

Gli Sporozoi o gregarine (*Gregarinae*) (2) (fig. 189) sono organismi unicellulari che vivono parassiti nel tubo digerente e negli organi interni degli animali inferiori. Il corpo è spesso allungato, vermiforme; formato da una massa fondamentale granulosa, vischiosa, circondata da un involucrio sottilissimo (talora con uno strato sottocuticolare di striae muscolari) e contenente un nucleo chiaro, rotondo od ovale.

La struttura si complica con la comparsa di un sepimento che separa l'estremità anteriore dal resto del corpo. La regione anteriore assume così l'aspetto di una testa, tanto

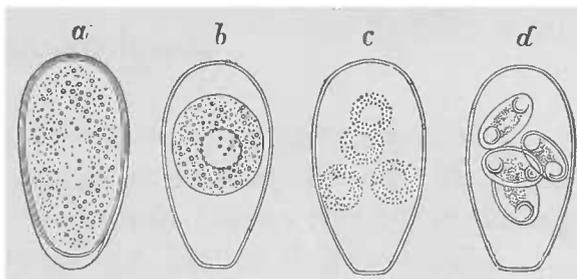


Fig. 191. — *Coccidium oviforme*, del fegato del coniglio (550) da R. Leuckart. *c, d* Stadi di sporificazione.

(1) È noto che ora le febbri malariche si attribuiscono non più a forme batteriche, ma a forme ameboidi.

(2) N. Lieberkühn, *Évolution des Gregarines. Mém. cour. de l'Acad. de Belg.*, 1855. — Idem, *Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. Arch. für Anat. und Physiol.*, 1865. — Aimé Schneider *Contributions à l'histoire des Gregarines des invertébrés de Paris et de Roscoff. Archives de Zool. experim.*, Vol. IV, 1875. — G. Balbiani, *Leçons sur les sporozoaires. Paris*, 1884. — Bütschli, *Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, Tom. XXXV, 1881.

più che vi si sviluppano talora delle appendici e degli uncini che servono come apparecchi di fissazione (*Stylorhynchus*). La nutrizione ha luogo per endosmosi attraverso la parete del corpo. I movimenti si limitano a una specie di lenta rotazione dovuta a lievi contrazioni del corpo.

Allo stato adulto le gregarine sono frequentemente riunite a due a due o in ammassi. Questo fenomeno ha luogo prima della riproduzione (fig. 189). I due individui, addossati l'uno all'altro secondo il loro asse maggiore, si contraggono, si circondano d'un involucre comune, e, dopo un processo analogo alla segmentazione, si dividono in una massa di piccole spore, che si trasformano in piccoli corpi fusiformi (*pseudonavicelle*). La cisti che s'è formata intorno ai due individui coniugati, frequentemente intorno a un solo, diventa una *cisti di pseudonavicelle*, che si rompe qua e là e lascia uscire i corpuscoli fusiformi. Ogni pseudonavicella produce un corpo ameboide, come mostrarono le osservazioni di Lieberkühn sulle psorospermie del luccio. In altri casi (*Monocystis*, *Gonospora*), nelle spore nascono dei corpuscoli falciformi, che si trasformano in germi, senza passare per la fase ameboide. *Monocystis agilis* nel testicolo del lombrico. *Gregarina* L. Duf. (*Clepsidrina* Hammersch.), corpi a setto piano; estremità anteriore terminale con un bottone arrotondato. Individui fissati nell'età giovanile. *Gr. blattarum* v. Sieb. *Gr. polymorpha* Hammersch., nella larva del *Tenebrio molitor*. *Stylorhynchus* Stein. (fig. 189).

I piccoli organismi, conosciuti da lungo tempo col nome di *psorospermie*, e che si trovano nel fegato del coniglio, nel muco intestinale, sulle branchie dei pesci, nei muscoli di molti mammiferi, ecc., presentano grande somiglianza con le cisti delle pseudonavicelle, senza che se ne conosca bene la natura. Lo stesso dicasi dei corpuscoli dei muscoli del maiale, descritti da Mischer e Rainey (fig. 190), e delle *vescicole parassite* di diversi gamberi e miriapodi, chiamate *Amoebidium parasiticum* e che Cienkowsky connette coi funghi.

Si devono considerare come Gregarine anche i *Coccidii* che si trovano nelle cellule dell'epitelio intestinale e dei condotti biliari dei mammiferi (fig. 191). Essi si trasformano in *psorospermie* ovali; si circondano di una cisti e danno origine a spore, che si formano dalla massa granulare. Nel *Coccidium oviforme* del fegato del coniglio e dell'uomo, non si producono mai più di 4 spore, che si trasformano in bastoncini falciformi.

II TIPO.

Celenterati (Coelenterata) (1).

(Zoophyta-Animali piante).

Animali raggiati, con piani di simmetria generalmente in numero di due, di quattro o di sei, con mesoderma connessivo, spesso gelatinoso, e con cavità digerente centrale (cavità gastro-vascolare).

L'esistenza di organi e di tessuti diversi, composti di cellule, si manifesta per la prima volta nei celenterati. Oltre agli strati epiteliali interno ed esterno, si trovano già in essi delle formazioni cuticolari, delle parti scheletriche cornee, calcari o silicee, dei muscoli, dei nervi e degli organi dei sensi.

Le funzioni vegetative sono essenzialmente adempiute dalla parete interna della cavità digerente, *cavità gastro-vascolare*, la quale, nelle

(1) R. Leuckart, Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse niederer Thiera Braunschweig, 1848.

sue parti centrali, come nelle sue parti periferiche, serve da stomaco e da intestino (e non da apparecchio vascolare sanguigno). R. Leuckart riconobbe per primo il valore zoologico della cavità gastrica, considerata da lui come un apparecchio vascolare, e se ne servì per separare i polipi e le meduse dagli echinodermi e per smembrare i *raggiati* di Cuvier in due tipi, quello dei *celenterati* e quello degli *echinodermi*. Più tardi gli zoologi si convinsero della stretta parentela dei poriferi, considerati per lungo tempo come piante, poi come colonie di protozoi, coi polipi e con le meduse, e le riunirono al tipo dei celenterati. Ma mentre i celenterati propriamente detti, o *cnidarii*, si distinguono per i loro tessuti più altamente differenziati e per la presenza di organi urticanti, i poriferi o *spongiarii* hanno dei tessuti più semplici, la massa del corpo ha un aspetto spugnoso e mancano di nematocisti.

La conformazione generale dei celenterati presenta una simmetria raggiata, quantunque nella maggior parte degli spongiari la disposizione radiale non sia apparente, e si osservino nei cnidari dei

passaggi alla simmetria bilaterale. Il numero fondamentale degli organi simili disposti intorno all'asse del corpo è ordinariamente quattro o sei.

Le diverse forme tipiche dei celenterati sono quelle: 1.° della *spugna*, 2.° del *polipo* e della *medusa* e 3.° del *ctenoforo*.

La forma più semplice della spugna è quella d'un cilindro cavo, sessile, munito di una larga apertura, od osculo, al suo polo libero (fig. 192). La parete contrattile, sostenuta da spicule, è trapassata da moltissimi forellini, che permettono all'acqua ed alle sostanze alimentari di penetrare nella cavità centrale ciliata. Per la riunione di più individui primitivamente isolati, e massime per la produzione di nuovi individui per via di gemmazione, si sviluppano delle colonie di forme diverse, munite di un sistema di canali complicati, che si riconoscono essere organismi polizoici per la presenza di più osculi.

Il polipo si presenta come un sacco cilindrico o clavato fissato per

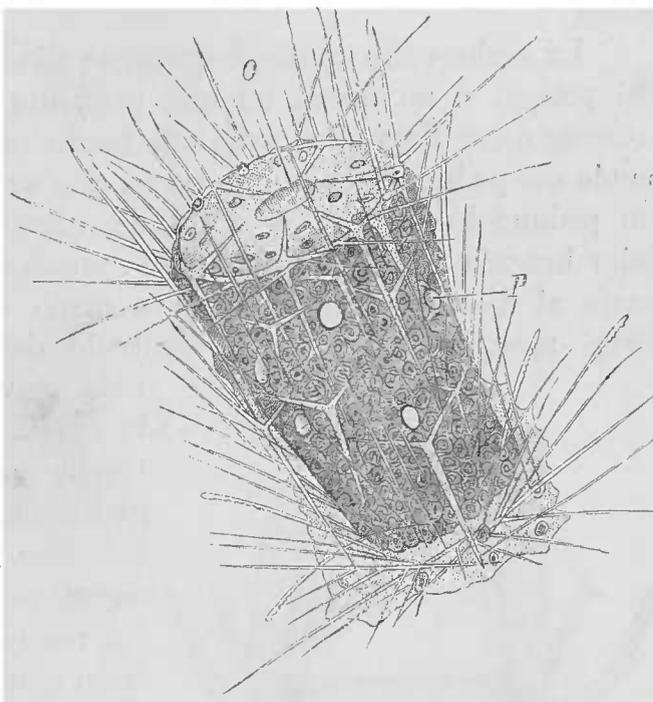


Fig. 192. — Giovane *Sycon* (da Fr. E. Schulze).
O Osculo, P Pori della parete.

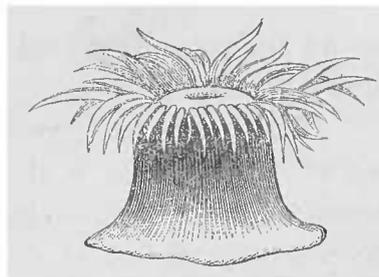


Fig. 193. — *Sagartia nivea*
(da Gosse).

l'estremità posteriore e che possiede all'opposta estremità libera, sopra una protuberanza appiattita o conica, o cono boccale, una vasta apertura, la bocca (fig. 193). La bocca è circondata da una o più corone di tentacoli e dà entrata, sia in una cavità viscerale cilindrica semplice (polipi idroidi), sia, per l'intermezzo di un tubo boccale, in una cavità gastro-vascolare complicata (*antozoari*). Il polipo può mancare di tentacoli e può essere ridotto ad una forma ancora più semplice, la forma *polipoide*, la quale non rappresenta più che un sacco cavo munito di bocca.

La medusa che nuota liberamente alla superficie del mare, e che deriva dal polipo, è un disco, od una campana (*ombrella*) di consistenza gelatinosa o cartilaginosa, dalla cui faccia inferiore concava (*subombrella*), pende un peduncolo con una bocca alla sua estremità libera. Spesso questo peduncolo boccale si continua intorno alla bocca con dei lobi o delle braccia prensili voluminose, mentre si vede svilupparsi, tutt'intorno al disco, un numero più o meno considerevole di tentacoli filiformi marginali. La cavità centrale del corpo, in cui sbocca il canale scavato nel peduncolo boccale, è

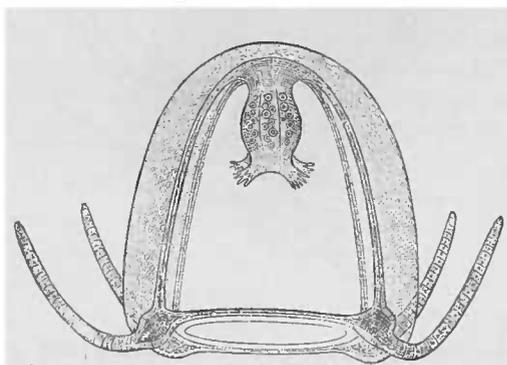


Fig. 194. — Medusa della *Podocoryne carnea*, immediatamente dopo la sua separazione dalla colonia. Presenta degli ovari sul peduncolo boccale e quattro tentacoli marginali.

la cavità digerente, onde partono delle tasche periferiche o dei canali raggianti che vanno ad aprirsi sull'orlo del disco, dove mettono in un canale circolare. La subombrella muscolosa, col restringersi e dilatarsi alternativi dello spazio concavo che essa limita, fa progredire la medusa (fig. 194). La medusa è spesso ridotta ad una forma più semplice, la forma *medusoide*, mancante di tentacoli marginali e di peduncolo gastrico, e che può svilupparsi anche

come un'appendice sul corpo di un polipo, senza acquistare mai una individualità propria.

Malgrado la loro conformazione e il loro genere di vita così diverso, la medusa e il polipo sono modificazioni di una stessa forma fondamentale, poichè la medusa può paragonarsi ad un polipo divenuto libero, appiattito la cui cavità s'è allargata ed il cui disco boccale, pure allargato, è divenuto muscolare.

La forma fondamentale del ctenoforo è quella di uno sferoide munito di otto serie meridiane di palette (coste), che agiscono come remi per far progredire l'animale (fig. 195).

Il parenchima del corpo è principalmente formato negli spongieri da cellule ameboidi, spesso flagellate, ma che non producono mai capsule orticanti. Nei *cnidarii* (polipi e meduse) certe cellule danno origine a organi urticanti, *nematocisti* (fig. 196). Sono capsule formate in

certe cellule, o cnidoblasti, racchiudenti, oltre ad un liquido, un lungo filamento arrotolato a spira, il quale, al minimo contatto, si proietta all'esterno, dopo la rottura della capsula. Ora il filamento si fissa sull'oggetto che viene a toccarlo, mentre una porzione del contenuto fluido della capsula viene a versarsi nella piccola ferita ch'esso ha fatto, ora si limita ad aderirvi senza che alcuna goccia del liquido vi si introduca. Su certe parti del corpo, soprattutto sui tentacoli e sui fili pescanti che hanno per funzione di catturare la preda, queste armi microscopiche si accumulano in numero considerevole, e talora sono raggruppati in modo da costituire delle batterie di organi urticanti (*bottoni urticanti*).

Nei ctenofori i cnidoblasti mancano e sembrano sostituiti da cellule glutinose.

Le cellule sono generalmente disposte in due o tre strati, di cui l'esterno, o *ectoderma*, forma l'involucro del corpo, e l'interno, o *endoderma*, tappezza la cavità gastrica. Fra l'ectoderma e l'endoderma si sviluppa il mesoderma,

rappresentato da una membrana di sostegno, delicata, omogenea, o da uno strato intermedio più resistente di tessuto connessivo, che produce gli elementi dello scheletro, talora svariatisimi.

I muscoli si formano dapprincipio nello spessore dell'ectoderma per i prolungamenti di cellule (pretese cellule neuro-muscolari), ma penetrano talora nel mesoderma, dove costituiscono una formazione cellulare distinta. Gli epiteli sensorii, le fibrille nervose e le cellule gangliari sono pure differenziamiento dell'ectoderma. Le cellule endodermiche ciliate adempiono principalmente alla digestione e all'escrezione.

La riproduzione *asessuale* per divisione o per gemmazione è dif-

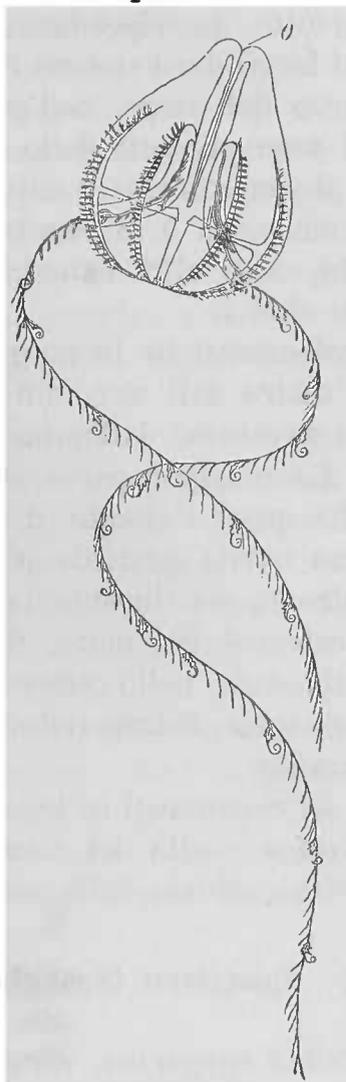


Fig. 195. — *Cydippe (Hormiphora) plumosa*, O Bocca (secondo Chun).

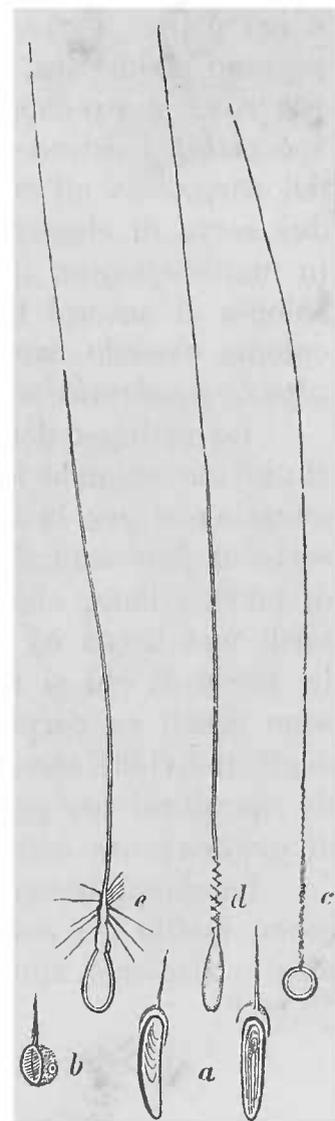


Fig. 196. — Capsule urticanti e cnidoblasti di Sifonofori. *a* e *b* col caidocilio, *c*, *d*, *e*, filo svolto dopo lacerazione della capsula.

fusissima in questi organismi, costituiti in un modo generale da tessuti omogenei. Se gli individui così prodotti restano fra loro uniti, ne risultano delle *colonie* animali, la cui esistenza è così generale nelle spugne e nei polipi, e che, continuando ad accrescersi per lo stesso processo, possono acquistare, in progresso di tempo, un'importanza considerevole. Si trova pure dappertutto la riproduzione *sessuale*; le uova e gli spermatozoi escono dal luogo dove si sono formati, sia nella cavità stessa del corpo, sia all'esterno del corpo, nell'acqua del mare. Raramente le due sorta di elementi sono prodotte dallo stesso individuo, per esempio in molte *spugne*, in alcuni *antozoi* e nei *ctenofori ermafroditi*. Nelle colonie di antozoi la monoecia è la regola, certi individui della stessa colonia essendo maschi, certi altri femmine. I generi *Veretillum*, *Diphyes*, *Apoemia* sono dioici.

Lo sviluppo dei celenterati ha luogo generalmente per metamorfosi. Il giovine animale all'uscire dall'uovo differisce infatti, per la sua configurazione e per la sua struttura, dall'animale sessuato, e passa per una serie di *fasi larvali*. La maggior parte abbandonano l'uovo in forma di larva ciliata, che ha quasi l'aspetto d'un infusorio; acquistano più tardi una bocca ed una cavità gastrica e organi destinati a catturare la preda di cui si nutrono, sia durante la vita libera o dopo che si sono fissati su corpi estranei nel mare. Se i giovani individui, usciti dagli individui sessuati, sono nello stesso tempo dotati della facoltà di riprodursi per gemmazione, il loro sviluppo conduce a differenti forme di *generazione alternante*.

La classificazione dei celenterati in tre sotto-tipi, quello degli *spongiarî*, quello dei *cnidarî* e quello dei *ctenofori*, ci sembra quella che meglio risponde allo stato attuale della scienza.

I. SOTTOTIPO. Spongiarii (Spongiaria, Poriferi) (1).

Corpo di consistenza spugnosa, formato di aggregati di cellule ameboidi, sostenute da uno scheletro siliceo, calcareo o corneo, che presenta un sistema interno di canali, di numerosi pori esterni ed uno o più orifici esalanti (osculi). L'osculo primitivo corrisponde al polo aborale della larva.

Le spugne sono oggi considerate quasi unanimemente come celenterati. Essi sono composti d'un tessuto mobilissimo, ordinariamente so-

(1) G. N. Nardo, System der Schwämme. *Isis*, 1833 e 1834. — Grant, Observations and experiments on the structure and function of Sponges. *Edinb. phil. Journal*, 1825-1827. — Bowerbank, On the Anatomy and Physiology of the Spongiadae. *Philos. Transact.*, 1858 e 1862. Lieberkühn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. *Müller's Archiv*, 1856. — Id., Zur Anatomie der Spongien. *Ibidem.*, 1857, 1859, 1863, 1865 e 1867. — O. Schmidt, Die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig, 1862, e supplementi, Leipzig, 1864, 1865 e 1868. — Idem, Die Spongienfauna des mexikanischen

stenuto da un'intelaiatura solida di filamenti o di spicule intrecciate. Alla periferia esistono grandi e piccoli orifici e nell'interno della massa un sistema di canali e di cavità in cui le ciglia vibratili mantengono una corrente d'acqua costante. I diversi elementi che entrano nella costituzione del corpo di una spugna sono: cellule ameboidi, membrane sarcodiche in forma di rete, cellule flagellate cellule fusiformi e finalmente prodotti figurati di cellule. I primi formano la parte principale del parenchima contrattile; sono cellule granulose, senza membrana involgente, mobili e che possono, come le amebe, emettere dei prolungamenti, ritrarli nel loro corpo e anche inglobare, circondandoli, dei corpi stranieri (fig. 197). Il sistema nervoso non è ancora stato dimostrato con certezza, e così dicasi degli organi dei sensi.

Il sostegno solido, o scheletro, che manca solo nei mixospongiari, gruppo di spugne molli e gelatinose è composto, sia di fibre cornee sia di spicule silicee o calcari. Le fibre cornee sono quasi senza eccezione disposte a fasci di variabile spessore, e offrono una struttura che le indica formate da una serie di strati (fig. 198). Esse sono prodotte da parti di sarcode che si sono indurite. Le spicule calcari sono semplici, oppure presentano tre o quattro raggi (fig. 199), i quali sono prodotti, come le formazioni silicee, nell'interno delle cellule. Queste ultime presentano la maggiore diversità di forme; ora costituiscono fibre riunite come in scheletro, ora corpi isolati con un canale centrale o ramificato (fig. 201), ora assumono la forma di aghi, di fusi, ora quella di uncini, d'ancore, di cilindri, di ruote, di croci, e nascono entro cellule, forse per depositi intorno ad un ispessimento di natura organica (filamento centrale).

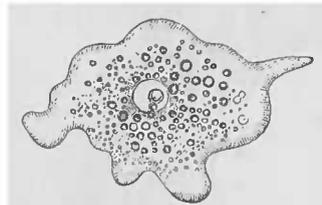


Fig. 197. — Cellula ameboidi di *Spongilla*.

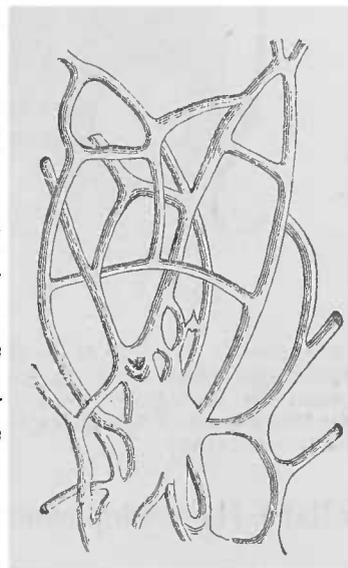


Fig. 198. — Frammento della rete di fibre cornee dell'*Euspongia* (*Hippospongia*) *equina*.

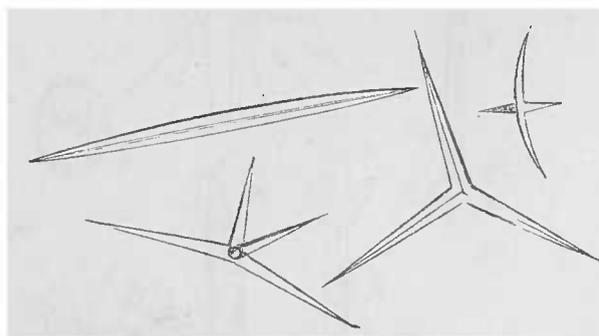


Fig. 199. — Spicule calcari di *siconi*.

Meerbusens und des caraibischen Meeres. Jena, 1880. — E. Haeckel, Die Kalkschwämme. 3. Vol. Berlin, 1872. — Fr. E. Schulze, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1876-1881. — Idem., Report on the Hexactinellidae. *Challenger Exp. Rep.*, Vol. XXI, 1887. — Polejaeff, Report on the Calcareous Sponges. *Challenger Exp. Rep.*, Vol. VIII, 1883. — C. Heider, Zur Metamorphose der *Oscarella lobularis*. O. Schm. *Arbeiten aus dem zool. Institut*, Tom. VI. Wien, 1885. Vedi anche i lavori di Zittel, Barrois, Marshall, Lendenfeld u. A.

Per comprendere la conformazione morfologica delle spugne, bisogna prendere per punto di partenza la giovane spugna che proviene dalla larva già fissata. Dopo che

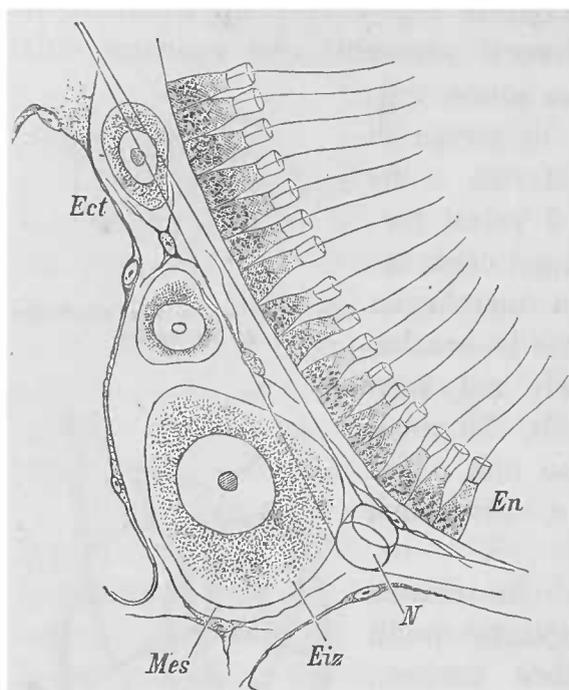


Fig. 200. — Sezione di un cespite di asconide, (*Sycon raphanus*) da F. E. Schulze. *Ect* Ectoderma, *En* Endoderma di una camera flagellata, *Mes* Mesoderma, *N* Spicule calcari mesodermatiche, *Eiz* Ovocellula.

s'è formata una cavità gastrica ciliata e un orificio d'uscita od osculo, essa consta di un sacco cavo semplice, la cui parete è disseminata di pori per permettere l'introduzione di piccole particelle alimentari sospese nell'acqua, (fig. 192). Vi si distingue un endoderma formato di cellule flagellate, allungate, e uno strato cellulare, il quale, per le cellule fusiformi che contiene, ricorda il tessuto connessivo, ed è rivestito esteriormente da un epitelio piatto. Le cellule cilindriche dell'endoderma hanno alla loro estremità libera, intorno al flagello, una membrana marginale ialina, delicata, che è un prolungamento cilindrico del plasma ialino ed è analoga al collare (1) protoplasmatico di certi flagellati (*Cylicomastiges*). Il grosso

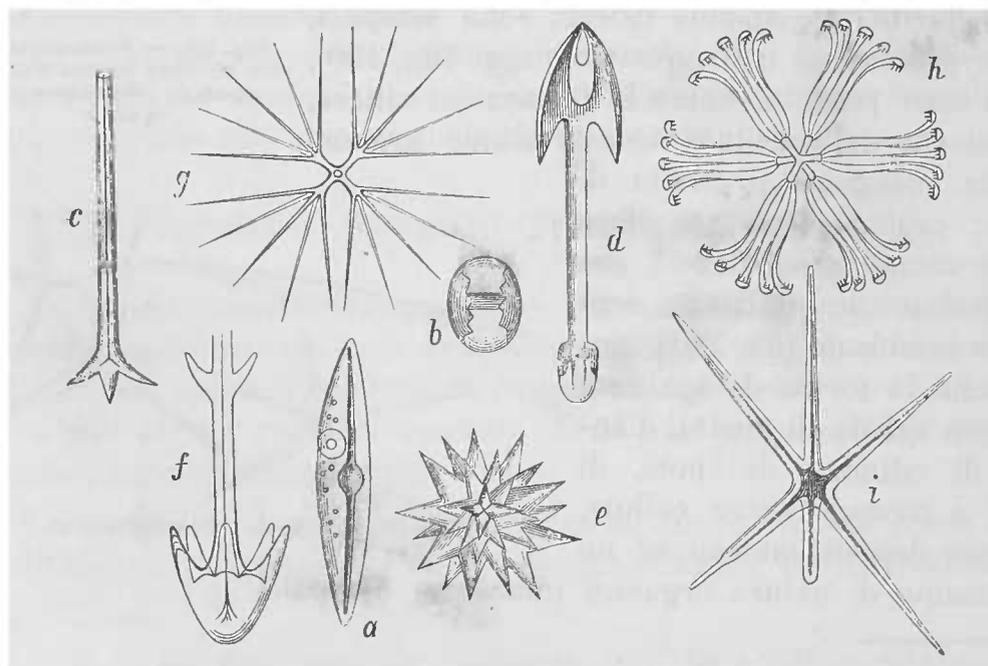


Fig. 201. — Spicule silicee di diverse spugne silicee. *a* Spicule silicee di *Spongilla* nell'interno della cellula. *b* Anfdisco di una gemmula di *Spongilla*, *c* Ancora di *Ancorina*, *d* Uncini di *Esperia*, *e* Stella di *Chondrilla*, *f*, *g*, *h*, *i* Diverse forme di spicule di *Euplectella aspergillum*, l'ultima con un canale centrale.

(1) È la ragione che ha condotto Clark ad avvicinare le spugne ai flagellati (Choanoflagellata) e a considerarle come grandi colonie di flagellati.

strato in cui si formano le spicule, è costituito da una sostanza fondamentale ialina, in cui sono sparse cellule ameboidi, irregolarmente ramificate o fusiformi, e che si può considerare, allo stesso modo che la sostanza gelatinosa degli acalefi, come un mesoderma. L'epitelio esterno, formato di cel-

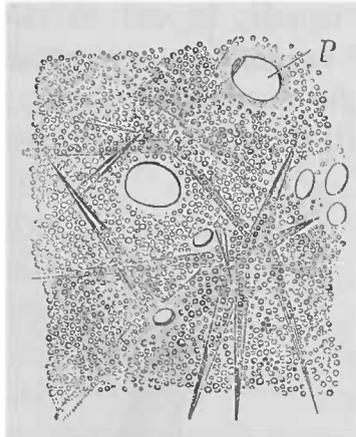


Fig. 202. — Frammento dello strato cutaneo della *Spongia* coi pori P, (da Lieberkühn).

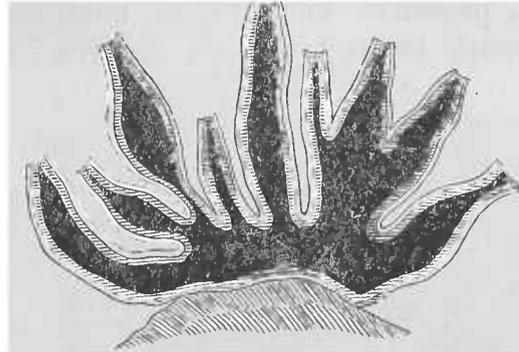


Fig. 203. — Sezione di una colonia d'asconi, schematico (da E. Haeckel).

lule appiattite, facilmente visibile, è l'ectoderma (fig. 200).

I pori, od orifici inalanti così caratteristici delle spugne, non sono altro che lacune intercellulari; possono chiudersi, scomparire ed essere sostituiti da altri di nuova formazione (fig. 202). Fra le spugne calcari la forma semplice, munita di pori e di un osculo terminale (forma di *Olynthus*) è rappresentata nelle *Leucosolenia* (*Grantia*), che sono disposte in colonie e composte di più cilindri cavi. La loro struttura era già stata descritta, con una cura ed un'esattezza notevoli, da Lieberkühn (fig. 203). La cavità del corpo è più complicata nei *siconidi*; essa emette infatti, tutt'intorno, dei diverticoli tappezzati ulteriormente da cellule flagellate, o tubi radiali, in cui sboccano gli orifici inalanti (fig. 204). In altre spugne calcari (*leuconidi*) i canali radiali diventano canali parietali irregolari, ramificati verso la periferia e con dilatazioni o camere flagellate (fig. 205). Questa conformazione del sistema interno di canali si ripete in tutte le spugne silicee.

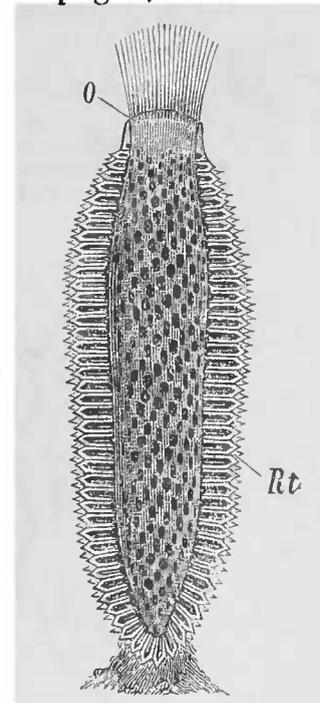


Fig. 204. — Sezione longitudinale di un *Sycon rhabanus*, piccolo ingrandimento. O Osculo con un cerchio di spicule, Rt Tubi radiali che si aprono nella cavità centrale.

Le spugne possono presentare delle forme che si complicano maggiormente quando si costituiscono delle colonie; in questo caso la spugna primitivamente semplice, derivando da una sola larva ciliata, dà origine per gemmazione o per scissiparità incompleta, ad una spugna polizoica; oppure si produce lo stesso fenomeno per la fusione di più individui isolati (fig. 206). Questi due modi di accrescimento si ripetono in un modo affatto simile nelle colonie di polipi. Come le reti dei ventagli

marini (*Rhipidogorgia flabellum*) si formano per la reiterata fusione di rami, con anastomosi delle loro cavità gastro-vascolari, si sviluppano con lo stesso processo colonie reticolate o aggomitolate o ammassate di spugne (fig. 208). In questo caso il sistema di canali, in cui si ripetono le modificazioni corrispondenti a quelle che esistono in ogni spugna isolata, presenta una grande complicazione, che risulta in parte da anastomosi, in parte da ciò, che fra i rami saldati delle colonie appaiono

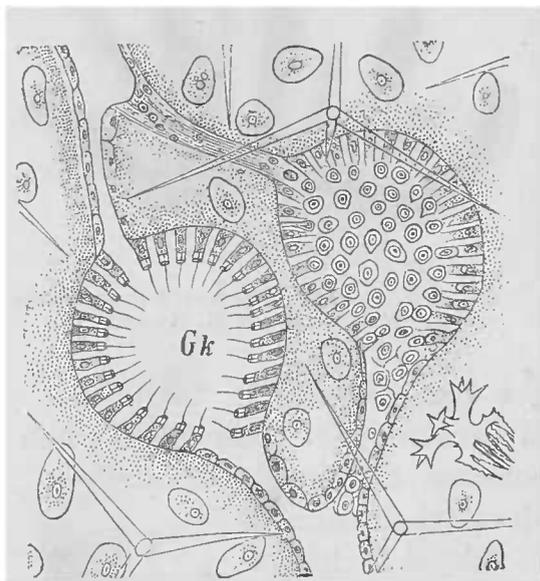


Fig. 205. — Sezione attraverso il *Cortium candelabrum*. Gk Camere flagellate (da Fr. E. Schulze).

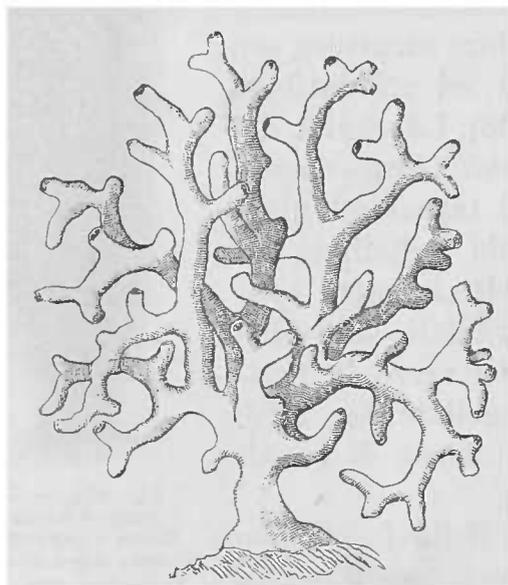


Fig. 207. — Una colonia d'asconii, ramificata (da E. Haeckel).

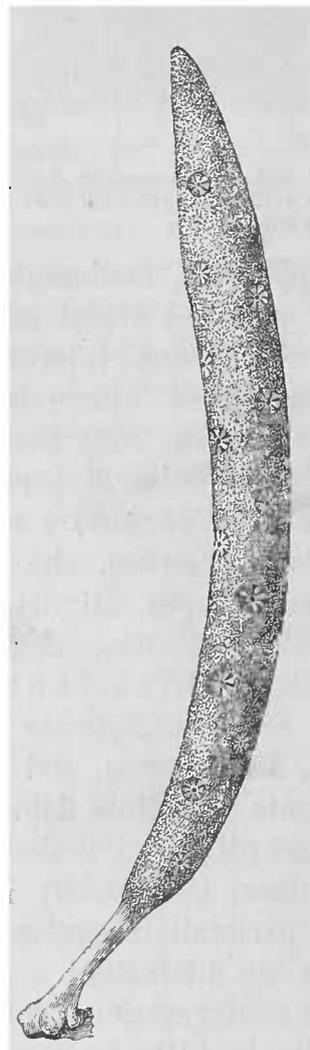


Fig. 206. — *Axinella polypoides* (da O. Schmidt).

delle lacune irregolari e dei condotti contorti (canali interparietali) e costituiscono degli spazi che conducono nei canali ciliati.

La riproduzione è principalmente asessuale, sia per divisione, sia per formazione di germi o *gemmule*; ma si sviluppano pure delle uova

e delle capsule seminali. Le gemmule sono, nelle spongille d'acqua dolce, degli ammassi di cellule che si circondano di un guscio solido composto di corpuscoli silicei (*amphidisci*), e, come i protozoi incistati, restano a lungo in un periodo di riposo. Dopo la stagione fredda, il contenuto della capsula fuoriesce, generalmente la circonda e si differenzia, accrescendosi in modo da produrre tutte le parti essenziali di una piccola spugna. Nelle spugne marine la riproduzione per gemmazione è pure diffusissima. Queste nascono, in certe condizioni, sotto forma di sferette circondate da una membrana, il cui contenuto è formato essenzialmente di cellule e di spicule, e fuoriesce, dopo un tempo più o meno lungo, per una laceratura della membrana. La riproduzione sessuale è stata per la prima volta dimostrata con certezza da Lieberkühn nelle

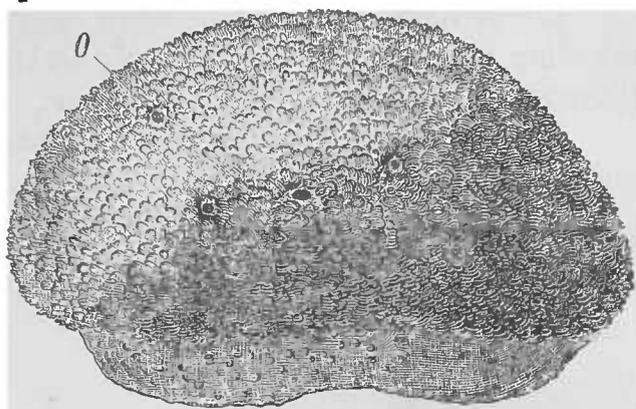


Fig. 208. — *Euspongia officinalis adriatica*, con molti osculi (O), (da Fr. E. Schulze).

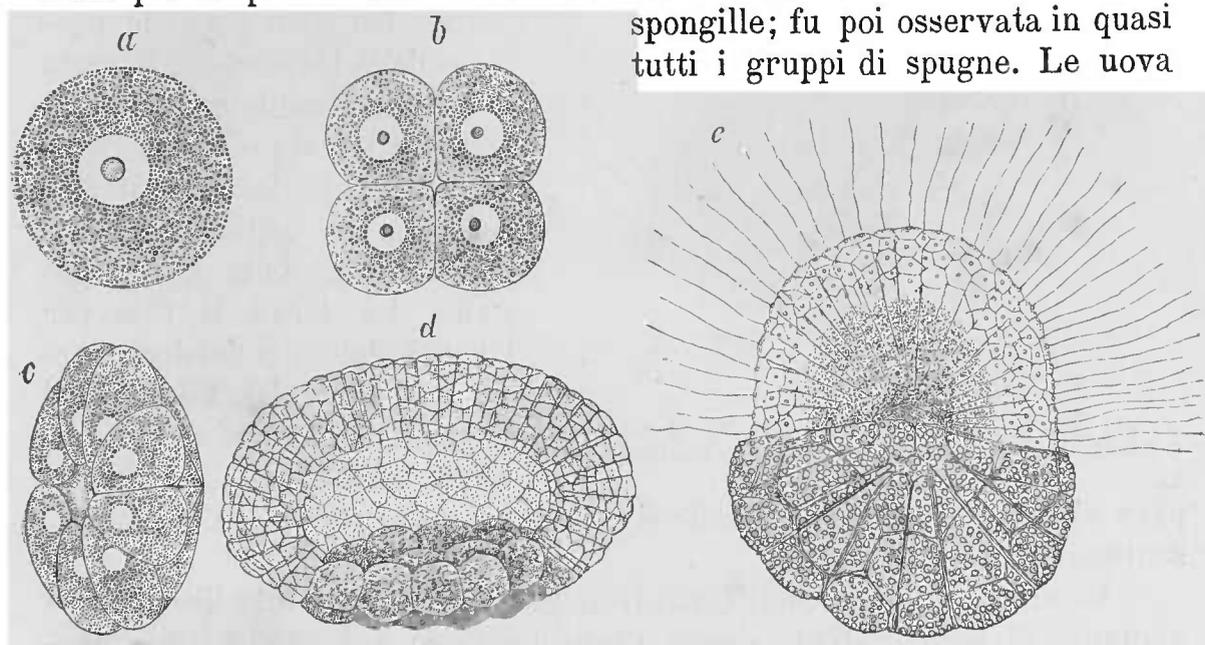


Fig. 209. — Sviluppo di *Sycon raphanus* (da Fr. E. Schulze). a Uovo maturo, b Divisione dell'uovo in quattro cellule di segmentazione, c Divisione in sedici cellule, d Blastosfera, e Larva libera; la metà superiore del corpo (endodermica) è formata da cellule flagellate a lungate, la metà inferiore (ectodermica), di grosse cellule granulose.

e gli spermatozoi si sviluppano ordinariamente sulla stessa spugna, ma non sono maturi nello stesso tempo.

Gli spermatozoi hanno la forma di spilli e sono situati in piccole cavità tappezzate da cellule. Come le cellule produttrici di spermatozoi, le uova corrispondono pure a cellule modificate del parenchima, e derivano dallo stesso strato di tessuto (mesoderma) che dà luogo alle spi-

cole e alle formazioni scheletriche. Sono cellule nude con movimenti ameboidi, che penetrano nel sistema dei canali. Nei siconidi, che sono vivipari, le uova restano nel mesoderma e vi subiscono il loro sviluppo. Solo più tardi gli embrioni ciliati, o larve, arrivano nel sistema dei canali, da dove escono per fissarsi fuori dal corpo dell'individuo e per trasformarsi in una piccola spugna.

Lo sviluppo embrionale delle spugne calcari è stato bene studiato, massime nei siconi, da Fr. E. Schulze e Barrois, e nell'*Halisarca* (*Oscarella*) *lobularis* da C. Heider.

La segmentazione, che è sensibilmente eguale (fig. 209 a-c), è seguita, nel *Sycon* (*Sycandra*) *raphanus*, da una fase di blastosfera, di cui una metà, più considerevole, è formata da cellule cilindriche allungate, chiare, l'altra metà

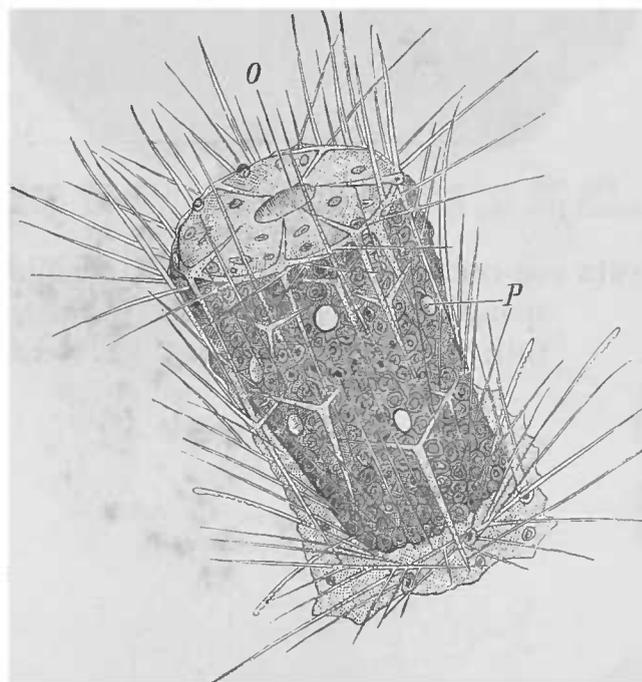


Fig. 210. — Giovane *Sycon*, (da Fr. E. Schulze).
O Osculo o apertura di uscita, P Pori od orifici inalanti.

da grosse cellule oscure (figura 209, d). Le cellule cilindriche acquistano dei flagelli, l'embrione esce dal corpo della spugna e diventa una larva libera, in cui le cellule oscure hanno coperto la porzione della blastosfera, formata di cellule flagellate, invaginate. Le cellule oscure costituiscono l'ectoderma e il mesoderma, le cellule flagellate l'endoderma della cavità gastrica. La larva si fissa per l'orificio dell'introflessione (bocca della gastrula). Più tardi il corpo della giovane spugna diventa cilindrico, l'osculo appa-

pare al polo aborale e le spicule si sviluppano nella parete, su cui si presentano dei pori (fig. 210).

In altri casi, come nell'*Halisarca lobularis*, la blastula liberamente nuotante diventa gastrula mercè l'introflessione; essa si fissa coi margini del largo blastoporo (fig. 211 a). Mentre esso si restringe, e finalmente si chiude, fra l'ectoderma e l'entoderma si forma una fluida gelatina, in cui, specialmente dall'entoderma, emigrano delle cellule, e così si costituisce il mesoderma. Mercè le estroflessioni radiali degli spazi gastrali, si originano le camere ciliate, e alla loro superficie formansi le aperture o pori (fig. 211 b). Finalmente al poro aborale si forma l'osculo, da un processo tubulare (fig. 211 c), e il giovane *Sycon* è completo.

Del resto vi sono grandi diversità nello sviluppo delle spugne, nè finora furono a sufficienza spiegate. Non raramente la larva, sotto l'epitelio coperto di cilia, è densamente riempita di materiale cellulare.

Ad eccezione del genere *Spongilla*, tutte le spugne sono marine. Le spugne cornee, come le mixospongie e le spugne corneo-silicee, vivono in acque poco profonde, mentre le exactinelle stanno a gran profondità. Nelle diverse formazioni geologiche, e massimamente nella creta, si trovano i resti fossili di spugne, che differiscono dalla maggior parte delle specie attuali. Al contrario le exactinelle, che si trovano solo nei mari profondi, concordano tanto con le specie estinte, che queste sembrano essersi continuate fino all'epoca attuale. Parecchi dei gruppi principali rimontano fino all'epoca paleozoica, dove, massime le litistidi

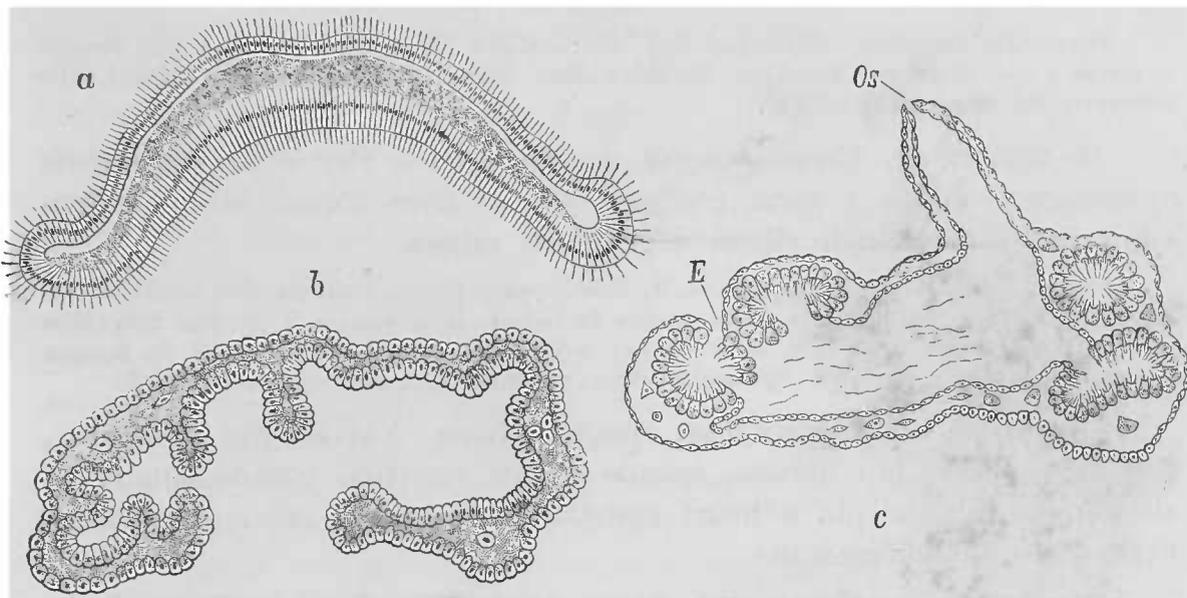


Fig. 211. — Sezioni di tre stadi di *Halisarca* (*Oscarella*) *lobularis*, da C. Heider. *a* Gastrula dopo la sua fissazione, *b* Formazione del mesoderma, *c* Formazione dell'osculo e delle camere ciliate, *E* Poro di una camera ciliata.

e le exactinellidi, sono già rappresentate nelle più antiche stratificazioni siluriane. Così la paleontologia non ci dà alcuna nozione per determinare lo sviluppo filogenetico delle spugne.

I. CLASSE. Spugne (Spongia).

Coi caratteri degli spongiarii.

1. Ordine. *Calcispongiae*, spugne calcari. Per lo più incolore, raramente rossiccie; il loro scheletro è costituito da aghi calcari. Questi aghi sono o semplici, o con 3 o 4 braccia incrociate. Assai spesso vi sono due o tre diverse forme di aghi nella stessa spugna.

Fam. *Asconidae* (*Leucosolenidae*). Spugne calcari con semplici pori nella parete. *Grantia* Lk (*Leucosolenia* Bbk). Secondo la forma delle spicole calcari sono distinte da Haeckel in sette schemi: *Ascyssa*, *Ascetta*, *Ascilla*, *Ascortis*, *Asculmis*, *Ascaltis*, *Ascandra*. *Gr. botryoides* Lk. (*Ascandra complicata* Hk.) Helgoland, e vicino ad essa la *Gr. Lieberkühnii* del mare Mediterraneo e Adriatico.

Fam. *Leuconidae*. Spugne calcari con grossa parete, trapassata da canali ramificati. Secondo la forma degli aghi calcari, furono distinte da Haeckel in sette schemi: *Leu-*

cyssa, *Leucetta*, *Leucilla*, *Leucortis*, *Leuoulmis*, *Leucaltis*, *Leucandra*. *Leucetta primigenia* Haeck.

Fam. *Syconidae*. Spugne per lo più solitarie, con pareti spesse, trapassate da tubi dritti radiali. Alla superficie esse appaiono come elevazioni coniche della parete. *Sycon* Risso. Sett. schemi di Haeckel: *Sycyssa*, *Sycetta*, *Sycilla*, *Sycortis*, *Syculmis*, *Sycaltis*, *Sycandra*. *Sycandra raphanus* O. S. Adriatico (fig. 204).

2. Ordine: *Fibrospongiae*, spugne fibrose. Senza scheletro, oppure con parti scheletriche fibrose o silicee.

1 Sottordine. *Myxospongia*, spugne mucose. Spugne molli o carnose senza vero scheletro, con mesoderma formato da sostanza gelatinosa o fibrosa. Gli elementi ectodermatici sono ciliati.

Fam. *Halisarcidae*. *Halisarca* Duj. *H. lobularis* O. S. violetto-scuro, che ricopre le pietre a mo' di crosta. Sebenico. *H. Dujardinii* Johnst. Forma ammassi bianchi sulle laminarie del mare del Nord.

2. Sottordine. *Ceraospongia*, spugne cornee. Per lo più ramificate o massiccie, talora a corni con sostegno di fibre cornee in cui si trovano anche corpuscoli silicei e grani di sabbia.

Fam. *Spongiadae*. *Euspongia* O. S. Con sostegno fibroso assai elastico, equabilmente grosso, impiegate comunemente come spugne da bagno. *E. adriatica* O. S. (fig. 208) (*Hippospongia*) *equina* O. S., *zimocca* O. S. nell'Arcipelago greco, *mollissima* O. S. Spugna di levante in forma di coppa. *Spongelia elegans* Nardo. *Aplysina aërophoba* Nardo.

3. Ordine. *Halichondriæ*, spugne silicee. Variamente costituite, con aghi per lo più uniassi, spicule silicee semplici, riunite con rivestimenti plasmatici più o meno resistenti, disposti a rete, o racchiusi nelle fibre del parenchima.

Fam. *Chondrosidae* (*Gummineae*). Spugne coriacee. *Chondrosia reniformis* Nardo. Senza corpi silicei, con fibre nel mesoderma.

Fam. *Renieridae*. Spugne di poca consistenza, con brevi aghi. *Reniera porosa* O. S.

Fam. *Spongillidae*. Massiccie o ramificate, con aghi semplici, uniti da un rivestimento sarcodico.

Fam. *Suberitidae*. Spugne massiccie, con spicule capitate, ordinate a rete. *Suberites* Nardo, *S. domuncula* Nardo, Adriatico, Mediterraneo. *Vioa typica* Nardo, sulle conchiglie delle ostriche.

Fam. *Chalinopsidae*. Spugne resistenti ad arbuscolo con scheletro siliceo, con o senza tessuto fibroso. *Axinella polypoides* O. S. Adriatico (fig. 206) *Clathria coralloides* O. S. Adriatico. Vicine sono *Esperia* Nardo, *Myxilla* O. S.

4. Sottordine. *Lithospongiae*, spugne pietrose. Spugne silicee compatte e resistenti, con spicule quadriradiate (*Tetractinellidae*).

Fam. *Geodiidae*. Spugne con scorza, aghi in forma d'ancora e formazioni silicee nella scorza. *Geodia gigas* O. S. Quarnero.

5. Sottordine. *Hyalospongiae*, spugne ialine. Spugne con una impalcatura solida o ialina traforata, formata di spicule silicee, che mostrano nettamente il tipo radiato (con 6 raggi) (*Hexactinellidae*) e possono essere fuse da una sostanza silicea stratificata.

Fam. *Hexactinellidae*. Impalcatura silicea continua e stratificata, corpi silicei a 6 raggi, uniti da rete fibrosa di sostanza silicea, spesso con aghi isolati e fasci di peli silicei. Vivono per lo più a grandi profondità e sono vicine alle *Ventriculiti* fossili. *Dactylocalyx* Bbk., *Euplectella* Owen. *E. aspergillum* Ow. Filippine. Nella cavità del corpo delle spugne ialine vive un piccolo *Palaemon* e *Aega spongiphila*. *Hyalonema Sieboldii* Gray, Giappone, *H. boreale* Lovén, mare del Nord.

II. SOTTOTIPO.

Celenterati p. d. (Cnidaria) (1).

Con bocca polare, formantesi al polo orale della larva, e con capsule urticanti nei tessuti epiteliali delle forme polipoidi e medusoidi.

I cnidarii rappresentano i celenterati in stretto senso, nella cui struttura si vede chiaramente indicata la disposizione radiale. La cellula ameboide si riduce a una unità autonoma utile pel movimento e per la nutrizione, e le cellule dell'endoderma possono, a modo delle amebe, introdurre corpi solidi. Mancano i pori cutanei per l'introduzione dei corpuscoli nutritivi, mentre v'è una bocca dal lato del blastoporo, che provvede a ciò. Generalmente fra le cellule epiteliali dell'ectoderma, e anche dell'entoderma, vi sono capsule urticanti. Ogni cellula urticante (*cnidoblasto*) produce una capsula urticante e porta un processo plasmatico superficiale (*cnidocilio*), che verosimilmente è assai sensibile agli stimoli meccanici, e dà l'eccitamento allo scattare della capsula. Non raramente i cnidoblasti si trovano assai densamente stipati in alcune regioni, e formano nodi o cercini urticanti (fig. 212).

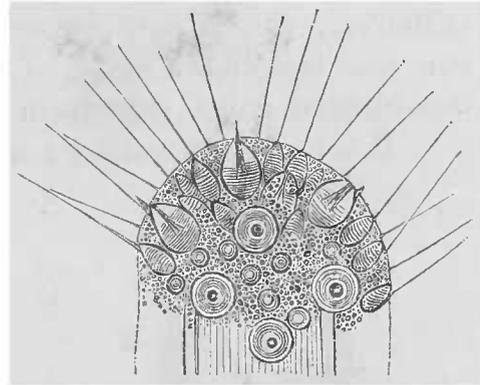


Fig. 212. — Ammasso di nematocisti all'estremità dei tentacoli di un *Scyphostoma*.

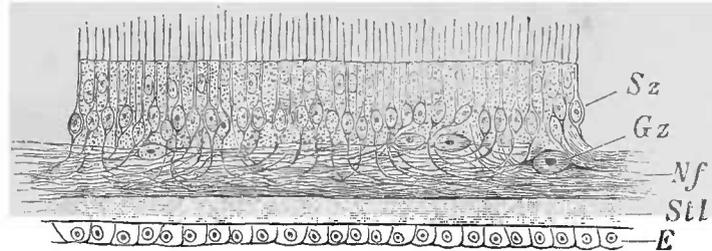


Fig. 213. — Sezione longitudinale attraverso i nervi anelari della *Charybdea*. Sz cellule di senso dell'ectoderma, Gz Cellule gangliari, Nf Fibre nervose, Stl Lamella di sostegno, E cellule entodermatiche.

Anche il differenziamento dei tessuti e degli organi è diverso da quello degli spongiarî, nei cui tessuti non furono trovati *cnidoblasti*; nei cnidarî l'organizzazione è più elevata. Specialmente si trovano nell'ectoderma delle cellule di senso, non raramente come organi di senso specifico, nonché cellule e fibre nervose. Queste

(1) M. Edwards e J. Haime. Histoire naturelle des Coralliaires, 3 Tom. Paris, 1857-60. L. Agassiz, Contributions of the Natural History of the United States of America, Vol. 3-4, 1860-1862. G. J. Alimann, A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, 2 vol. London 1871-72. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen I, Giessen 1853, e Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. *Archiv. für Naturgeschichte*, 1854. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum, *Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien*. E. Haeckel, System der Medusen, Jena 1880 e 1881.

formano spesso uno strato profondo di fibre sotto la copertura ectodermica superficiale, dalla quale, come appendici delle cellule sensorie, prendono origine (fig. 213). In molte meduse, *craspedote* e *caribdee*, si trova un semplice o doppio anello nervoso in vicinanza al margine del disco, mentre nei polipi (*Attinie*) le fibre nervose hanno una disposizione più o meno irregolare.

Le forme caratteristiche dei cnidarii sono il polipo e la medusa, e entrambe presentano due diverse e corrispondenti modificazioni. La forma polipoide semplice è quella dell'idropolipo, come appare nel polipo d'acqua dolce (*Hydra*), cioè è un tubo chiuso al polo aborale, con braccia prensili o tentoni intorno alla bocca, con una cavità gastrica cilindrica, che si estende nelle braccia, ed è coperta dall'entoderma, e con una lamella di sostegno tra l'ectoderma e l'entoderma, che alcuni considerano come mesoderma (fig. 214 a).

Il polipo del corallo ha una struttura più complicata, possedendo un

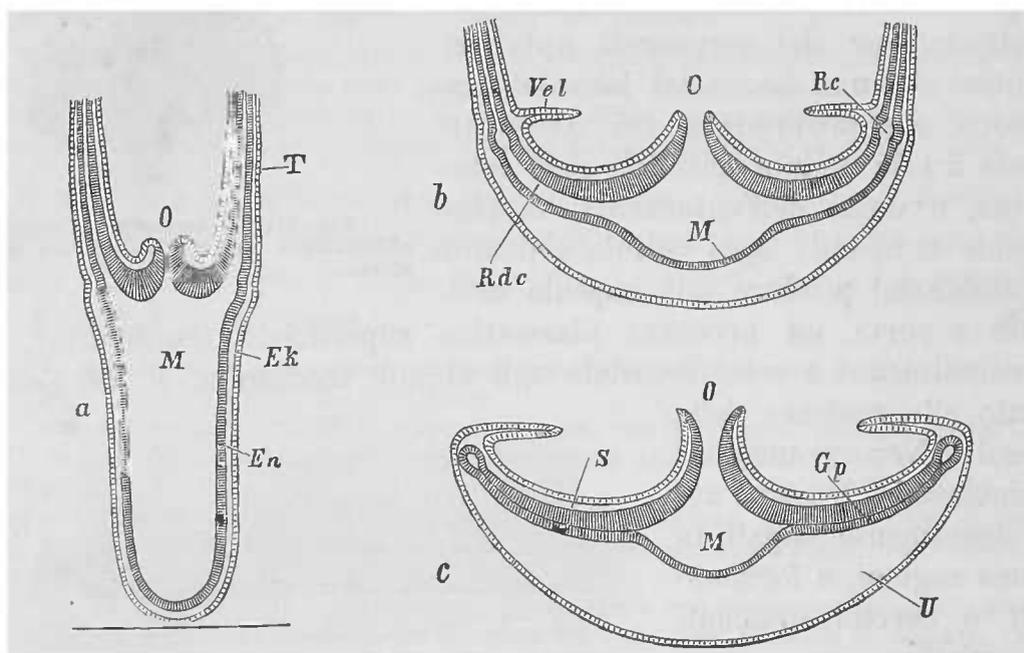


Fig. 214. — Sezione longitudinale schematica di un polipo idroide e della derivante medusa. a Idropolipo. O Bocca, T Tentacoli. M Spazio gastrico. Ek Ectoderma. En Entoderma. b Idromedusa con due canali radiali Rdc, Rc Canale anellare, O Bocca, Vel Velo, c Sezione di due radii intermedi, Gp Piastra vascolare, S Subombrella, U Ombrella.

tubo faringeo, e quattro, sei, otto introflessioni della cavità gastrale disposte intorno ad esso. Esse sono separate da processi mesodermali della parete del corpo; questi continuano come pareti di divisione munite di filamenti mesenteriali, che giungono fino alla cavità gastrale.

La medusa si presenta come *Hydromedusa* (*Medusa craspedota*), o come *Scyphomedusa* (*Acalephe*). La prima deve riportarsi agli idropolipi passanti per lo stadio di vita libera, che si ripete nello stadio giovanile delle idromeduse. In seguito a un notevole accorciamento dell'asse longitudinale e allargamento dell'asse trasversale, si

forma una parte aborale a conca o ad *ombrella*, mentre il disco boccale, circondato da un velo muscoloso e contrattile, si dilata in una *subombrella* concava, nel cui centro sta la bocca che si eleva per lo più su un prolungamento prominente (fig. 214 *b*). Ai tentoni del polipo corrispondono qui i filamenti marginali o tentacoli del margine del disco, alla membrana di sostegno il denso ed elastico disco gelatinoso dell'ombrella e l'ancor più denso disco della subombrella, alla cavità

gastrale, semplice nel polipo, la complicata cavità gastrica, divisa dalla fusione parziale dell'entoderma orale e aborale (finestra vascolare) (fig. 214 *c*, *Gp*), in stomaco centrale (*M*), vasi radiali (*Rg*), e vaso anellare (fig. 214 *b*).

La seconda più complicata forma di medusa, la scifomedusa o acalefo, è da riferirsi a una forma polipoide a 5 raggi,

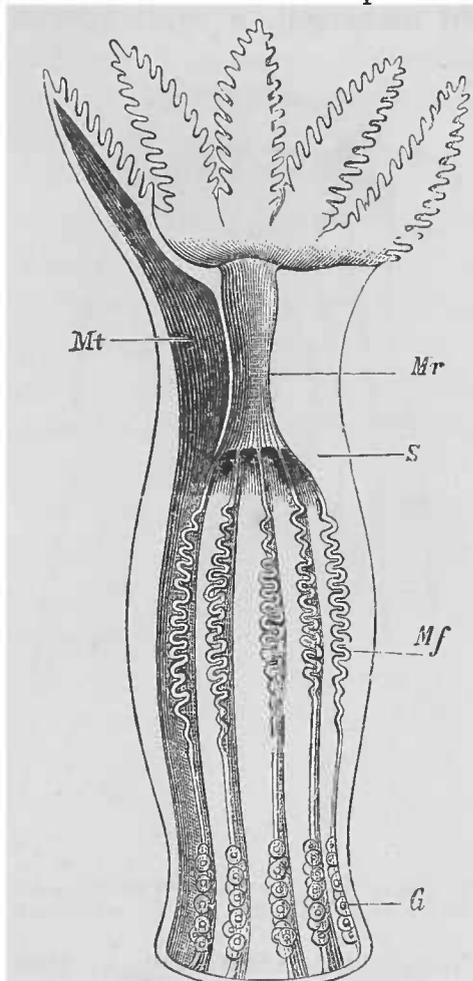


Fig. 215. — *Mr* Tubo gastrico, *Mt* Tasche gastriche, *S* Setto, *Mf* Piastre mesenteriali, *G* Organi sessuali.

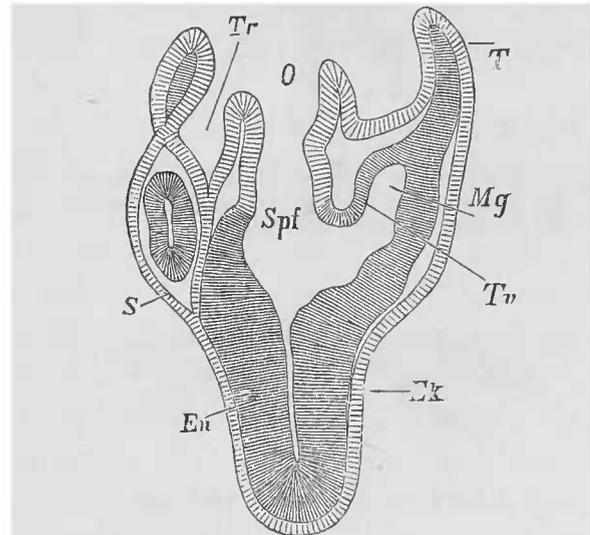


Fig. 216. — Sezione longitudinale di un scifopolipo a 8 braccia; a destra v'è una tasca gastrica *Mg*, a sinistra un setto *S* (da Goette. *Tr* Inbuto dei setti, *T* Tentacolo, *Tv* Sifario delle tasche, *O* Bocca, *Spf* Istmo taringeo, *Ek* Ectoderma, *En* Entoderma.

simile al polipo del corallo (antozoi), o al scifopolipo, che si ripete nello sviluppo. Esso somiglia a un polipo del corallo, dapprima con 4 raggi, poi con 8, 12, 16 e più; dal disco boccale partono 4 tubi gastrali in cui si continua lo spazio gastrale e che sono divisi in 4 semicanali periferici (fig. 139).

Secondo Götte (1) la coincidenza col polipo corallario sarebbe ancor più grande, quando la proboscide fosse un tubo faringeo ectodermale intorno a cui lo spazio gastrale abbia formato quattro estroflessioni o tasche gastriche divise da veri setti (?). In seguito verreb-

(1) A. Götte. Ueber die Entwicklung von Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata, 1887.

bero i lunghi semicanali (fig. 216). Da una tale forma polipoide deriva la scifomedusa, allo stesso modo come l'idromedusa dal polipo idroide, poichè (dopo la regressione dei cercini gastrali separanti le doccie gastriche, dai cui resti si sviluppano i filamenti gastrali) i rivestimenti entodermici orale e aborale del corpo allargato si saldano radialmente (8, 16 raggi), e tra essi rimangono dei vasi (radiali), dapprima allargati, poi ristretti a tubo. Mentre al margine i tentacoli del polipo si obliterano, si innalzano otto paia di lobi marginali, e negli interstizii

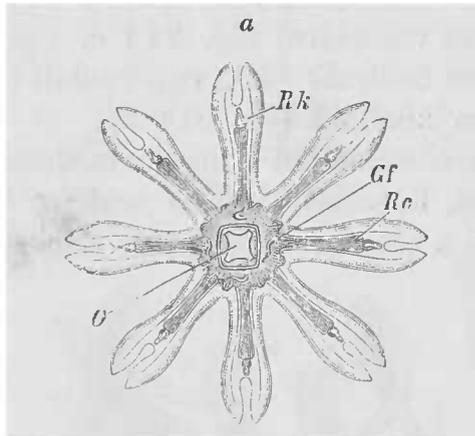
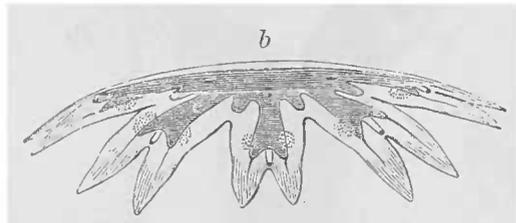


Fig. 217. — a Larva d'acalefo (*Ephyra*).
Rk Corpo marginale. Gf Filamento gastrale,
Rc Canale radiale, O Bocca.



b Ephyra libera (di circa 1,5-2 mm.
di diametro)

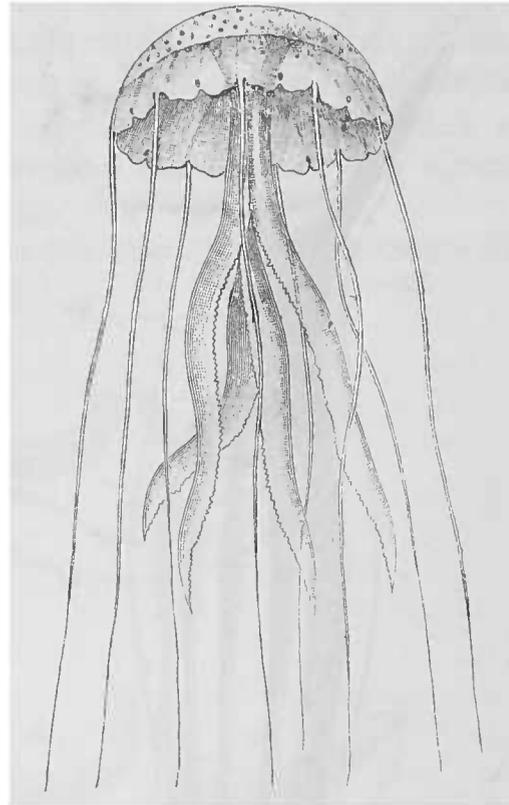


Fig. 218. — Giovane *Chrysaora* nello
stadio di Pelagia, con otto fili marginali.

di ogni paio di lobi si forma un corpo marginale o sensorio. In questa guisa, dal scifopolipo, o dalla sua parte anteriore allargata, ha origine la forma larvale delle meduse acraspede, l'*Ephyra* (fig. 217), la quale, in seguito a ulteriori modificazioni, diventa una medusa (fig. 218).

I. CLASSE. Coralli (Anthozoa, Actinozoa) (1).

Polipi con tubo boccale ectodermico, con tasche gastriche e ripiegature mesenteriali, con organi sessuali endodermici, senza generazione sessuale medusoide, e spesso con uno scheletro calcareo solido mesodermico.

I polipi antozoi o coralli si distinguono dalle idromeduse per una

(1) Ehrenberg, Beiträge zur physiologischen Kenntniss der Korallenthiere im Allgemeinen und besonders des rothen Meeres, und über die Natur und Bildung der

mole molte maggiore e per la struttura assai più complicata della cavità gastro-vascolare. Questa non è una cavità semplice, ma al contrario è divisa da molti sepimenti verticali (*ripiegature mesenteroidi*) in un sistema di tasche verticali fra loro comunicanti al fondo della cavità gastro-vascolare. Alla loro parte superiore queste tasche prendono la forma di canali e si continuano nei tentacoli; in questo punto, infatti, le ripiegature mesenteroidi sono saldate per il loro margine interno alla parete esterna del tubo gastrico. Peraltro può rimanere sotto il disco boccale un orificio in ogni sepimento, che lascia comunicare fra loro le tasche vicine. Esiste molto spesso un sistema di canali capillari nella parete del corpo.

Il tubo gastrico o boccale ha il significato morfologico di un esofago; possiede alla sua estremità inferiore, dove le tasche periferiche sboccano nella cavità centrale, un'apertura suscettibile di chiudersi, che lo fa comunicare col sistema gastro-vascolare. La bocca dà passaggio non solo agli alimenti, ma serve anche a rigettare i prodotti d'escrezione. Le secrezioni relative alla digestione sono prodotte da cordoni aggomitolati (*filamenti mesenteroidi*), situati sul margine dei sepimenti (fig. 215).

Il corpo del polipo è formato da uno strato esterno di cellule, da uno strato interno, limitante il sistema gastro-vascolare, e di tessuto connessivo intermedio (*mesoderma*), il cui spessore e la cui struttura sono variabilissimi. Il mesoderma si presenta raramente sotto forma di tessuto gelatinoso; esso è composto per lo più da sostanza connessiva solida, omogenea, sparsa di cellule fusiformi o stellate (*alcionidi, gorgonidi*), che possono passare alla forma fibrillare e divenire la sede di depositi calcari. Possono apparire nel mesoderma anche fibre muscolari, che derivano dalle cellule endodermatiche, mentre le fibrille nervose e le cellule sensorie dell'ectoderma, recentemente scoperte nel disco boccale e nei tentacoli, conservano la loro posizione superficiale. Gli elementi sessuali hanno origine sul margine dei sepimenti, nei rigonfiamenti nastriformi o aggomitolati, sopra i filamenti mesenteroidi, e sono, secondo Hertwig, prodotti dall'endoderma. Ordinariamente i sessi sono separati, però si trovano anche individui ermafroditi. Raramente tutti gli individui sono ermafroditi, come nel *Cerianthus*.

Korallenbänke. *Abhandl. der Berliner Akad.*, 1832. Ch. Darwin, *The Structure and Distribution of Coralreefs*. London, 1842. J. D. Dana, *United States Expl. Expedition, Zoophyte*. Philadelphia, 1846. M. Edwards, e J. Haime. *Histoire naturelle des Coralliaires*. III Vol. Paris 1857-1860. Lacaze Duthiers, *Histoire naturelle du Corail*. Paris, 1864. Gosse, *Actinologia britannica*. London 1860. Kölliker, *Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien*, 1872. Moseley, *The structure and relations of the Alcyonarian Heliopora coerulea, etc.* *Philos. Transactions of the Roy. Soc.*, 1876. O. und R. Hertwig, *Die Actinien anatomisch-histologisch, etc. untersucht* *Jen. Zeitschr.*, Vol. XIV 1880. — R. Hertwig *Die Actinien der Challenger-Expedition*. Jena 1882. A. Andres, *Le Attinie*. Leipzig, 1884.

I coralliari sono spesso vivipari. Le uova fecondate danno origine, dopo segmentazione, a delle larve ciliate con cavità gastrica interna e con un orificio boccale situato al polo posteriore, quando l'animale si muove. Giunte a questo stadio, le larve si fissano per il loro polo aborale, e si vedono apparire intorno alla bocca 2, poi 4, 8, 12, ecc. tentacoli. Nelle octactinie gli otto primi tentacoli appaiono contemporaneamente.

Nelle poliactinie, in cui il numero dei tentacoli e delle tasche periferiche è un multiplo di 6, si credette a torto, con Milne-Edwards, che si sviluppavano dapprima 6 sepimenti primari, poi fra questi 6 sepimenti secondari, poi ancora 12 sepimenti di terz'ordine, 24 di quart'ordine, ecc.; e che così i sepimenti della stessa grandezza fossero della stessa età e appartenessero quindi allo stesso ciclo. Ma Lacaze-Duthiers

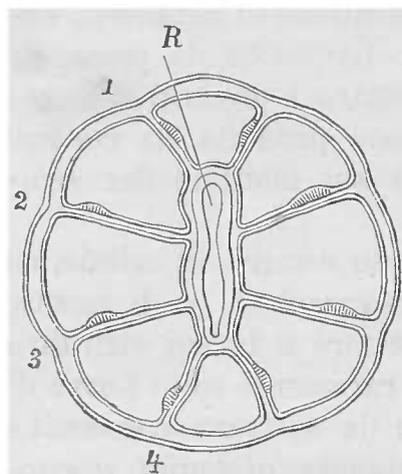


Fig. 219. — Sezione d'una octactinia (Alcyonium), da R. Hertwig. R Solco esofageo 1, 2, 3, 4 Setti con le loro fibre muscolari.

dimostrò che l'accrescimento dei sepimenti e dei tentacoli ha luogo secondo una legge affatto diversa, che le prime fasi di sviluppo presentano una simmetria ben nettamente bilaterale e che solamente più tardi appare la simmetria raggiata per l'uguagliamento degli elementi alternanti ineguali. R. Hertwig ha fondato la legge d'accrescimento del sistema dei sepimenti. Del resto un vestigio di questa simmetria bilaterale primitiva persiste nella fessura boccale allungata, che è situata nel piano dei due tentacoli primari.

La fessura boccale, spesso caratterizzata da uno o due solchi, indica quindi il piano principale (o direttivo), ai cui lati si sviluppa simmetricamente il sistema dei sepimenti. Se i due tentacoli principali sono simili fra loro ed esistono le due doccie faringee, anche il piano trasversale, disposto ad angolo retto per rispetto al principale, divide il corpo in due metà simmetriche (fig. 220), e la disposizione è doppiamente simmetrica (attinie, madrepore), mentre è semplicemente simmetrica quelle delle octactinie, del cerianto e dei tetracoralli (fig. 219).

Le più giovani fasi larvali delle attinie (*A. mesembryanthemum*, *Sagartia*, *Bunodes*) appartenenti al gruppo delle poliactinie, che furono studiate con gran cura, sono piccole planule ciliate, uno dei cui poli, un po' allungato, porta un ciuffo di lunghe ciglia (fig. 221, a). L'estremità opposta, appiattita, è traforata dalla bocca che conduce, per mezzo di un corto tubo esofageo, formatosi per introflessione, nella stretta cavità gastrica. La prima traccia di differenziamento consiste nella comparsa di due ripiegature opposte che dividono la cavità gastrica in tre tasche ineguali. L'apertura boccale prende la forma di una fessura longitudinale simmetrica, e perpendicolare alla direzione di que-

ste ripiegature mesenteroidi primarie, cosicchè si potrebbe far passare per la bocca un piano mediano. Si presentano tosto, nella tasca maggiore, due altre ripiegature simmetriche per rapporto al piano mediano, cosicchè la cavità generale è divisa in quattro parti, una anteriore, una posteriore e due laterali più piccole. Poi si sviluppa, nella tasca posteriore, un terzo paio di ripiegature e successivamente, nelle tasche laterali, un altro paio che raggiunge quasi la dimensione del paio precedente. Più tardi le tasche, situate da una parte e dall'altra delle ripiegature principali, si dividono alla lor volta per nuovi sepimenti. Le dodici tasche gastro-vascolari così formate acquistano tutte a poco a poco lo stesso sviluppo e si possono distinguere in un paio impari, situato nel piano mediano, e in cinque paia simmetriche per rapporto a questo stesso piano. Già prima che il quinto e il sesto paio di sepimenti abbiano cominciato a svilupparsi, appaiono i tentacoli all'estremità orale delle tasche gastro-vascolari, e il primo che appare è quello che corrisponde alla tasca impari anteriore (1). Più tardi nasce quello che gli è direttamente opposto, poi tutti gli altri per paio sotto forma di piccoli bitorzoli mammellari. Quando i 12 tentacoli sono formati, hanno alternativamente la stessa mole, di modo che i sei più grandi, di cui fanno parte i tentacoli impari dell'asse longitudinale, si alternano con sei tentacoli eguali e più piccoli; essi costituiscono così due cicli, l'uno di primo ordine, l'altro di secondo, ciascuno di 6 tentacoli.

I 12 sepimenti seguenti non si formano per la divisione di ciascuna delle dodici tasche già esistenti, ma per sei paia disposte simmetricamente fra gli elementi del secondo ciclo. La grandezza dei nuovi tentacoli, dapprima corti, raggiunge più tardi quella dei 6 tentacoli che seguono i tentacoli di secondo ordine e la sorpassa ben presto; essi sembrano alla lor volta rappresentare il secondo ciclo. La stessa legge di accrescimento si ripete nel corso delle fasi evolutive seguenti, e così il numero dei tentacoli aumenta sul polipo, già completamente fissato per il suo polo posteriore.

La riproduzione asessuale per gemmazione e per scissione è diffusissima nei coralli. Le gemme possono apparire nei punti più diversi



Fig. 220. — Sezione trasversale di una Attinia (*Adamsia*) da R. Hertwig. *Hf* Compartimenti mediani o direzionali, *R* Doccia boccale.

(1) Come, nel gruppo delle idromeduse, il primo tentacolo del giovane poliposcifistoma.

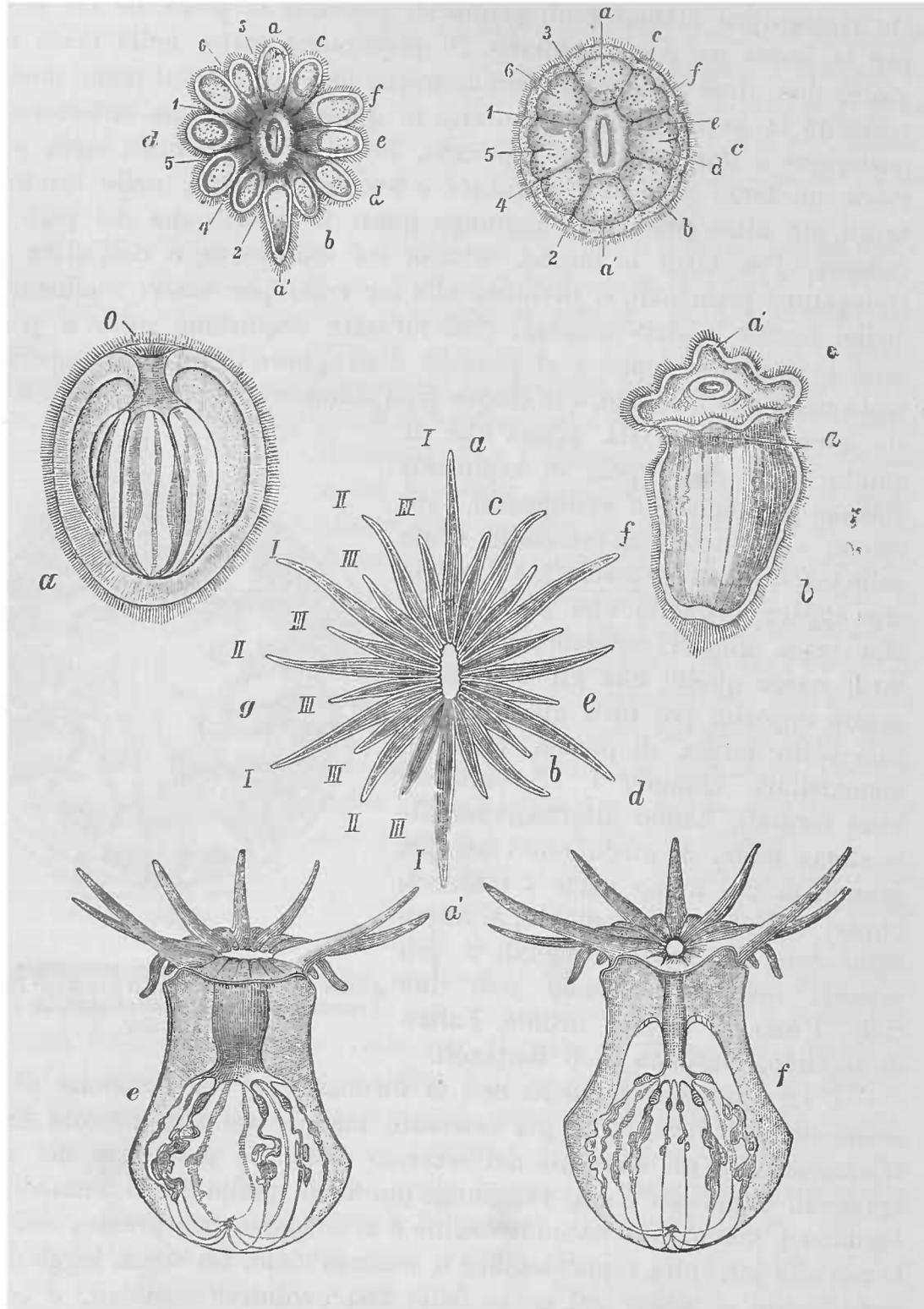


Fig. 221. — Sviluppo dell'*Actinia mesembryanthemum* (da Lacaze Duthiers). — *a* Larva con otto seimenti e due filamenti mesenteriali. *O* Bocca. — *b* Larva più progredita con otto tentacoli. *a'* Tentacolo primo formato della tasca anteriore impari. — *c* Larva con l'abbozzo delle prime 12 pareti di divisione, vista dal polo boccale. Con 1-6 sono indicati i seimenti, secondo l'ordine progressivo della loro comparsa, con *a-f* le tasche. — *d* Larva con gli abbozzi dei primi dodici tentacoli, vista dallo stesso punto, in cui si osserva già l'ordinamento in due cicli alternanti. — *e, f*, Giovane attinia con 24 braccia alternamente eguali, in due sezioni longitudinali poste l'una normalmente all'altra. — *g* Bocca e tentacoli boccali, visti dalla parte boccale. A sinistra, sono indicati con I-III i tentacoli in cicli di dimensione, a destra con *a-f* quelli delle prime sei paio di tasche.

del corpo, anche sull'estremità boccale; in questo caso ne risulta una forma simile ad uno strobilo. Nei *Blastotrochus* le gemme sono perpendicolari all'asse dell'individuo progenitore (fig. 222). Se gli individui così prodotti restano fra loro uniti, ne risulta la formazione di colonie, che possono assumere una configurazione diversissima ed acquistare uno sviluppo considerevole. In generale gli individui sono contenuti in una massa comune, il *cenenchima* o *sarcosoma*, e le loro cavità gastriche comunicano fra loro più o meno direttamente, in modo che i succhi digerenti elaborati da uno qualunque dei polipi profittano a tutta la colonia. Questa ci presenta per lo più un notevole esempio di comunità formata di individui simili (fig. 223). La sola formazione dei prodotti sessuali è, di solito, divisa in individui differenti, i quali del resto adempiono a tutte le funzioni animali e vegetative.

Le formazioni scheletriche (polipai) dei coralliarî hanno un'importanza grandissima. Quasi in tutti, fuorchè nelle attinie, si depongono nel mesoderma dei pezzi calcari. Nelle octactinie le formazioni scheletriche sono costituite da corpuscoli calcari, *sclerodermi* o *spicule* (fig. 224) di forma variabile, che restano ora liberi, ora riuniti in grandi masse per mezzo di un cemento (asse del *corallo*); possono anche presentarsi nell'asse dei depositi cornei (*gorgonidi*). Lo scheletro calcareo delle *madrepore*, che ha spesso la durezza della pietra, non comincia mai con la formazione di spicule, ma risulta dalla calcificazione del cenenchima. Lo sviluppo di questo *scheletro dermatico* comincia sulla superficie pedale e si continua in modo che, vicino alla *lamina pedale* calcificata, si forma nella parte inferiore del polipo una *lamina murale* o *muraglia*, avente più o meno la forma di una coppa, da dove raggiano più lamelle verticali, i sepimenti (*septa*) (fig. 225). Lo scheletro calcareo di ogni polipo presenta la stessa simmetria della cavità gastro-vascolare, ma in modo che i sepimenti corrispondono all'intervallo delle ripiegature mesenteroidi. Il numero dei sepimenti aumenta, come quello delle ripiegature mesenteroidi e dei tentacoli, con l'età dei polipi e secondo la stessa legge. Ulteriori differenziamenti apportano nello scheletro molte modificazioni, che hanno grande importanza dal punto di vista della classificazione. Talora si eleva nell'asse, al centro dello spazio circondato dalla muraglia, una colonna calcareo

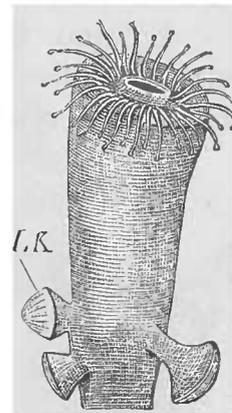


Fig. 222. — *Blastotrochus nutrix* (da C. Semper).
Lk Gemme laterali.

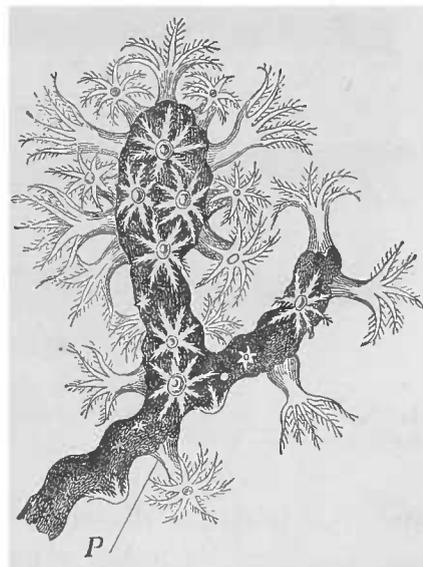


Fig. 223. — Ramo di un polipaio di *Corallium rubrum*, Corallo nobile (da La Caze-Duthiers). P Polipo.

columella, e, intorno ad essa, una corona di bacchettine verticali (*pali*) separate dai sepimenti della muraglia (fig. 226). Le faccie laterali dei sepimenti possono emettere delle protuberanze o delle trabecole (*synapti- culae*), o anche delle pareti orizzontali di divisione (*dissepimenta*). Il muro può produrre alla sua faccia esterna delle appendici lamellari verticali (*coste*), tra cui possono ancora esservi dei dissepimenti.

Le più importanti variazioni delle colonie di polipi non dipendono dalle formazioni scheletriche divergenti del corpo polipoide, ma sono il risultato di un accrescimento alterato, derivante dalla gem-

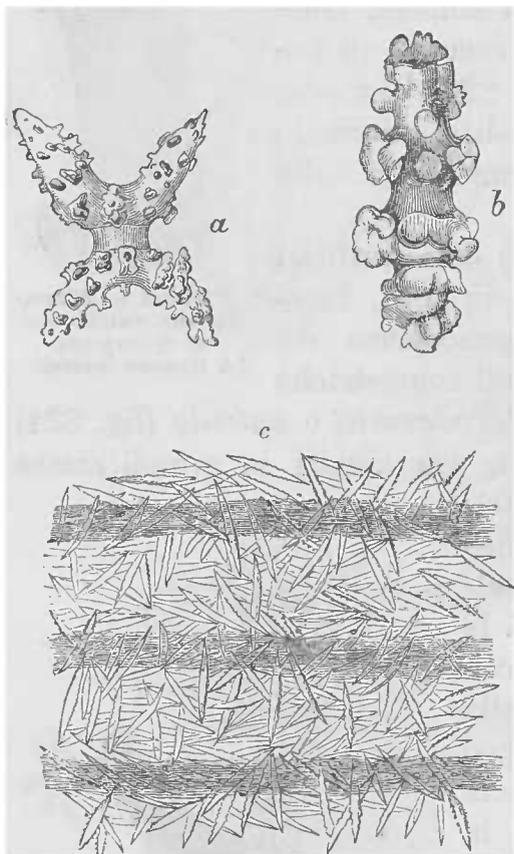


Fig. 224. — Sclerodermiti di *alcionarii* (da Kölliker). — *a* di *Plexaurella*, *b* di *Gorgonia*, *c* di *Alcyonium*.

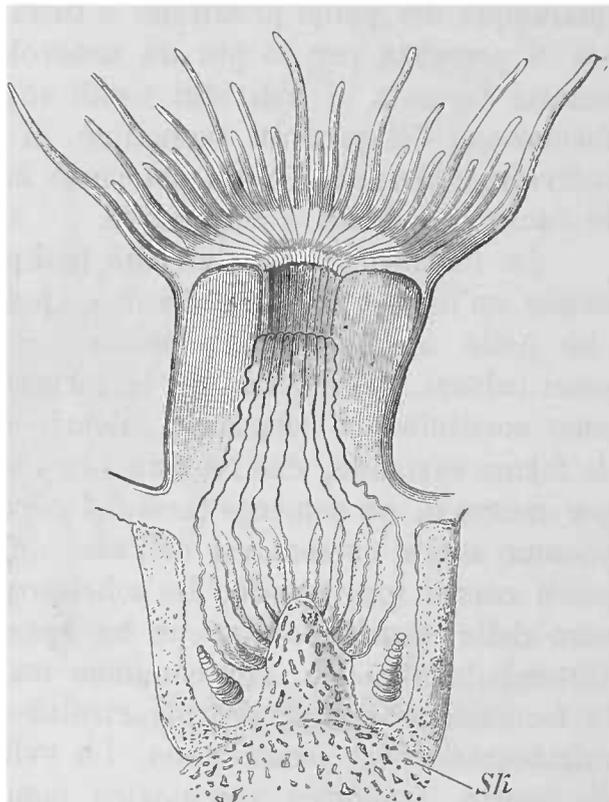


Fig. 225. — Sezione verticale attraverso un polipo dell'*Astroides calycularis* (da Lacaze-Duthiers). — Si vede l'orificio boccale e il tubo esofageo coi sepimenti che vi sono fissati, e le lamine calcari tra questi ultimi e la columella *Sk.*

mazione e dalla divisione incompleta. Si osservano quindi numerose modificazioni di colonie ramificate, per es., di *madrepore* (fig. 227) e *oculinidi* (fig. 228); sonvi anche colonie lamellari, come quelle delle *astree* (fig. 229) e delle *meandrine* (fig. 230).

Gli antozoi abitano il mare, specialmente nelle zone calde, sebbene alcuni tipi di octactinie carnose e di attinie si presentino su estesa superficie. I polipi, formanti banchi e isole, son limitati circa al 28° grado di latitudine boreale e australe, e solo qua e là sopravanzano ad essi. Per lo più stanno vicini alle coste e costruiscono nel corso dei tempi, per l'accumulazione dei loro scheletri, delle masse rocciose di una colossale estensione, degli scogli di coralli (atolli, banchi corallini) così dan-

nosi per i navigatori e che diventano spesso l'origine di nuove isole. In ambo i casi il cambiamento graduale di livello e il sollevamento del fondo del mare aiutano l'attività vitale dei polipi coralliani, e d'altra parte, l'accrescimento in profondità dei banchi di coralli può essere prodotto da uno sprofondamento graduale del suolo.

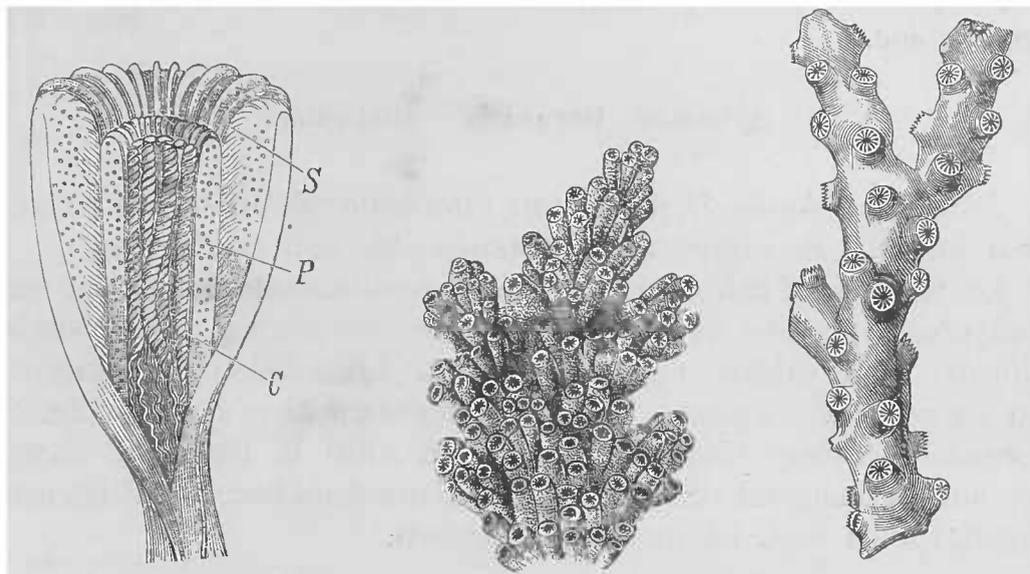


Fig. 226. — Sezione verticale attraverso il calice di *Cyathina cyathus* (da Milne-Edwards). — S Sepimenti, P Pali, C Columella.

Fig. 227. — *Madrepora verrucosa* (da Milne-Edwards e J. Haime).

Fig. 228. — Ramo di *Oculina speciosa* (da Milne-Edwards e J. Haime).

La parte che prendono gli antozoi ai cambiamenti della crosta terrestre è importantissima, e, come ora proteggono le coste contro l'azione distruttiva delle onde e contribuiscono con l'accumulazione delle

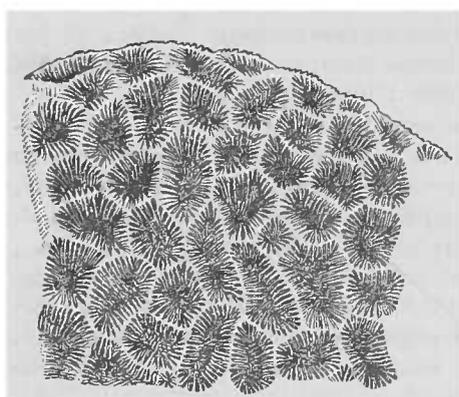


Fig. 229. — *Astraea (Goniastraea) pectinata* Ehibg (da Klunzinger).

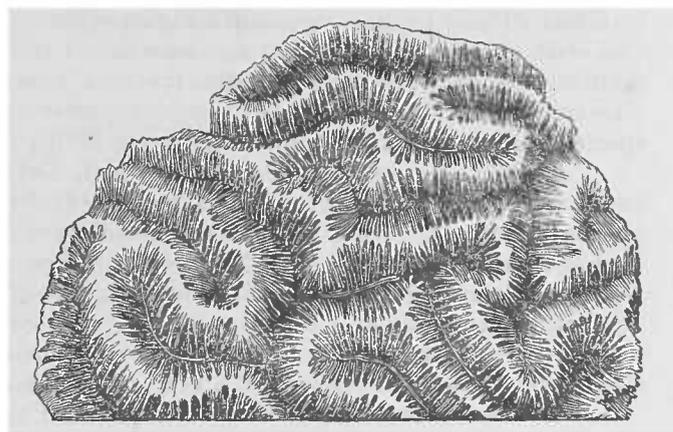


Fig. 230. — *Maeandrina (Coeloria) arabica* Klz. (da Klunzinger).

masse calcari alla formazione di isole e di depositi potenti, così, nei periodi geologici antichi, essi hanno avuto una parte ancora più considerevole, come si può giudicare anche dalle potenti formazioni coralline dei terreni paleozoici e giuresi.

1. ORDINE. *Rugosa* = *Tetracorallia*.

Coralli paleozoici a numerosi sepimenti, simmetricamente disposti, il cui numero è un multiplo di 4.

A quest'ordine appartengono le famiglie dei *ciatofillidi*, degli *stauridi*, ecc.

2. ORDINE. *Alcyonaria* = *Octactinia*.

Polipi e colonie di polipi con otto tentacoli bipennati e con uno stesso numero di ripiegature mesenteroidi non calcificate.

Le formazioni calcari dei tegumenti costituiscono dei polipai carnosì o una crosta friabile avvolgente un asse ora corneo, ora pietroso, o anche dei tubi calcari rigidi (*tubipori*). Lo scheletro è sempre formato da speciali corpuscoli calcari, sclerodermiti o spicule (fig. 224). Gli embrioni escono dall'uovo per lo più sotto la forma di larve ciliate, ancora mancanti di sepimenti e d'intestino boccale. È normale la separazione dei sessi su individui differenti.

1. Fam. *Alcyonidae*. Colonie sedentarie a polipai generalmente carnosì, coriacei, mancanti d'asse e contenenti solo un piccolo numero di spicule calcari nei tegumenti. Le colonie si formano per gemmazione laterale e costituiscono delle masse lobate e ramificate, *Alcyonium palmatum* Pall., *A. digitatum* L., o per gemmazione basale e per stoloni radicali che riuniscono gli animali, *Cornularia crassa* Edw.

2. Fam. *Pennatulidae*. Penne di mare. Colonie di polipi la cui base libera si approfonda nella sabbia o nel limo e presenta per lo più un asse corneo flessibile. Di fianco a individui sessuati, piccoli polipi sterili. Aperture sul tronco che danno entrata e uscita all'acqua. Ora i polipi sono situati su delle branche laterali dello stelo e il polipaio ha la forma di una penna, *Pennatula rubra* Ellis, ora i polipai sono raggruppati intorno a uno stelo semplice, *Veretillum cynomorium* Pall., dioico. In altri casi, il polipaio è appiattito, reniforme, a stelo rigonfio, ma senz'asse, *Renilla violacea* Quoy. Gaim., o, per l'accumulazione dei polipi all'estremità superiore d'un lungo stelo, assume la forma di una specie di ombrella, *Umbellula Thomsonii* Köll., che abita i mari profondi.

3. Fam. *Gorgonidae*. Polipai corticali. Colonie sedentarie munite di un asse ramificato, corneo o calcareo, rivestito di una scorza friabile o d'un parenchima molle contenente spicule calcari. L'asse è ora corneo, flessibile e inarticolato, *Gorgonia verrucosa* Pall., Mediterranea, *Rhipidogorgia flabellum* L., ora un polipaio a ventaglio, ora formato di segmenti alternativamente cornei e calcarei, *Isis hippuris* Lam., *Melithaea ochracea* Lam., ora finalmente pietroso e formato di calce. È il caso del corallo, *Corallium rubrum* Lam. (fig. 223), il cui asse rosso serve a fabbricare ornamenti. Si trova nel Mediterraneo, principalmente sulle coste rocciose d'Algeri e di Tunisi ed è oggetto di importante commercio.

4. Fam. *Tubiporidae*. Organo di mare. Polipaio simile a un organo. I polipi sono situati in tubi calcari paralleli riuniti fra loro da espansioni lamellari orizzontali. *Tubipora Hemprichii* Ehrbg.

3. ORDINE. *Hexactinia* = *Zoantharia*.

Polipi e colonie di polipi muniti di tentacoli in numero di 6, 12 o un multiplo di 6, che formano intorno alla bocca dei cicli generalmente fra loro alternanti.

Di rado il corpo è interamente molle o coriaceo; di regola ha un polipaio pietroso a struttura cristallina, a strie raggianti. Generalmente v'è separazione dei sessi; si trovano, peraltro, dei polipi ermafroditi (*Cerianthus*). Le larve restano generalmente nella cavità gastro-vascolare dell'individuo progenitore, finchè non abbiano acquistato otto o dodici sepimenti e l'inizio dei tentacoli. Molti costituiscono dei banchi e delle isole.

1. *Antipatharia*. Per lo più 6 soli tentacoli e un asse corneo.

Fam. *Antipathidae*. Colonie di polipi a corpo molle, non calcificato, ma con uno scheletro corneo semplice o ramificato, 6 tentacoli circondano la bocca. *Antipathes* Pall., corallo nero, Mediterraneo.

2. *Actiniaria*. Senza formazioni dure.

Fam. *Actinidae*. Corpo molle. Polipi ora isolati, a cicli di tentacoli numerosi ed alterni, *Actinia* L., ora riuniti in colonie per mezzo di stoloni, *Zoanthus* Cuv. I primi possono in parte lasciare i corpi estranei su cui si fissano col loro piede contrattile e si muovono liberamente. Molti raggiungono una mole relativamente considerevole ed hanno colori smaglianti. Talora la pelle secerne una massa vischiosa piena di molte capsule orticanti o anche una specie di involucri. Conosciute sotto il nome di *anemoni di mare*, sono l'ornamento degli acquari. *Actinia mesembryanthemum* L. *Sagartia* Gosse (fig. 193). *Anthea* Johnst. *Cerianthus* Delle Ch. Guaina cutanea e poro posteriore. Ermafrodita. *C. membranaceus* H.

3. *Madreporaria*. Scheletro calcareo pietroso continuo.

a) Aporosa. Fam. *Turbinolidae*. Polipi ordinariamente solitari, muraglia imperfetta, lamina pedale bene sviluppata: le camere tra i sepimenti restano aperte fino in basso. *Turbinolia* Lam. *Flabellum* Less. *Caryophyllia* Lam. *C. (Cyathina). cyathus* Lam. (fig. 226), *Blastotrochus* Edw. H. (fig. 222).

Fam. *Oculinidae* (fig. 228). Colonie a polipai dendroidi durissimi, cenenchima calcificato; pochi sepimenti. *Oculina virginea* Less., Oceano indiano. *Amphihelia oculata* L., Corallo bianco, Mediterraneo.

Fam. *Astraeidae*, Coralli raggianti. Colonie compatte, muraglie saldate, privi di cenenchima, margini dei sepimenti ora taglienti, ora dentati, camere divise da lamelle orizzontali. *Eusmilia* Edw. I polipi nati per divisione restano riuniti per la loro base e costituiscono un polipaio a cespiti; margini dei sepimenti taglienti. *Galaxea* Oken. Calici nati per gemmazione, liberi al loro margine superiore; margini dei sepimenti ugualmente taglienti. *Cladocora* Ehrbg. Gemme laterali, d'onde colonie cespitose o ramificate. *Cl. cespitosa* L. Mediterraneo. *Astraea* Lam. Calici saldati per tutta l'estensione della muraglia, margini dei sepimenti dentellati. *A. radians* Pall. *Goniastraea pectinata* Ehrbg. (fig. 229). *Maeandrina* Lam. Calici riuniti in lunghi solchi. *M. crassa* Edw. H. *Coeloria arabica* Kl. (fig. 230).

Fam. *Fungidae*. Calici generalmente grossi ed eretti. Polipi talora riuniti in colonie, mancano le muraglie, sepimenti numerosissimi e sviluppatissimi riuniti da sinaptiche. *Fungia discus* Dana, *Halomitra* Dana, *Lophoseris* Edw. H.

b) Perforata. Fam. *Madreporidae*, Madrepora (fig. 227). Polipi e colonie di polipi a cenenchima e muraglia porosa. Cavità gastrica aperta sul fondo e comunicante col canale centrale nell'asse del polipo ramificato. Sepimenti poco sviluppati. *Madrepora cervicornis* Lam. *Dendrophyllia ramea* Edw. Mediterraneo. *Astroides calycularis* Pall.

II CLASSE. Polipomeduse (Polypomedusae) (1).

Polipi senza tubo gastrico, a cavità gastro-vascolare semplice, che dà luogo a una generazione medusoide sessuata o a delle meduse libere.

(1) Eschscholtz, System der Acalephen. Berlin, 1829. Th. Huxley. Memoir on the anatomy and affinities of the Medusae. *Phil. Transact.* London, 1849. L. Agassiz, Contributions of the Natural History of the United States, Acalephae, vol. III, 1860; vol. IV, 1862. E. Haeckel, System der Medusen, vol. I e II, Jena, 1880 e 1881.

Questa classe comprende gli idropolipi e le colonie di polipi, nonché

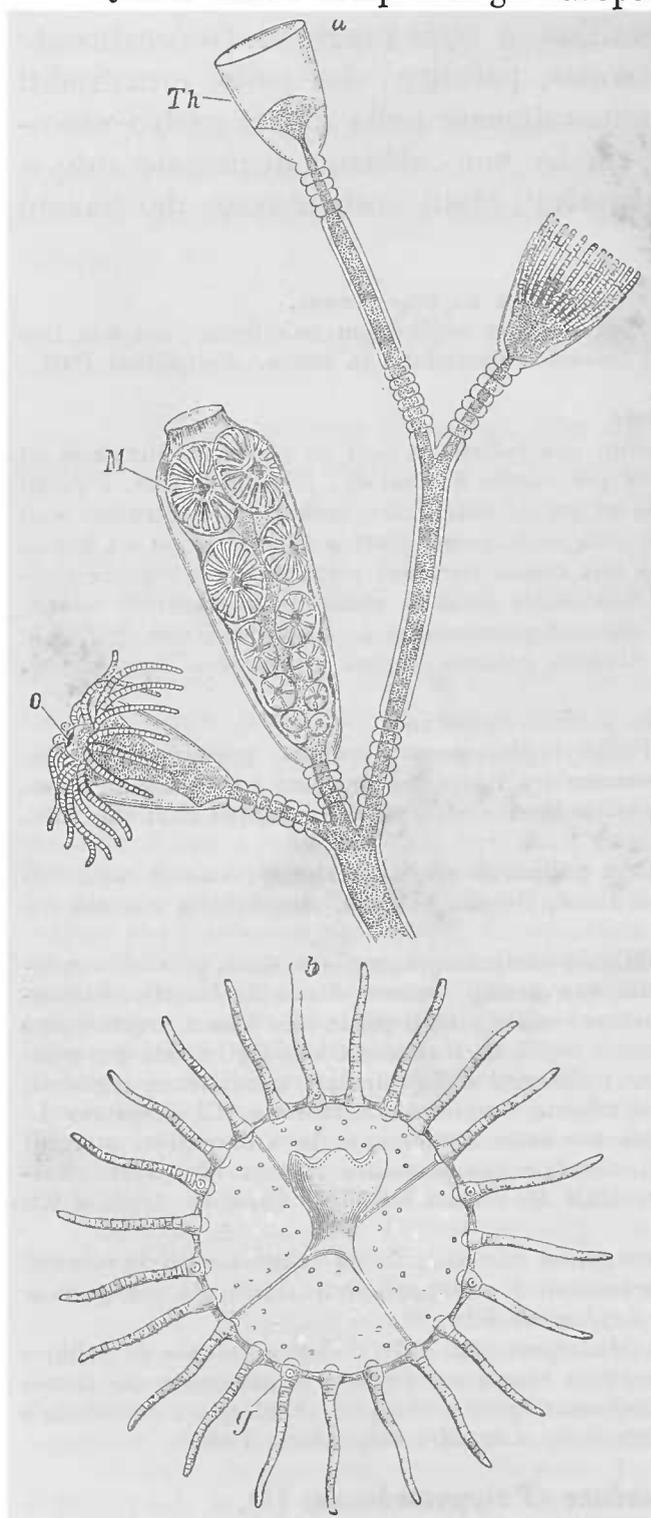


Fig. 231. — *a* Ramo di una colonia di *Obelia gelatinosa*. *O* Oriticio boccale di un polipo nutritore, i cui tentacoli sono eretti. *M* Gemme medusoidi su un polipo prolifero, *Th* Guaina in forma di campana (teca) di un polipo nutritore, *b* Medusa resasi libera della *Obelia gelatinosa*, ancora mancante di organi genitali, *g* Vesicole uditive.

le meduse originate da questi e dai scifopolipi, e che rappresentano gli individui sessuati. I polipi hanno in generale una struttura più semplice di quella degli antozoi e sono anche molto più piccoli. Non hanno nè tubo gastrico, nè setimenti, nè tasche nella cavità gastro-vascolare. Solo i scifopolipi (scifistomi), che rappresentano le forme giovanili delle meduse acalefe, presentano un resto di piegature mesenteroidi nei loro quattro cercini gastrici, su cui possono anche svilupparsi dei filamenti. Secondo Götte, presentano 4 tasche gastriche primarie, intorno a un esofago ectodermatico.

Contrariamente agli antozoi, nelle colonie di polipi non si sviluppa che raramente (*milleporidi*), per calcificazione della cuticola, uno scheletro calcareo paragonabile a un polipaio. Quando esistono formazioni scheletriche, sono generalmente prodotti di secrezione più o meno cornei dell'epidermide, che circondano, sotto forma di guaine delicate, l'asse e le sue ramificazioni, e costituiscono talora intorno ai polipi delle piccole tasche caliciformi (figura 231 *a*); però si sviluppa anche nell'interno del corpo, sotto l'ectoderma, una lamella mesodermatica più o meno consistente, che serve di sostegno alle parti molli, e che è rap-

presentata, nella medusa, dal disco di natura connessiva, generalmente grosso, dell'ombrello.

La medusa è indiscutibilmente la forma di organizzazione più elevata (fig. 231 *b*) dei celenterati, tanto più che rappresenta l'individuo sessuato giunto a maturità, mentre le funzioni vegetative e la riproduzione per gemmazione sono devolute al polipo. Essa possiede un sistema nervoso ectodermatico e degli organi dei sensi. Il primo è situato sul margine dell'ombrello; ha la forma di un doppio cordone che accompagna il vaso anulare, composto di fibrille miste a cellule nervose. Gli organi dei sensi sono i corpi marginali. I prodotti sessuali nascono, sia a spese dell'ectoderma nei vasi radiali (*eucopidi*), o nella parete del peduncolo boccale (*oceanidi*), sia a spese dell'endoderma sulla faccia inferiore dell'ombrella (o sub-ombrella, *meduse acalefe*).

Spesso i polipi e le meduse restano a un grado inferiore di differenziamento morfologico e somigliano i primi ad *appendici polipoidi*, le altre a *gemme medusoidi* contenenti i prodotti sessuali e fissate sullo stelo o sui polipi. In questo caso, l'individualità di queste appendici sembra essere limitata; gli animali medusoidi e polipoidi, dal punto di vista fisiologico, sono abbassati alla parte di organi, la colonia tutta intera rappresenta un organismo semplice. Più la *divisione del lavoro fisiologico* e più il *polimorfismo* sono sviluppati fra le appendici polipoidi e medusoidi, e più è elevata l'unità dall'insieme, che costituisce morfologicamente una associazione di individui aggregati. La gemmazione e l'accrescimento semplice spesso qui non si distinguono affatto l'uno dall'altro.

Per lungo tempo si considerò come un fatto straordinario, quasi inesplicabile, che animali diversi come il polipo e la medusa, che per caratteri zoologici venivano posti in classi distinte, rappresentassero semplicemente diverse fasi di uno stesso ciclo evolutivo. La teoria della generazione alternante non faceva che circoscrivere la difficoltà senza risolverla. La conoscenza esatta del modo di origine della medusa sul corpo del polipo venne a mostrare i rapporti immediati di queste due forme, e provò che realmente *la medusa è un polipo discoide appiattito, la cui cavità gastrica, meno profonda, ma più larga, è ridotta, per opera dello sviluppo di 4, 6, od 8 linee di sutura dei sepimenti, a delle tasche vascolari periferiche (tasche perigastriche) o a dei canali radiali*, corrispondenti alle tasche intersepimentali o tasche gastrovascolari degli antozoi. La differenza consiste, oltre alla forma discoide, principalmente nella posizione del tubo gastrico, che costituisce un peduncolo boccale o gastrico esterno, come nella riduzione dell'altezza dei sepimenti disposti in direzione radiale, formati dalla sutura del foglietto endodermatico orale col foglietto endodermatico aborale corrispondente alla *lamella vascolare*. Nello stesso tempo il disco boccale, che si è di molto allargato, si rende concavo e limita la cavità dell'ombrella o della campana, ed il suo rivestimento ectodermatico si trasforma per fornire i muscoli della parete inferiore dell'ombrella o sub-ombrella. La sostanza di

sostegno della faccia aborale convessa (dopo separazione della colonia) dell'ombrella, diventa un grosso strato mesodermatico contenente spesso delle cellule che rappresentano la massa gelatinosa dell'ombrella, mentre la parete orale resta una membrana sottile e resistente e serve di lamina di sostegno ai muscoli della sub-ombrella (sacco natatorio della campana). I tentacoli sorgono poi vicino al margine dell'ombrella e diventano i filamenti marginali o i tentacoli marginali della medusa, a cui si aggiungono quattro braccia boccali semplici o ramificate, prolungamenti del peduncolo boccale.

Di fronte alla riproduzione sessuale, la riproduzione asessuale è diffusissima, massime nelle forme polipoidi, e dà origine a colonie polimorfe. Per lo più le due forme di riproduzione si alternano regolarmente nel seguito delle generazioni. Tuttavia vi sono delle meduse (*Aeginopsis*, *Pelagia*) che non presentano affatto i fenomeni della generazione alternante e che provengono direttamente da uova fecondate, e subiscono semplicemente delle metamorfosi nel loro sviluppo. Per lo più dall'uovo della medusa o dalla gemma medusoide nasce un polipo, che riproduce a sua volta immediatamente, per divisione trasversale, o solo dopo la formazione di una colonia di polipi sessili o liberi, una generazione di meduse o di gemme medusoidi sessuate.

Le polipo-meduse si nutrono in generale di materie animali e abitano principalmente i mari caldi. Le meduse libere e i sifonofori sono fosforescenti.

Probabilmente i cnidarii devono essere riferiti a una forma fondamentale idroide *Archhydra* (Haeckel), la cui parete si compone di entoderma ed esoderma, e di uno strato intermedio senza cellule. L'archidra, per aumento di volume, complicazione di struttura e formazione di un canale faringeo ectodermatico e di 4 e più tasche gastriche e sepimenti, diè origine ai polipi corallini paleozoici (*tetracorrallia*), da cui uscirono le octactinie e le poliactinie.

Da polipi corallini tettraradiati e ridotti, con sistema gastrovascolare semplificato, devono essere originati i scifopolipi, i quali si trasformano nelle scifomeduse. Le idromeduse si sono sviluppate o direttamente dalle archidre, per mezzo dello stadio interposto di idroide, o, com'è più verosimile per molte ragioni, sorsero da colonie di scifopolipi con sistema gastrico semplificato, da cui pervennero gli idroidi. Solo in alcuni casi rimangono i quattro cercini gastrici, come resti dei sepimenti che mancano alle idromeduse.

Se fosse vero che le meduse craspedote e gli acalefi avessero origine indipendente, quelle dalle archidre e dagli idroidi, queste dai scifopolipi, come antozoi tettraradiati semplificati, i cnidarii dovrebbero essere divisi in *scifozoi* (comprendenti gli *antozoi* e le *scifomeduse*) e in *idrozoii*, comprendenti le idromeduse e i sifonofori.

SOTTOCLASSE. Scifomeduse (Scyphomedusae, Acalephae) (1).

Meduse di grande mole, munite di filamenti gastrici, di corpi marginali e di ombrella lobata. La forma giovanile non è mai una colonia d'idroidi, ma una forma di scifistoma o di strobilo.

Le meduse di quest'ordine si distinguono per lo più da quelle del gruppo degli idroidi per la loro mole maggiore e per lo spessore del loro ombrello, ordinariamente discoide, che racchiude in una abbondante massa gelatinosa un gran numero di fibrille resistenti e delle articolazioni di fibre elastiche, che gli danno una consistenza più rigida.

Un carattere importante delle scifomeduse è che il margine dell'ombrello, che è ordinariamente intero nelle forme tetramere, nelle forme octomere più elevate è diviso da incisure, in otto gruppi di lobi

fra i quali sono situati i corpi marginali in fossette speciali (fig. 232). Come il velo continuo delle meduse idroidi, i lobi marginali degli acalefi si devono considerare come formazioni secondarie del margine dell'ombrello, che nella forma giovanile dell'*Ephyra*, comune almeno a tutti i *discofori*, costituiscono già otto paia di appendici allungate e che appaiono sui segmenti discoidi

dello strobilo, come altrettante gemme marginali. Nei *caribdeidi* esiste una membrana marginale intera (*velarium*) diversa dal velo delle craspedote.

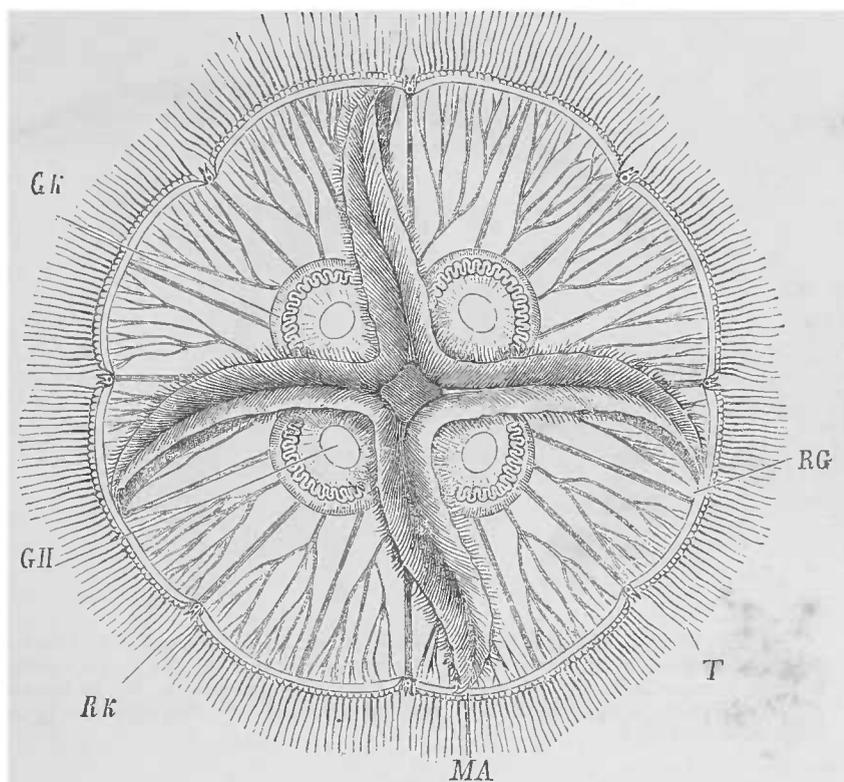


Fig. 232. — *Aurelia aurita*, vista dalla parte boccale. MA Le quattro braccia boccali coll'apertura boccale al centro. Gk Glandule genitali, GH Apertura della cavità genitale, Rk Corpi marginali, RG Vasi radiali, T Tentacoli al margine del disco.

(1) Oltre ai lavori di Brandt, L. Agassiz, Huxley, Eysenhardt, vedi: Von Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der Wirbellosen Thiere. Danzig, 1839. M. Sars, Ueber die Entwicklung der Medusa aurita und Cyanea capillata. Arch. für Naturgesch., 1841. H. J. Clarck, Prodomus of the history, etc., of the order Lucernariae. Journ. of the Bost. Soc. of Nat. History, 1863. C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Denkschriften der K. Akad. der Wissensch. Wien, 1877. Id. Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Acalephen, Prag. 1883. Inoltre E. Haeckel, loc. cit.

Un carattere che differenzia ancora gli acalefi dalle idromeduse è la presenza di grosse braccia boccali all'estremità libera del largo peduncolo boccale. Le si devono considerare come prolungamenti del margine della bocca, che si sviluppano fra i quattro raggi della croce boccale, alterni coi raggi degli organi genitali e dei filamenti gastrici, e formano altrettante appendici nel peduncolo boccale. Nel caso in cui le braccia cominciano a biforcarsi presto, si formano allora quattro paia di braccia, i cui lobi terminali pieghettati si dividono e suddividono più volte (*rizostomi*). Ma ben presto si fondono i margini della bocca come i margini vicini delle braccia, in modo che le particelle alimentari non penetrano più dall'orificio boccale così obliterato, ma da un gran numero di piccoli orifici situati sulle braccia (fig. 233).

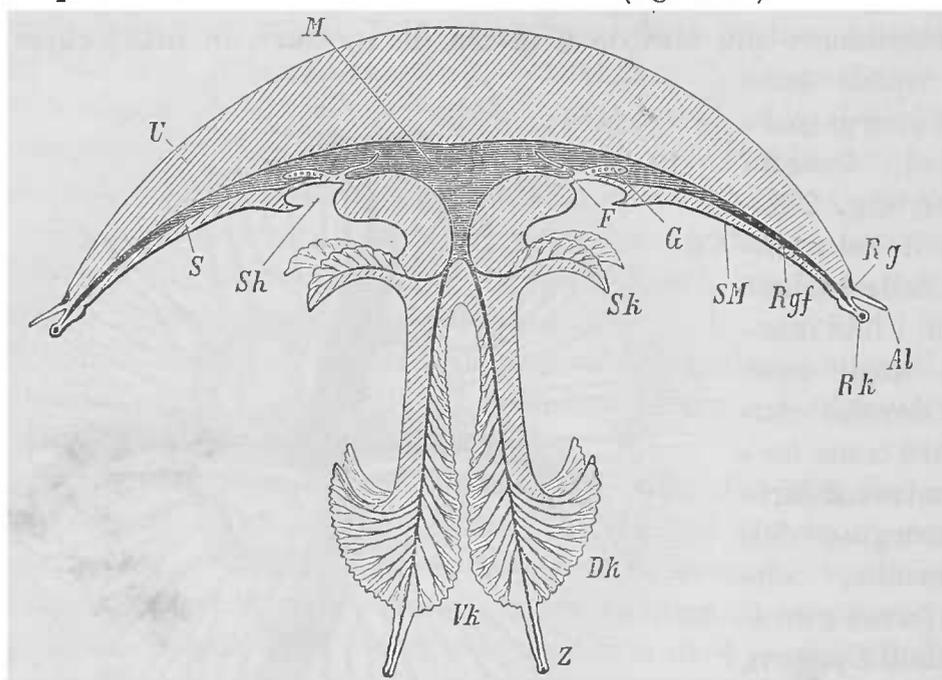


Fig. 233. — Sezione longitudinale schematica di un *Rhizostoma*. *U* Ombrello gelatinoso, *M* Spazio gastrico, *S* Subombrella, *G* Organi genitali, *Sh* Cavità dell'ombrello, *F* Filamenti, *SM* Muscoli subombrellari, *Rgf* Vasi radiali, *Rk* Corpi marginali, *Rg* Fossetta olfattoria, *Al* Lobo oculare, *Sh* Ripiegature scapulari, *Dk* Ripiegature dorsali, *Vk* Ripiegature ventrali delle 8 braccia, *Z* Estremità delle braccia.

La conformazione dell'apparecchio gastro-vascolare presenta delle variazioni assai considerevoli, che, nei discofori, sono modificazioni del tipo originariamente costante dell'*Ephyra*. Il disco appiattito, diviso in otto paia di lobi marginali dell'efira (fig. 235') contiene una cavità gastrica centrale, in cui immette il largo e corto peduncolo boccale quadrangolare e otto prolungamenti canaliformi periferici (camere o tasche radiali), fra cui si sviluppa presto o tardi, nella lamella vascolare, un numero eguale di corti canali intermedii (tasche intermedie). Ora, come nella *Pelagia* e nella *Chrysaora*, i canali radiali e intermedii si allargano e si trasformano in tasche larghissime, semplicemente separate da stretti sepimenti (linee di sutura) e non comunicanti fra loro al margine del disco; ora, come nell'*Aurelia* e nel *Rhizostoma*, diventano vasi stret-

tissimi, fra i quali, di mano in mano che procede lo sviluppo, si forma, nelle larghe zone di sutura che li separano, per allontanamento dei due foglietti della lamella vascolare, una ricca rete di vasi anastomizzati, e secondariamente, nella vicinanza del disco, un vaso circolare (*Aurelia*, *Rhizostoma*).

L'apparecchio gastro-vascolare dei *calicozoi* e dei *caribdeidi*, che hanno la forma di una coppa o di una campana, presenta un tipo affatto diverso, che si può ancora ricondurre a delle fasi giovanili (*Scyphistoma*) di uno sviluppo comune. La cavità gastrica presenta solo quattro tasche periferiche larghissime, separate da linee di sutura o sepimenti sottilissimi. Queste meduse inferiori presentano nella loro

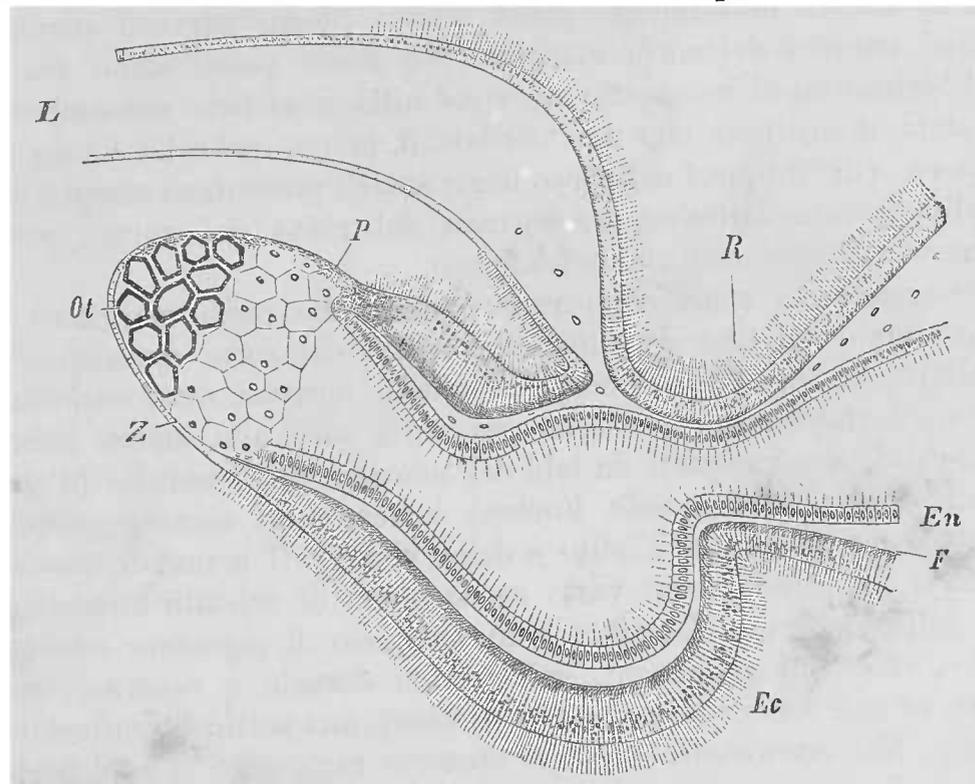


Fig. 234. — Sezione di una fossetta olfattoria, del corpo marginale e suo centro nervoso nella *Aurelia aurita*. *R* Fossetta olfattoria, *L* Lobo dell'ombrello, che copre il corpo marginale, *P* Macchia oculare del corpo marginale. *Ot* Otoliti del sacco uditivo, *Z* Cellule, le cui otoliti si sono disciolte, *En* Entoderma, *Ec* Ectoderma, col sottoposto strato di fibrille nervose (*F*). Manca l'occhio inferiore.

struttura una simmetria quadriradiata, mentre i discofori, egualmente quadriradiati (*tetrameralia*), sono però ottoradiati (*octomeralia*), se si considera la disposizione dei loro organi periferici.

Un carattere importante degli acalefi consiste nella presenza, nella cavità gastrica, di tentacoli vermiformi mobili, i filamenti gastrici, che non si trovano in alcuna idromedusa. Morfologicamente corrispondono ai filamenti mesenterici degli antozoi e contribuiscono alla digestione, come questi ultimi, per la secrezione del loro rivestimento endodermatico glandulare. In ogni caso appartengono alla parete subombrellare dello stomaco e sono situati nei quattro raggi, incrociati ad angolo retto, degli organi genitali (raggi di primo ordine), che si alternano coi quattro raggi

della croce boccale (raggi di secondo ordine). Per lo più essi seguono, su una linea semplice o sinuosa, il margine interno degli organi genitali.

L'esistenza del sistema nervoso è stata recentemente dimostrata in un modo certo. Si è riconosciuto che i centri nervosi sono situati nell'ectoderma del peduncolo e della base dei corpi marginali (fig. 234), e che sono formati di un grosso strato di fibrille nervose nella profondità dell'epitelio endotermatico cilindrico e ciliato, le cui cellule nervose, allungate in forma di bastoncini, si ripiegano alla loro estremità inferiore per continuarsi con le fibrille nervose (fig. 234). Esiste inoltre un plesso nervoso periferico sviluppatissimo nei muscoli della subombrella. Non si sa ancora esattamente come questo plesso nervoso comunichi coi centri nervosi dei corpi marginali, e come questi siano fra loro uniti. L'esistenza di un anello nervoso sulla superficie sub-ombrellare non è stata dimostrata che nei caribdeidi, la cui ombrella ha un margine intero. Gli antimeri del corpo degli acalefi presentano sempre un'individualità pronunciatissima e, separati dal resto del corpo, possono continuare a vivere per un certo tempo.

Gli organi dei sensi sono rappresentati dai corpi marginali e da fossette situate sul lato dorsale delle cavità dei corpi marginali (fossette olfattorie) (fig. 234). I corpi marginali, derivati morfologicamente da tentacoli rudimentali, esistono già nelle efire alla faccia inferiore dell'ombrello. Sono coperti da lobi del margine dell'ombrello (d'onde il nome di *Steganophthalmata* Forbes) e sembrano riunire sempre le funzioni di apparecchio dell'udito e della visione. Il primo di questi apparecchi è costituito da un vasto sacco pieno di cristalli formati dalle cellule dell'endoderma. L'occhio è un ammasso di pigmento situato più in basso, vicino al peduncolo, sulla faccia dorsale o ventrale, e non contiene, se non eccezionalmente (*Nausithoë*), una lenticola cuticolare rifrangente. Nei *caribdeidi* il corpo sensorio raggiunge il suo massimo grado di sviluppo; presenta infatti, oltre il sacco terminale con otoliti, nella parete del canale allargata ad ampolla, un apparecchio visivo complesso, composto di quattro occhietti pari e di due grossi occhi impari, nei quali si distingue cristallino, corpo vitreo e retina.

I quattro organi genitali degli acalefi danno nell'occhio a primo aspetto per la loro grossezza e la loro colorazione. Sono costituiti, almeno nei discofori, da nastri aggomitolati e ripiegati, contenuti in cavità speciali dell'ombrella, le cavità genitali (d'onde il nome di *Phanerocarpace* Esch). Sono sempre situati sulla parete sub-ombrellare dello stomaco, a spese della quale si sono formati (fig. 232 e 233). La faccia superiore è coperta dall'epitelio gastrico, la faccia inferiore, rivolta verso la sub-ombrella, dall'epitelio germinativo, i cui elementi finiscono a penetrare nella gelatina dei nastri. La formazione delle grandi cavità dell'ombrella dei discofori è dovuta ad un accrescimento locale della

massa gelatinosa della sub-ombrella del disco interno ai cordoni genitali. In qualche caso (*Discomedusa*, *Nausithoë*) ciò non ha luogo. I prodotti sessuali maturi cadono, per deiscenza della parete, nella cavità gastrica, e sono espulsi dall'orificio boccale; in certi casi le uova subiscono il loro sviluppo embrionale nel corpo stesso dell'individuo progenitore, sia negli ovari (*Chrysaora*), sia nelle braccia boccali (*Aurelia*). La separazione dei sessi è la regola. Gli individui maschi e gli individui femmine non presentano che differenze sessuali minime, salvo nel colore degli organi genitali, nella forma e lunghezza delle braccia (*Aurelia*). Le *Chrysaora* sono ermafrodite.

Lo sviluppo non è diretto che eccezionalmente (*Pelagia*); in generale si osservano i fenomeni della generazione alternante, e la ge-

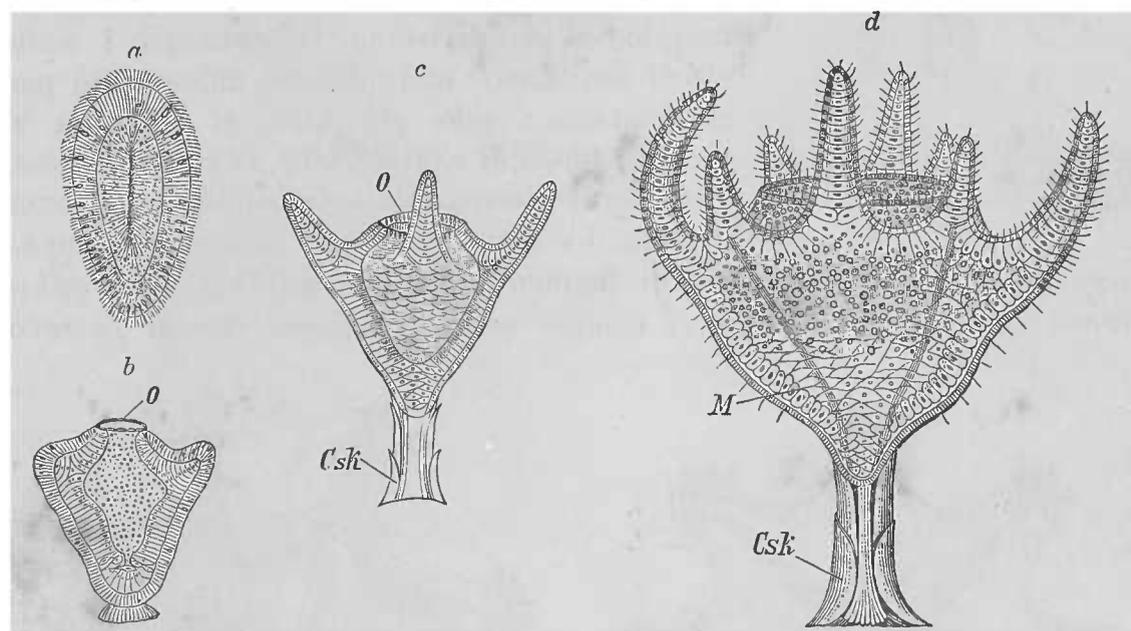


Fig. 235. — Sviluppo della planula della *Chrysaora* fino alla forma di scyphistoma con otto tentacoli. *A* Planula bistratificata con una stretta fessura gastrica, *b* La stessa dopo la sua fissazione, con l'apertura boccale neofornata (*o*) e con l'inizio della formazione dei tentacoli, *c* Polipo scyphistoma con quattro braccia e con scheletro cuticolare *Csk*, *d* Polipo scyphistoma con otto braccia e bocca svasata, *M* Muscoli longitudinali del cercine gastrico.

nerazione agamica è rappresentata dalle forme di *Scyphistoma* e di *Strobila*. Peraltro non è improbabile che nelle *lucernarie* e nelle *caribdeidi* non vi sia generazione alternante. L'uovo fecondato si trasforma, sempre dopo segmentazione totale, in una larva ciliata, la *planula*, che si fissa più tardi per il polo diretto in avanti quando si muove, opposto al polo dove si trovava la bocca formatasi, frattanto, della gastrula, mentre intorno alla bocca che si forma di nuovo, si presentano delle gemme tentacolari (fig. 235 *a-d*). Come nelle giovani attinie, appaiono dapprincipio due tentacoli opposti, non del tutto simultanei, in modo che la giovane larva, in via per trasformarsi in scyphistoma, presenta una simmetria bilaterale. Più tardi, in un piano perpendicolare al piano dei primi tentacoli, si mostra il secondo paio di tentacoli (raggi di primo ordine o della croce boccale), poi, alterni con questi, ma succedentisi

con meno regolarità, il terzo e quarto paio, e poco dopo, nei piani di questi due ultimi, quattro protuberanze longitudinali sulla parete della cavità gastrica (raggi di secondo ordine o raggi dei filamenti gastrici e degli organi genitali).

Il *Scyphistoma*, con otto tentacoli, non tarda ad acquistarne otto altri che vengono ad intercalarsi fra i primi, senza che si osservi alcun ordine nella loro apparizione. I nuovi tentacoli indicano la posizione dei raggi intermediari della futura giovane medusa, o *Ephyra*. Dopo la formazione della corona tentacolare e la produzione d'un periderma basale, trasparente (*Chrysaora*), lo scifistoma è in istato di riprodursi per gemmazione e per divisione. Dapprincipio i scifistomi sembrano moltiplicarsi unicamente per gemmazione; solo più tardi si presenta il secondo modo di riproduzione, la *strobilazione*, che consiste essenzialmente nello strozzamento e nella divisione successiva della metà superiore del corpo in una serie di segmenti, e che trasforma il *Scyphistoma* in *Strobila*. Mentre si compie questo processo, che si osservò

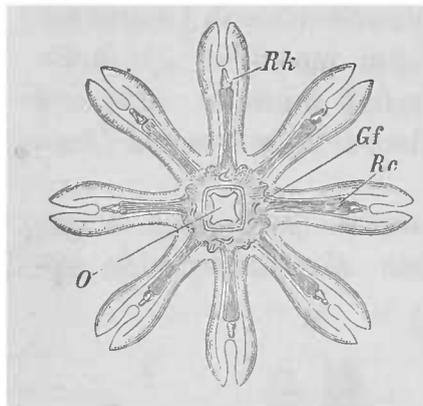


Fig. 235. — *Ephyra* vista dal lato boccale, *Rk* Corpo marginale, *Gf* Filamento gastrico, *Rc* Canale radiale, *O* Bocca.

superiore del corpo in una serie di segmenti, e che trasforma il *Scyphistoma* in *Strobila*. Mentre si compie questo processo, che si osservò

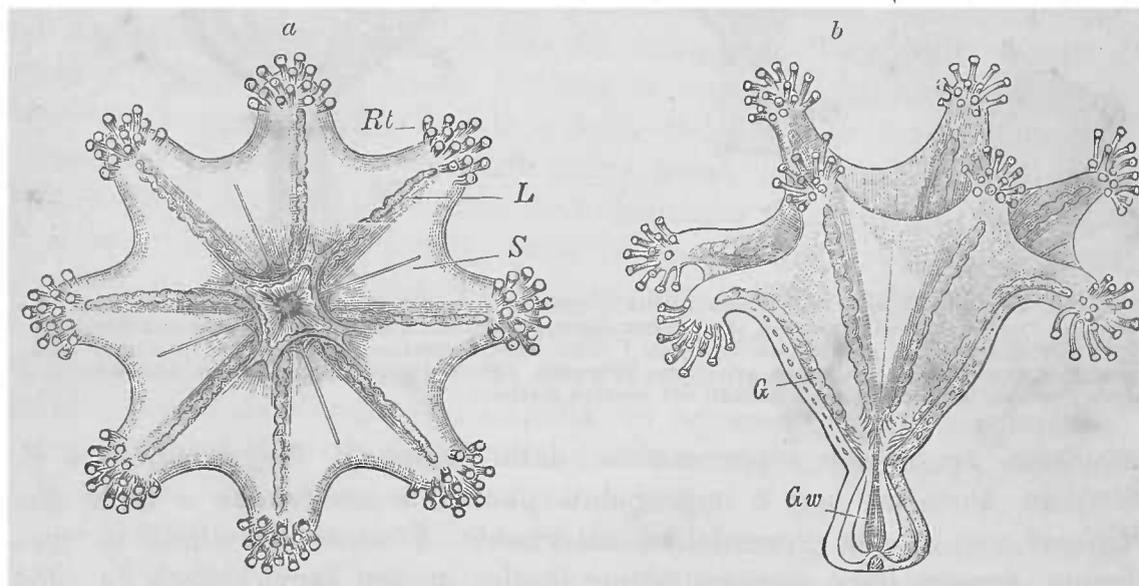


Fig. 236. — *a* *Lucernaria* vista dalla faccia orale. ingrandita circa otto volte, *S* Sepimenti delle quattro tasche gastriche, *L* Nastro muscolare longitudinale col nastro genitale, *Rt* Tentacoli marginali. *b* *Lucernaria* vista di profilo, *G* Organo genitale, *Gw* Cercine gastrico nel peduncolo. Alla base trovasi la glandola pediale.

finora nei soli discofori, le parti periferiche si dispongono secondo la simmetria octoradiata. La separazione dei segmenti ha luogo continuamente dall'estremità superiore alla base dello strobilo, in modo che il segmento terminale, dopo l'atrofia dei suoi tentacoli, poi successivamente il secondo, il terzo, ecc., diventano liberi. Otto paia di lobi marginali allungati con un corpo marginale nell'incisura che separa i due

lobi di ogni paio, danno la sua forma caratteristica al margine dell'ombrella dell'*Ephyra* (fig. 235'), che acquista più tardi gradatamente la forma e l'organizzazione delle meduse adulte e giunte alla maturità sessuale.

Molte meduse possono provocare, toccandole, delle sensazioni di bruciatura per l'azione di numerose capsule urticanti accumulate alla superficie del disco, delle braccia boccali e dei filamenti marginali. Alcune, come la *Pelagia*, sono fosforescenti. Secondo Panceri la fosforescenza ha luogo in certe cellule epiteliali superficiali di contenuto adiposo.

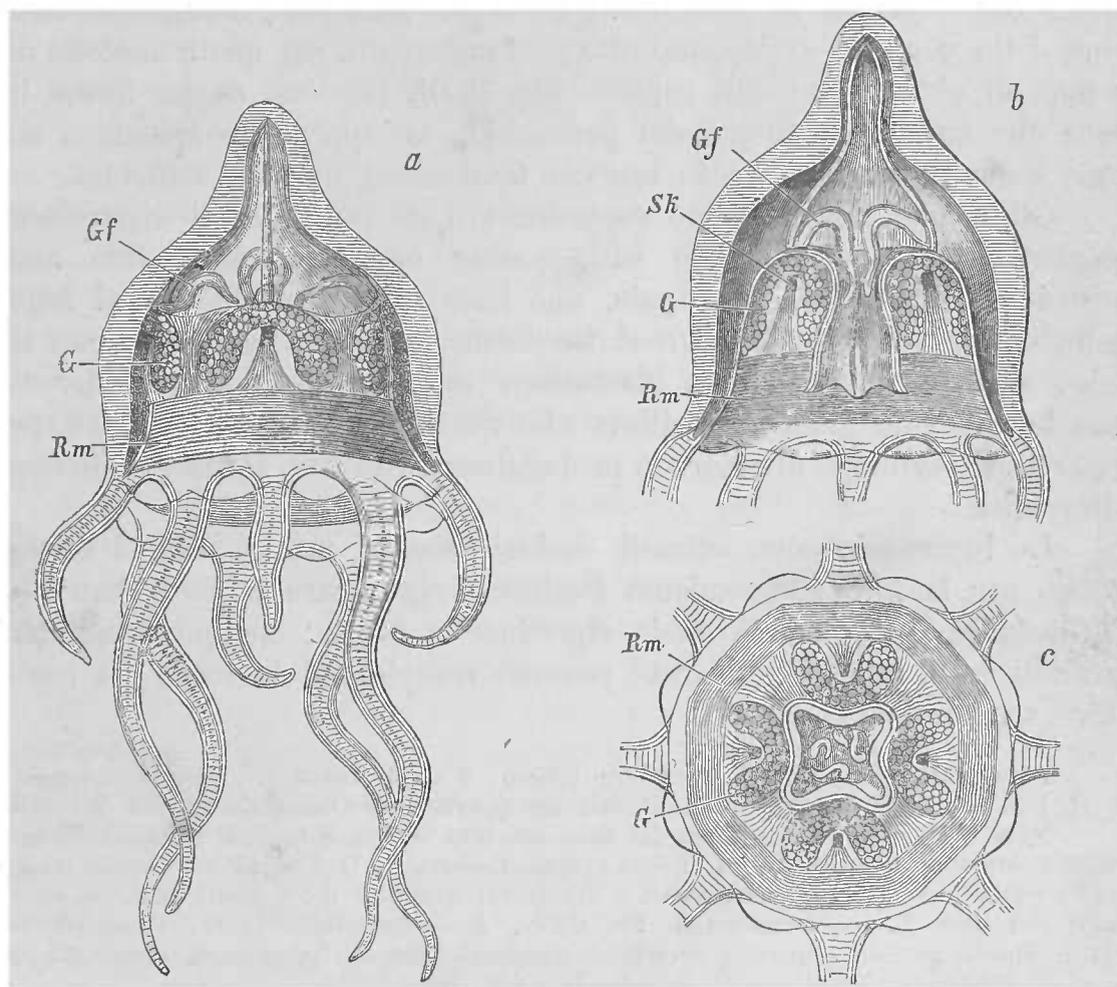


Fig. 237. — *Tesserella princeps* (da E. Haeckel). *a* Medusa ingrandita venti volte, veduta dall'esterno, *b* Sezione longitudinale attraverso i raggi di prim'ordine, *c* Superficie della subombrella, *Gf* Filamenti gastrici, *G* Organi riproduttori, *Rm* Muscolo anulare, *Sk* Nodi dei sepiamenti.

Malgrado la delicatezza dei loro tessuti, alcune meduse di gran mole (*Medusites circularis*, ecc.), hanno lasciato la loro impronta fossile in certe rocce (scisti litografici di Solenhofen).

I. *Tetrameralia*. Acalefi tetrameri con quattro tasche gastriche e altrettanti sepiamenti.

1. Sottordine. *Calycozoa* (1) (Cylicoza), *Lucernarie*.

(1) Vedi Clark, C. Claus, E. Haeckel loc. cit.

Acalefi in forma di coppa, fissati ordinariamente per il polo aborale, con quattro grandi tasche vascolari separate da stretti sepimenti, e otto appendici in forma di braccia munite di tentacoli sul margine dell'ombrella.

I calicozoi sono a ragione ascritti al gruppo dei scifistomi. Questa forma giovanile caliciforme deve considerarsi, ad onta dei suoi tentacoli (del resto caduchi), come una variazione della forma medusoide in molti speciali caratteri.

Per la fusione dei quattro cercini gastrici col largo disco boccale divenuto concavo, come una subombrella, si formano i quattro sepimenti che separano le quattro larghe tasche gastriche, mentre sul margine della coppa si sviluppano otto prolungamenti, sui quali nascono dei gruppi di piccoli tentacoli capitati (fig. 236). Esistono anche forme libere che hanno, in luogo del peduncolo, un'appendice apicale e che sono meduse munite di otto braccia tentacolari simili a scifistomi.

Gli organi genitali sono rappresentati da otto cercini nastriformi pieghettati, che si estendono sulla parete orale del disco fino nelle braccia e si riuniscono per paia, alla base di ogni sepimento, al fondo della cavità gastrica. L'uovo si trasforma, dopo una segmentazione totale, secondo Fol, in una blastosfera monodermica. Questa diventa una larva ovale didermica ciliata che nuota liberamente e finisce per fissarsi. Lo sviluppo ulteriore è probabilmente diretto, senza generazione alternante.

Le lucernarie sono animali esclusivamente marini, che si distinguono per la loro sorprendente facilità a rigenerare le parti distrutte. L'estremità tagliata dello stelo riproduce la coppa; così pure individui mutilati e anche parti separate possono completarsi in modo da costituire un animale.

Fam. *Tesseridae*. Muscolo circolare intero. 8 o 16 tentacoli. *Tessera princeps* E. H. (fig. 237). *Tesserantha* E. H., *Depastrum cyathiforme* Gosse. Coste della Norvegia.

Fam. *Lucernaridae*. Margine del disco con otto braccia e fasci di tentacoli ad ogni braccio. Muscolo circolare diviso in otto gruppi. *Lucernaria* O. Fr. Müller. Quattro larghe tasche radiali, mancano tasche genitali e diverticoli accessori della cavità gastrica alternanti con esse. *L. quadricornis* O. Fr. Müll., *L. campanulata* Lmx., *Craterolophus* Clark. Tasche genitali e quattro diverticoli accessori della cavità gastrica alternanti con esse. *C. Leuckartii* Tschb. = *C. helgolandica* Lkt. Helgoland.

2. Sottordine. *Marsupialida*, *Caribdee* (1).

Acalefi tetrameri a forma di borsa, con quattro facce, muniti di un velo a margine intero contenente dei vasi, di quattro lobi perpendicolari al margine dell'ombrello, di quattro corpi marginali coperti e di quattro larghe tasche vascolari separate da stretti sepimenti.

Le caribdeidi, notevoli per la forma del loro corpo a campana profonda

(1) Vedi C. Claus, Ueber *Charybdea marsupialis*. *Arbeiten des zool. vcrgl.-anatomischen Instituts* ecc., Vienna, Vol. I, 1879.

e già poste, a causa del loro *velarium* a margine intero, fra le craspedote, ricordano in realtà le idromeduse per alcuni dei loro caratteri, fra cui bisogna citare in prima linea la presenza di un *velarium* non lobato e contenente molti vasi. Peraltro la presenza di filamenti gastrici come di grandi corpi marginali coperti e situati in fossette speciali, indica chiaramente la parentela con gli acalefi, opinione convalidata, quantunque il tipo dell'organizzazione resti tetramero, dall'intera conformazione del corpo, in cui si trova riprodotta, con parecchie modificazioni, la struttura delle lucernarie. Come in queste ultime, le cavità vascolari restano larghe tasche separate da stretti sepimenti (linee di sutura della lamella vascolare) (figura 238 *a*, *b*).

Il sistema nervoso si avvicina a quello delle idromeduse per la presenza di un anello nervoso nettamente differenziato. Esso è posto alla faccia sottombrellare della campana, e siccome si allontana molto più dal margine, al livello della base dei quattro corpi marginali, che al livello del margine della campana, risulta a zig-zag. Le fibrille nervose, che partono da esso, vanno principalmente ai muscoli della sottombrella, dove formano molti plessi contenenti grosse cellule gangliari fusiformi. Non si trovano che nei quattro raggi dei corpi marginali, dei nervi più grossi formati da fasci di fibrille. I corpi marginali presentano un alto grado di sviluppo; nella loro estremità allargata si trova, oltre al sacco di otoliti, un apparecchio visivo complesso, composto di due grossi occhi mediani impari e di quattro piccoli occhi laterali pari.

Gli organi sessuali presentano una struttura assai divergente. Sono

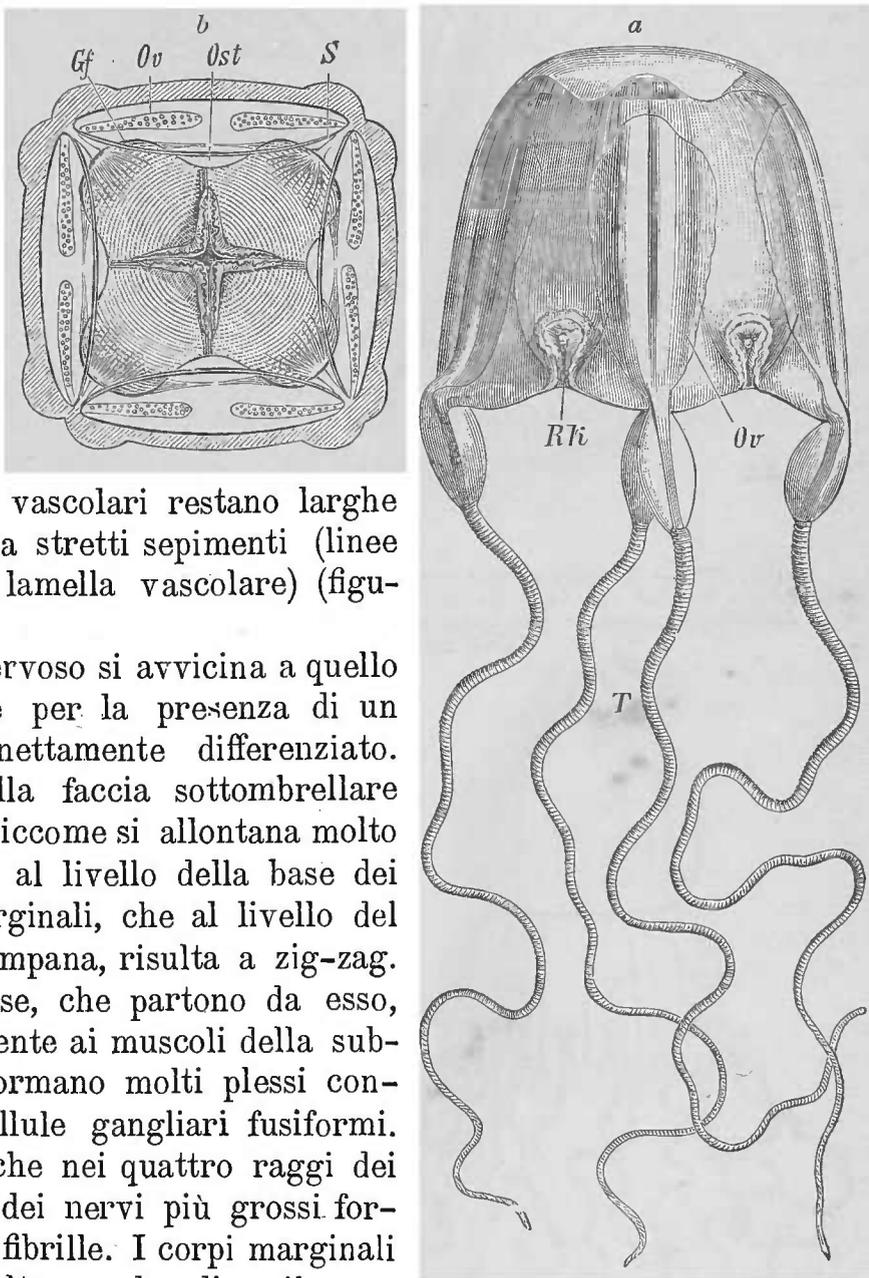


Fig. 238. — *a* *Charybdea marsupialis*, grandezza naturale. *T* Tentacoli. *Rk* Corpi marginali, *Ov* Ovarii, *b* Metà apicale d'una *Charybdea* tagliata trasversalmente, vista dalla faccia sottombrellare, *Ov* Ovarii sui quattro setti (*S*), *Ost* Orifici delle tasche gastriche, *Gf* Filamenti gastrici.

sottili, a lamine assai larghe, separate dai filamenti gastrici, fissate per

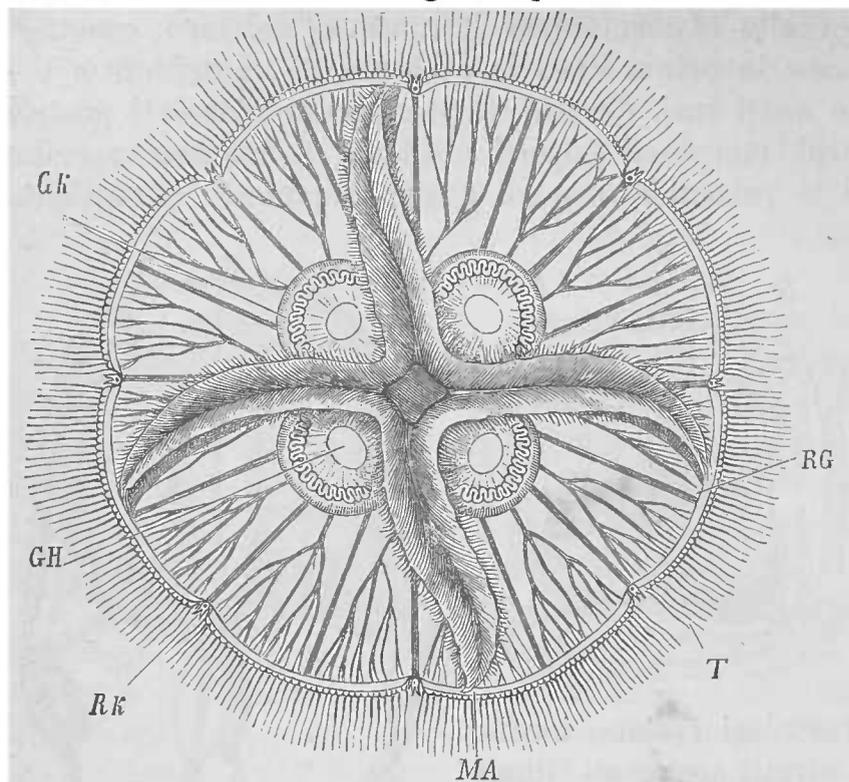


Fig. 239. — *Aurelia aurita* vista dalla faccia orale, MA Le quattro braccia boccali con la bocca al centro, Gh Nastri genitali, GH Orificio della cavità genitale, Rk Corpi marginali, RG Vasi radiali, T Tentacoli marginali.

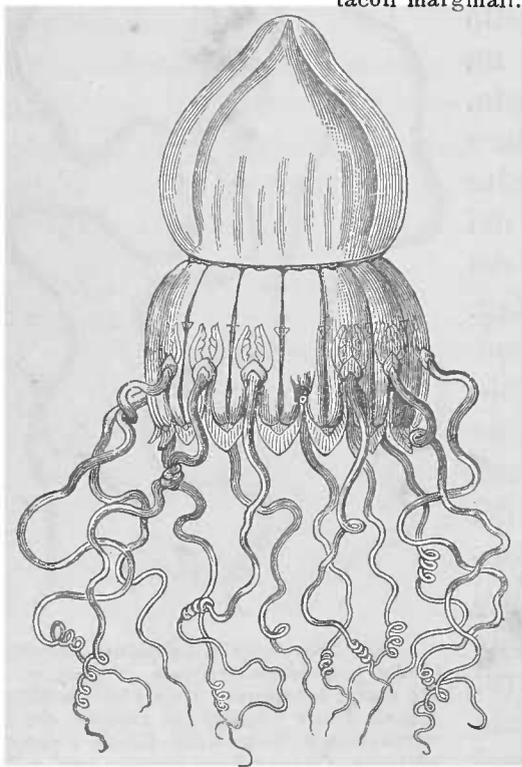


Fig. 240. — *Periphylla hyacinthina* (da E. Haeckel) Rf Solco anulare tra la corona dei lobi e il cono ombrellare.

Vanhöffen, Untersuchungen über semaeostome und rhizostome Medusen. *Bibliotheca zoologica*, Heft II, 1888.

ogni paio sulle faccie di quattro sepiamenti e occupanti tutta la lunghezza delle tasche vascolari. Nulla si sa finora sullo sviluppo di questi animali.

Fam. *Charybdeidae*. *Charybdaea marsupialis* Pér. Les. (*Marsupialis Planci* Les. Mediterraneo (fig. 233).

II. *Octomerialia*. Acalefi octomeri. Le parti periferiche si ripetono 8 volte secondo il tipo dell' *Ephyra*.

3. Sottordine (1). *Discophora* (Acraspeda) *Meduse a ombrella o a Ephyra*.

Meduse discoidi col margine dell'ombrella lobato, octomero, che presenta ordinariamente otto corpi sub-marginali in particolari fossette e uno stesso numero di paia di lobi oculari. Di solito quattro grandi cavità nell' ombrello per gli organi genitali.

I discofori, chiamati di solito anche acalefi, si distinguono a prima vista dai *calicozoi* e dalle *caribdeidi* per il loro ombrello discoide appiattito e lobato sul margine e per lo sviluppo generalmente considerevole delle braccia boccali. Solo eccezionalmente l'om-

(1) Confronta oltre Brandt, L. Agassiz, Claus, E. Haeckel loc. cit. R. v. Lendenfeld, Die Coelenteraten der Südsee. *Zeitsch. für wiss. Zool.*, Vol. XXXVII e XLVII; E.

brella conserva la forma di una campana elevata con un'organizzazione interna più semplice, rimasta abbastanza simile a quelle dei *calicozoi* (*perifillidi*). Per quanto sianvi differenze nell'organizzazione interna come nei lobi dell'ombrello, questi si possono sempre ricondurre alle otto paia di lobi dell'*efira*, punto di partenza comune di tutti i discofori, che presenta in un modo più o meno completo il tipo octomero di questi ultimi (fig. 235'). I *perifillidi* stessi, che mostrano ancora dei resti di sepimenti (quattro nodosità sepimentali) e che non hanno corpi marginali che nei raggi di second'ordine, si possono ricondurre a questa forma fondamentale. I muscoli striati della subombrella presentano uno sviluppo considerevole corrispondente alla gran mole del corpo. La lamella di sostegno forma al di sotto di essi delle pieghe circolari aderenti le une contro le altre, che aumentano così la superficie su cui si stende l'epitelio muscolare con le sue fibre anulari.

Gli organi sessuali sono rappresentati da quattro nastri pieghettati, situati quasi sempre nelle quattro cavità della subombrella largamente aperte (fig. 239), che negli *efiropsidi* e in alcuni altri casi eccezionali (*Discomedusa*) non si sviluppano. L'epitelio germinativo, che è ricoperto da un rivestimento endodermatico continuo, è una produzione dell'endoderma. La generazione alternante è di regola. Lo sviluppo raramente si semplifica (*Pelagia*); la larva si trasforma direttamente in *Ephyra* senza passare per la fase di scifistoma e di strobilo (Krohn).

1. *Cathamnata*. Avanzi di sepimenti nei quattro raggi di second'ordine; un solco anulare profondo sopra la corona dei lobi e alle linee di sutura in mezzo ai lobi dell'ombrella.

Fam. *Periphyllidae*. Ombrella a forma di campana elevata con un solco anulare che separa la corona dei lobi dal cono ombrellare, con quattro nodosità sepimentali e quattro corpi marginali nei raggi di second'ordine e con dei tentacoli cavi (fig. 240). Corona di lobi con un solco radiale profondo in mezzo ad ogni lobo, che corrisponde ad una saldatura della parete gastrica ombrellare con la parete gastrica subombrellare. *Pericolpa quadrigata* E. H. Quattro filamenti marginali. Oceano antartico. *Periphylla hyacinthina* Steenstr. Con 12 filamenti marginali. Groenlandia.

Fam. *Ephyropsidae*. Disco piccolo simile ad un'efira, con quattro nodosità sepimentali e sei tasche gastriche comunicanti, separate da uno stesso numero di linee di sutura, strette, paradiiali: mancano braccia boccali; otto filamenti marginali. Gli organi genitali a forma di ferro di cavallo o divisi ciascuno in due parti uguali, non sono ancora situati nelle cavità dell'ombrella. *Ephyropsis* Ggbr. (*Nausithoe* Köll.). *E. pelagica* Köll. Mediterraneo e Adriatico.

2. *Acathamnia*. Non vi sono residui di sepimenti; larghe tasche gastriche o stretti canali vascolari ramificati.

a) *Semaeostomeae*. Grande apertura boccale centrale e quattro braccia boccali sviluppatissime; filamenti marginali sui lobi marginali di variabilissima conformazione.

Fam. *Pelagiidae*. Larghe tasche gastriche e lunghi filamenti marginali nei raggi intermediari. Non v'è generazione alternante. *P. noctiluca* Pér. Les. Mediterraneo. *Chrysaora* Pér. Les. Ventiquattro lunghi filamenti marginali. Tasche gastriche radiali e intermedie ben distinte. *Chr. hysocella* Esch., ermafrodita. Mare del Nord e Adriatico.

Fam. *Cyaneidae*. Larghe tasche gastriche e filamenti prensili riuniti per gruppi alla faccia inferiore del disco largo e profondamente lobato. *Cyanea* Pér. Les. Sedici tasche radiali (otto radiali, otto intermedie), più o meno larghe, che si continuano alla loro estremità coi vasi a zig zag e arborescenti dei lobi marginali. *C. capillata* Esch.

Fam. *Aureliidae*. Vasi radiali ramificati. *Discomedusa* Cls. Braccia boccali sviluppatissime e ventiquattro filamenti marginali; mancano le cavità dell'ombrella per gli organi genitali. *D. lobata* Cls. Adriatico. *Aurelia* Pér. Les. Tentacoli che formano una frangia al margine del disco. *A. aurita* L. (*Medusa aurita* L.). Mare del Nord, Baltico, Adriatico (fig. 239). *A. flavidula* Ag. Coste dell'America settentrionale.

b) *Rhizostomeae*. Senza bocca centrale; fessure infundibuliformi

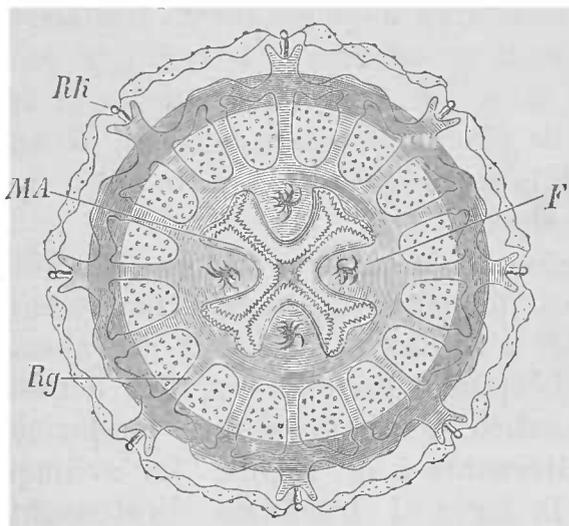


Fig. 241. — Larva di *Rhizostoma* di 4 mm. di diametro, con le braccia boccali ancora semplici e non saldate e una grande bocca centrale. MA Braccia boccali, Rg Vasi radiali, Rh Corpi marginali, F Filamenti gastrici.

sulle otto braccia boccali, e otto, raramente dodici, corpi marginali sul margine lobato dell'ombrella. A ogni due lobi dei corpi marginali, stanno per lo più otto lobi intermedie. Senza filamenti marginali. Sugli individui giovani in via di sviluppo, la bocca centrale persiste a lungo; essa si chiude poi per la saldatura dei suoi margini. Dappprincipio non esistono che quattro braccia (fig. 241); sui loro margini gemmano per tempo dei piccoli tentacoli. Più tardi le due metà laterali, come il segmento terminale di ogni braccio, si ripiegano dal lato ventrale, i due angoli

formati dal ripiegamento del segmento si allungano, diventano delle braccia secondarie, cosicchè esistono allora quattro paia di braccia. I margini ripiegati delle quattro paia di braccia formano delle fessure infundibuliformi, i succhiatoi boccali, per i quali i corpuscoli microscopici si introducono nel sistema di doccie e di canali delle braccia (fig. 233).

Fam. *Rhizostomidae*. *Rhizostoma* Cuv. Le braccia si terminano con piccoli prolungamenti tubuliformi semplici e portano alla loro base delle ripiegature accessorie. *Rh. Cuvieri* Pér. Les.

Fam. *Cassiopeidae*. Braccia boccali più volte ramificate con bottoni orticanti e lunghi filamenti fra le ripiegature terminali. *Cotylorhiza* Ag. *C. tuberculata* Esch. (*Cassiopea borbonica* Delle Ch.). Mediterraneo e Adriatico.

II. SOTTOCLASSE. Idromeduse (*Hydromedusae*) (1).

Piccole colonie di polipi mancanti di tubo gastrico e di ripiegature mesenteroidi, con gemme medusoidi sessuate o piccole me-

(1) L. Agassiz Contributions to the Natural History of the United States of America. Vol. III-IV, 1860-1862 G. J. Allmann, A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, Vol. I und II. London, 1871 und 1872. N. Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872. O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig, 1878. A. Weismann, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena, 1883. Inoltre E. Haeckel, l. c.

duse munite di un velo (*craspedote*) rappresentanti gli individui sessuali.

I polipi e le forme polipoidi rappresentano la generazione agamica e formano piccole colonie cespitose o dendroidi, spesso circondate da tubi chitinosi o cornei (scheletro cuticolare), che possono allargarsi e costituire dei calici intorno ad ogni polipo. Lo stelo e i rami racchiudono un canale centrale, che comunica con la cavità gastrica di tutti i polipi e di tutte le appendici polipoidi e contiene il succo nutritivo comune.

I polipi mancano di tubo gastrico e di sepimenti nella cavità gastrica ciliata. In generale l'ectoderma e l'endoderma restano semplici e sono separati solo da una sottile lamella intermedia che loro serve di sostegno e non contiene alcuna specie di elementi cellulari. La presenza di fibre muscolari longitudinali è frequentissima; ora esse si presentano sotto la forma di prolungamenti immediati delle cellule epiteliali ectodermiche (*Hydra*, *Podocoryne*), ora se ne separano e costituiscono uno strato distinto di fibro-cellule nucleate nella profondità dell'epitelio (*Hydractinia*, *Tubularia*). I polipi non sono sempre tutti simili; si trovano prima, coi polipi nutrizionali, dei polipi proliferi, che producono sulla loro parete delle gemme sessuali. I polipi sterili possono anche essere di diverse sorta, come per esempio i zooidi tentacolari e i zooidi a spira, privi di bocca e di tentacoli, e i polipi scheletrici notevoli per il grande sviluppo del loro scheletro cuticolare; si vede così abbozzarsi negli idroidi il polimorfismo dei sifonofori (*Podocoryne*, *Plumularia* (fig. 242).

Gli elementi sessuali sono prodotti solo eccezionalmente nell'ectoderma (*Hydra*). In generale si sviluppano su piccole meduse che si distaccano dai polipi progenitori (*Campanularia gelatinosa* van Ben., *Sarsia tubulosa*) e che, prima o dopo, spesso dopo aver condotto per qualche tempo vita libera, dopo essersi ingrandite e aver subito una metamorfosi, diventano sessuate, o in gemme medusoidi, che possono considerare come derivate per atrofia dalle prime, e che presentano in

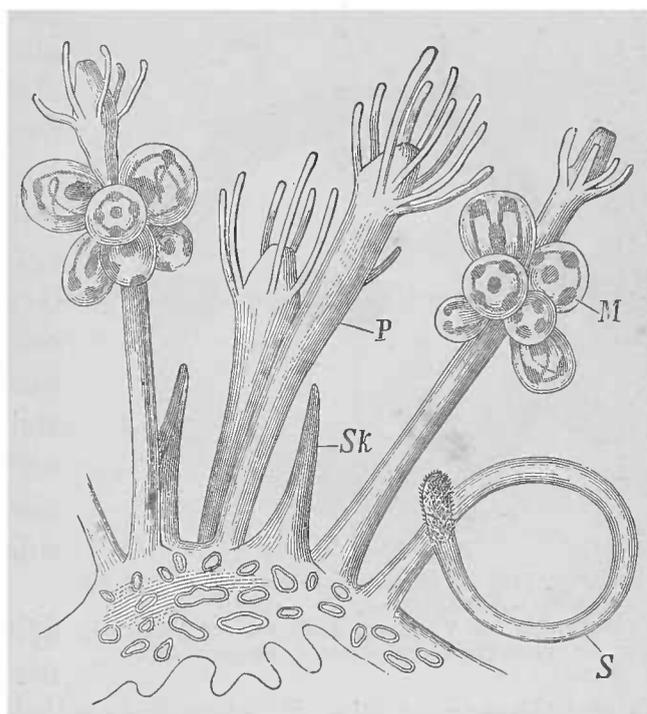


Fig. 242. — *Podocoryne carnea* (da C. Grobben).
 P Polipi, M Gemme medusoidi sui polipi proliferi,
 S Zooido spirale, Sk Polipo scheletrico (La medusa libera è rappresentata alla figura 194).

diversi gradi la conformazione delle meduse. In quest'ultimo caso, quando l'organizzazione è elevata, esiste intorno alla gemma un involucro con una lamella vascolare continua, o con vasi radiali più o meno sviluppati (*Tubularia coronata*, *Eudendrium ramosum* van Ben.); nel caso più semplice gli individui gemmiformi della generazione sessuale racchiudono un diverticolo della cavità gastrica dell'individuo polipoide che li porta, o del canale assile della colonia idroide, e intorno a questi diverticoli si accumulano i prodotti sessuali (*Hydractinia echinata*, *Clava squamata*).

Le discomeduse, da ritenersi quali idromeduse, si distinguono dagli acalefi per la loro minor dimensione (solo alcune forme, come l'*Aequorea*, possono oltrepassare il diametro d'un piede) e per la più semplice organizzazione; esse posseggono

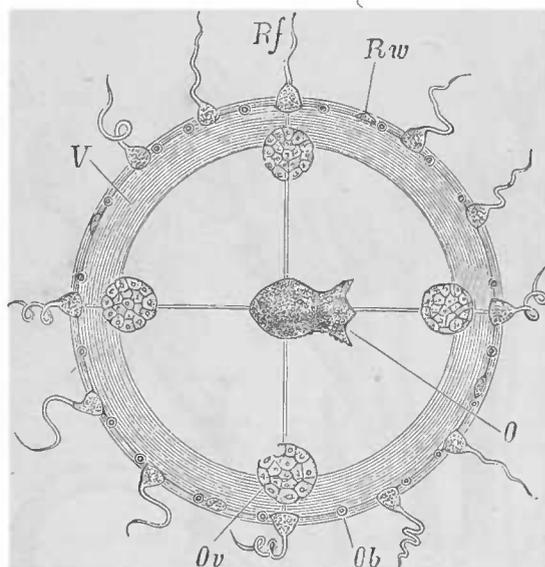


Fig. 243. — *Phialidium variabile* visto dalla faccia subombrellare, V Velo, O Bocca, Ov Ovarii, Ob Vescicole auditive, Rf Filamenti marginali, Rw Cercini marginali.

un più piccolo numero di vasi radiali (4, 6, 8), dei corpi marginali nudi, non coperti da lobi cutanei (onde il nome di *Gymnophthalmata*, Forbes) e un margine muscolare o velo (onde il nome di *Craspedota* Gegenbaur) (fig. 243). I prodotti sessuali si formano nelle pareti dei canali radiali o del peduncolo gastrico, sempre dall'ectoderma, e non mai, come nelle scifomeduse, sulla faccia gastrica delle cavità della subombrella.

La sostanza gelatinosa ialina delle meduse idroidi manca, in generale, di ogni struttura e non con-

tiene alcuna specie di elementi cellulari, ma può essere attraversata da fibre verticali che sono prodotte, come la sostanza gelatinosa dell'ombrella, dall'epitelio endodermatico ed ectodermatico.

L'anello nervoso situato sul margine dell'ombrello è coperto da un epitelio sensorio formato da piccole cellule munite di finissimi peli vibratili; è composto di due cordoni che hanno ciascuno delle cellule gangliari; il più voluminoso, il *nervo anulare superiore*, è posto sopra il velo; il più tenue, il *nervo anulare inferiore*, alla sua faccia inferiore. Quest'ultimo contiene delle fibre e delle cellule gangliari più grosse; emette dei fasci di fibrille, presentando, di tratto in tratto, dei rigonfiamenti gangliari, e costituendo un plesso sotto-epiteliale, fra l'epitelio muscolare e lo strato fibroso, il quale anima i muscoli del velo e della subombrella.

Dal nervo anulare superiore, in cui dominano le piccole cellule gangliari, partono dei fasci di fibrille che vanno ai tentacoli. Le fibrille degli organi dei sensi partono dai due nervi anulari. I corpi

marginali, considerati da lungo tempo come organi dei sensi, sono tasche oculari (ocelli) o vescicole uditive. Le meduse idroidi sono dunque ocellate o vescicolate.

In quest'ultime le vescicole uditive sono situate al margine dell'ombrella sulla subombrella; esse contengono una o più concrezioni formatesi nelle cellule. Ogni cellula contenente delle concrezioni è in contatto con l'estremità dei peli uditivi ricurvi delle cellule sensorie particolari. Una fibrilla nervosa va alla base di ogni cellula uditiva (fig. 244). Gli organi uditivi delle trachimeduse sono situati sopra il velo, sul nervo anulare superiore. Sono ora delle piccole clave protuberanti, libere, costituite da otoliti formatesi nelle cellule endodermiche, e da cellule uditive ectodermiche (*Trachynema*), oppure, come nelle *Geryonia*, delle formazioni vescicolari sprofondate nella massa gelatinosa e composte degli stessi elementi (fig. 245).

Quasi ovunque i sessi sono separati; gli esempi di dioecia sono rari (*Tubularia*). Talora si osserva la formazione di gemme (*Sarsia prolifera*) o la scissione (*Stomobrachium mirabile*) sulle meduse. Delle forme giovani di *Cunina* parassite possono produrre per gemmazione delle corone di gemme, sulle *gerionidi*.

Le cellule germinative sembrano essere ovunque prodotte dall'ectoderma, quantunque possano talora abbandonare il luogo di formazione primitivo e penetrare, grazie ai movimenti ameboidi nell'endoderma. Primitivamente esse dovevano essere situate sul peduncolo boccale, ove anche ora l'epitelio germinativo si sviluppa, per lo più, dall'ectoderma. Nel corso dello sviluppo, esse sono spinte verso la periferia, nei canali radiali, e di là ancora, in seguito all'atrofia della medusa e alla sua trasformazione in un bottone medusoide, nel parenchima della colonia. In tal modo, secondo Weismann, si spiega il fatto che, durante lo sviluppo di molti idroidi, l'epitelio germinativo si forma nella colonia ed emigra più tardi nei bottoni medusoidi, ove arriva a maturanza.

Lo sviluppo dell'uovo, generalmente sprovvisto di membrana vitellina, fu seguito con cura in tempi recenti, principalmente per opera di E. Metschnikoff (1). La segmentazione pare essere sempre totale;

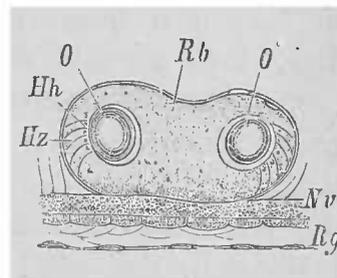


Fig. 244. — Vescicola marginale con l'anello nervoso e il vaso anulare dell'*Octorchis* (da O. e R. Hertwig), Rb Vescicola marginale, O, O' Due otoliti, Hz Cellule uditive, Hh Peli uditivi, Nv Nervo anulare superiore, Ra Vaso anulare (tipo degli organi uditivi dei *vesiculati*).

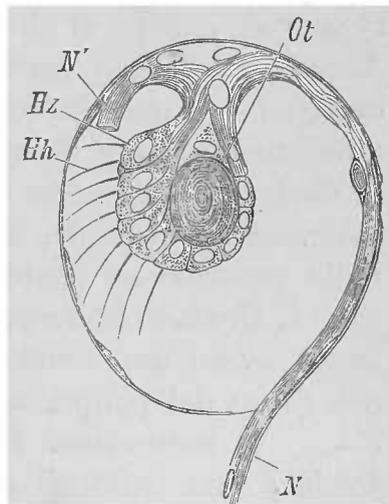


Fig. 245. — Vescicola uditiva di *Geryonia* (*Carmarina*), da O e R. Hertwig. N e N' Nervi afferenti, Ot Otolite, Hz Cellule uditive, Hh Peli uditivi (tipo degli organi uditivi delle Trachimeduse).

(1) Metschnikoff, Embryologische Studien an Medusen. Wien, 1886.

si forma una cavità di segmentazione spaziosa circondata da un blastoderma monodermico. Questo dà luogo a un secondo strato cellulare endodermico che tappezza la cavità gastrica, il più spesso per proliferazione, partendo da uno dei poli (*Aequorea*). La larva sferica od ovale si fissa e si trasforma per gemmazione in una piccola colonia di polipi, dove diventa direttamente una medusa libera (*trachimeduse*).

La medusa divenuta libera, dopo la sua separazione dal polipo progenitore, subisce ordinariamente una metamorfosi, che consiste non solamente in un cambiamento di forma dell'ombrella (che s'accresce) e del peduncolo boccale, ma anche in una moltiplicazione dei filamenti marginali, dei corpi marginali (*Tima*) e anche dei canali radiali (*Aequorea*). Accade anche che la medusa idroide allo stato adulto presenti numerose variazioni nella mole e nel numero dei corpi marginali e dei tentacoli (*Phialidium variabile*, *Clytia volubilis*).

Le difficoltà presentate dalla classificazione di questi animali sono ancora aumentate dal fatto che le colonie di polipi più vicini possono dar luogo a forme sessuate differentissime; i *Monocaulus*, per esempio, producono delle gemme sessuali sessili, le *Corymorpha* delle meduse che diventano libere (*Steenstrupia*). Inversamente certe meduse che hanno una struttura simile e che si porrebbero nello stesso genere, derivano da colonie di idroidi appartenenti a famiglie diverse (*isogonismo*). Accade anche che certe specie di meduse appartenenti a generi vicini derivino le une da colonie di idroidi per generazione alternante, le altre direttamente da individui simili. Perciò è tanto poco ammissibile il fondare la divisione di questi animali unicamente sui caratteri della generazione sessuale, quanto il servirsi esclusivamente dei caratteri della generazione agamica.

1. Ordine. *Archhydrae*. Animali semplici o in colonia, che possono anche avere uno scheletro cuticolare calcificato, con uova e zoospermi nel corpo del polipo, senza generazione sessuale medusoide.

1. Sottordine. *Hydridae*. Piccoli polipi solitarii senza tubuli cuticolari, con tentacoli cavi, e le materie sessuali nell'ectoderma dello stesso corpo polipoide.

Fam. *Hydridae*. *Hydra* L., Polipo d'acqua dolce. *H. viridis* L., *H. fusca* L., conosciuta per la sua abbondante riproduzione. In estate si riproduce per gemme, in autunno sessualmente.

2. Sottordine. *Hydrocoralliae*. Colonie idroidi coralline con scheletro cuticolare calcificato. Il cenenchima è formato da una rete di tubi con cellule apertisi in pori superficiali, in cui stanno grandi individui nutritori, o individui astomi e tentacolati, ordinati circolamente in gran numero intorno a ciascun individuo nutritore.

Fam. *Milleporidae*. *Millepora* L. *M. alcicornis* L.

Fam. *Stylasteridae*. *Stylaster sanguineus* M. E., *Allopora oculina* Ehrbg.

2. Ordine. *Hydroidae*. Colonie idroidi con generazioni medusoidi sessuate, che rimangono sessili o rappresentano meduse craspedote. Le colonie sono perciò almeno dimorfe, e possono essere anche polimorfe. Possono anche sparire del tutto, e le meduse possono svilupparsi direttamente.

1. Sottordine *Tubulariae* (Ocellatae). Colonie polipoidi nude o coperte d'un periderma chitinoso, senza cellule caliciformi (idroteca) intorno ad ogni polipo. Le gemme sessuali si sviluppano nel corpo del polipo o sulle ramificazioni della colonia. Le meduse che diventano libere sono meduse ocellate appartenenti ai generi *Oceania*, *Sarsia*, ecc. con gli organi genitali nella parete del peduncolo gastrico.

Fam. *Clavidae*. Colonie a periderma chitinoso. Polipi clavati a tentacoli semplici, filiformi, disseminati. Le gemme sessuali si sviluppano sul corpo dei polipi e restano per lo più sessili. *Cordylophora* Allm. Colonia ramificata, a stoloni che si stendono sui corpi stranieri. Gonofori ovali, dioici. In acqua dolce: *C. lacustris* Allm. *C. albicola* Kirchn. In mare: *Clava* O. Fr. Müll. Le *eudendridi* sono vicinissime; *Eudendrium ramosum* L., come pure le *corinidi*: *Syncoryne Sarsii* Lov. e le *Cladonema radiatum* Duj.

Fam. *Hydractinidae*. Colonie a cenenchima eretto e disteso, in cui si formano le secrezioni scheletriche cornee. Polipi clavati, con una corona di tentacoli semplici. Esistono anche a fianco di questi dei lunghi polipoidi tentacoliformi (zooidi a spira). *Hydractinia* van Ben. Gemme medusoidi sessili su individui proliferi mancanti di tentacoli. *H. echinata* Flem. *Podocoryne* Sars. Le gemme sessuali libere diventano delle oceanidi. *P. carnea* Sars (fig. 242 e 181).

Fam. *Tubularidae*. Colonie rivestite di un periderma chitinoso. Polipi che presentano, al di dentro d'un cerchio esterno di tentacoli, un cerchio di tentacoli filiformi situati sulla tromba. Gemme sessuali fra i due cerchi di tentacoli. *Tubularia* L. Colonie formanti dei prolungamenti radiceiformi, rampicanti, su cui si erigono dei tronchi semplici o ramificati con polipi alla loro estremità. Gemme sessuali sessili. *T. (Thamnocnidia) coronata* Abilg., dioica. *Corymorpha* Sars. Il peduncolo di ogni polipo isolato, circondato di un periderma gelatinoso, si fissa per mezzo di prolungamenti radiceiformi e contiene dei canali radiali che sboccano nella vasta cavità gastrica del polipo. La medusa libera (*Steenstrupia*) ha la forma di una campana con un filamento marginale. *C. nutans* Sars. *C. nana* Alder.

2. Sottordine. *Campanulariae* (*Vesiculatae*). Colonie rivestite di un tubo chitinoso, che si allarga in calice (*idroteca*) intorno ad ogni polipo; esso di solito ritrae completamente il suo cono boccale (tromba) e i suoi tentacoli nell'idroteca. Le gemme sessuali nascono quasi regolarmente su degli individui proliferi, mancanti di apertura boccale e di tentacoli; esse sono ora sessili, ora diventano piccole meduse vescicolate libere, con gli organi genitali situati nei canali radiali (*eucopepidi*, *gerionopsidi*, *equoridi*).

Fam. *Plumularidae*. Colonie ramificate, con idroteche su una sola fila; idroteche di polipi nutritori con piccoli calici secondari pieni di capsule urticanti (*nematocalici*). *Plumularia cristata* Lam. *Antennularia antennina* Lam.

Fam. *Sertularidae*. Colonie ramificate, polipi situati sulle faccie opposte dei rami nelle idroteche in forma di bottiglia. *Dynamena pumila* L. *Sertularia abietina*, *S. cupressina* L.

Fam. *Campanularidae* (*Eucopeidae*). Idroteche in forma di coppa su peduncoli anulati. I polipi presentano, al disotto della loro tromba conica, un cerchio di tentacoli. *Campanularia* L. Individui proliferi, situati su rami, producenti meduse libere, campanuliformi, a peduncolo boccale corto, quadrilabiato. Quattro canali radiali, quattro filamenti marginali e otto vescicole marginali interradiali. I tentacoli interradiali si formano dopo la separazione. *C. (Clytia) Johnstoni* Ald. = *C. volubilis* Johnst., probabilmente con l'*Eucope*

variabilis Cls. *Obelia* Pér. Les. Si distingue dalla *Campanularia* per le sue meduse. Esse sono appiattite, discoidi, hanno molti tentacoli marginali e, ugualmente, otto vescicole interradiali. *O. dichotoma* L. (*Campanularia gelatinosa* Van. Ben., fig. 207 a, b), *C. geniculata* L., *Laomedea* Lamx. Gemme sessuali sessili nell'idroteca dell'individuo prolifico. *L. caliculata* Hincks.

Fam. *Aequoridae*. Meduse con dei vasi radiali e molti tentacoli marginali. *Aequorea* Forsk. *Ae. Forskalina* Ag. Qui si pongono le gerionopsidi. *Octorchis* E. Haeck. *Tima*.

3. Sottordine. *Trachymedusae*. Meduse con ombrello gelatinoso consistente, spesso sostenuto da cordoni cartilaginei, con tentacoli rigidi, il cui asse è occupato da un cordone di cellule rigide che possono essere limitate solo allo stadio giovanile (larve dei gerionidi). Sviluppo senza metamorfosi.

Fam. *Trachynemidae*. Con filamenti marginali rigidi, non mobili. Gli organi genitali si sviluppano negli infossamenti vescicolari degli otto canali radiali. *Aglaura hemistoma* (*Trachynema ciliatum* Ggbr.) *Rhopalonema velatum* Ggbr. Messina.

Fam. *Aeginidae*. Ombrella di consistenza cartilaginea, appiattita, discoide. Vasi radiali sostituiti da diverticoli sacciformi della cavità gastrica. *Cunina albescens* Ggbr. Napoli. *Aegineta flavescens* Ggbr. *Aeginopsis mediterranea* J. Müll.

Fam. *Geryonidae*. Ombrella con cordoni cartilaginei centripeti e quattro o sei tentacoli marginali cavi. Peduncolo gastrico lungo, cilindrico o conico, con una porzione boccale in forma di tromba e quattro o sei canali che si continuano coi canali radiali. Organi genitali situati nei canali radiali; otto o dodici vescicole marginali. *Liriope* Less. Quattro canali radiali, quattro od otto tentacoli e otto vescicole marginali. *L. tetraphylla* Cham., Oceano Indiano. *Geryonia* Pér Les. Sei canali radiali, senza cono linguiforme. *G. umbrella* E. Haeckel. *Carmarina* E. Haeckel. Sei canali radiali e un cono linguiforme. *C. hastata* E. Haeckel. Nizza.

III. SOTTOCLASSE. Sifonofcri (Siphonophorae) (1).

Colonie di idroidi liberi, poliformi, a sostegno contrattile, composti di individui polipoidi nutritori e di gemme medusoidi sessuate, e per lo più anche di campanule natanti, di scudi e di tentacoli.

Morfologicamente i sifonofori sono intimamente uniti alle colonie di idroidi, ma presentano molto più il carattere di individui, per il polimorfismo sviluppatissimo delle loro appendici polipoidi e medusoidi. Le funzioni di queste ultime hanno dei rapporti così intimi le une con le altre e sono così necessarie per la conservazione dell'insieme che si può fisiologicamente considerare ogni sifonoforo come un organismo unico e le sue appendici come organi. A ciò bisogna aggiungere che la generazione medusoide sessuata non presenta che una autonomia poco

(1) Oltre Kölliker, C. Vogt, Huxley. ecc. vedi: C. Gegenbaur, Beobachtungen über Siphonophoren. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1853. Id., Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren. *Nova acta*, t. XXVII, 1859. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. I. Giessen, 1883. Id., Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. *Archiv für Naturgesch.*, 1854. E. Metschniskoff, Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XXIV 1874. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum n. s. nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. *Arbeiten aus dem Zool. Institut der Univ. Wien*, Vol. I, 1878. E. Haeckel, Report on the siphonophorae collected by H. M. Challenger. 1889. C. Chun Die Siphonophoren der Canarischen Inseln. *Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss. Berlin*.

marcata, poichè solo eccezionalmente (*velellidae*) si trasforma in meduse libere.

Invece di una colonia ramificata fissata, questi animali presentano uno stelo o sostegno libero (*idrosonoma*), contrattile, non ramificato, raramente munito di rami laterali semplici, rigonfiato alla sua estremità superiore (camera d'aria o *pneumatoforo*) che contiene spesso, sotto una macchia apicale di pigmento vivamente colorato, una vescica aerea (figura 246).

In tutte le specie l'asse dello stelo contiene un canale, in cui il liquido nutritore è continuamente messo in moto dalla contrattilità della parete e dall'azione di ciglia vibratili. La vescica aerea, che spesso è unita solamente al rigonfiamento dello stelo che la contiene per mezzo di trabecole ragianti, e che può talora acquistare delle dimensioni considerevoli (*Physalia*), fa la parte di apparecchio idrostatico. Essa serve principalmente nelle specie a stelo lungo e spirale (*fisoforidi*) a mantenere la colonia in posizione verticale; in alcuni casi una o più aperture permettono al contenuto gassoso di sfuggire liberamente. In alcune forme abissali (Rodalidi) essa sbocca in un'appendice campanuliforme, o *auroforo*, che secerne gas (fig. 255).

Le appendici, nate per gemmazione sullo stelo a simmetria bilaterale e girate a spira, e le cui cavità gastriche comunicano col canale centrale, si presentano ovunque almeno sotto due forme: 1.° sotto la

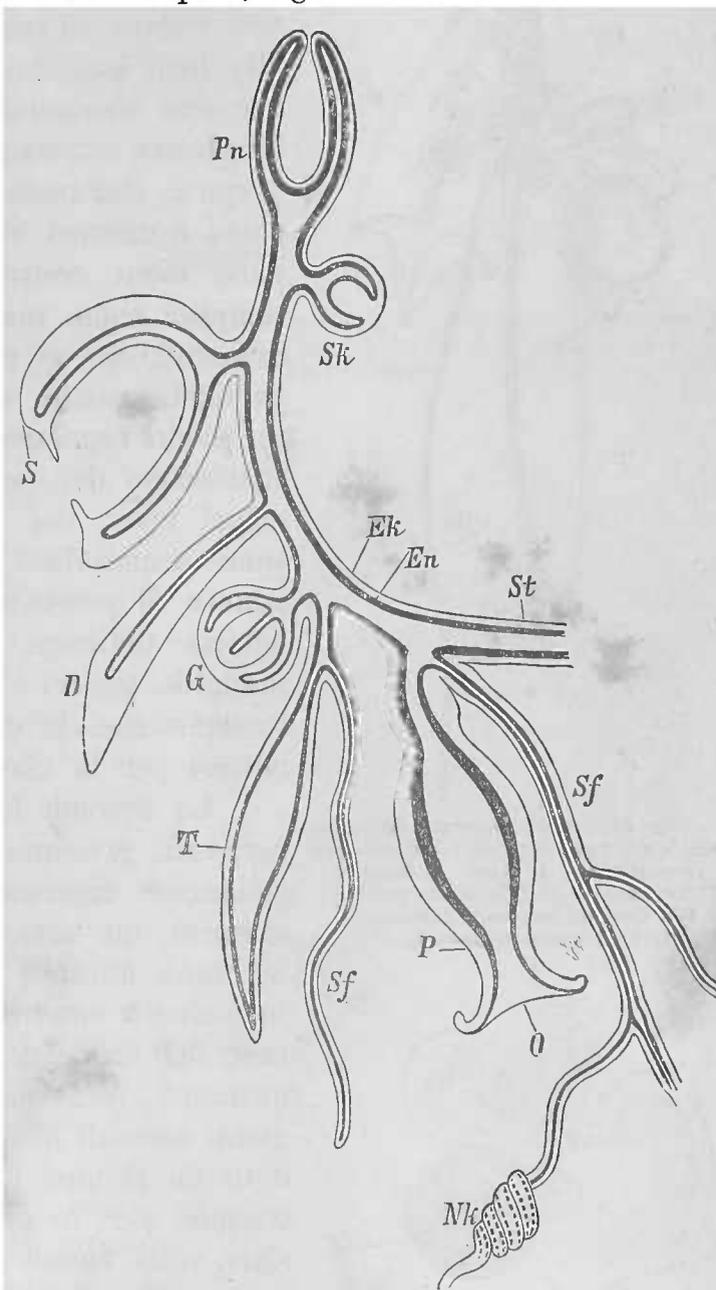


Fig. 246. — Schema di un sifonoforo. *St* Asse, *Ek* Ectoderma, *En* Entoderma, *Pn* Pneumatoforo, *Sk* Campanelle natanti (gemme), *S* Campanelle natanti, *D* Pezzo di copertura, *G* Gemma genitale, *T* Tentoni, *Sf* Filamenti pescanti, *P* Polipo, *O* sua apertura boccale, *Nk* Bottone urticante.

forma di individui polipoidi nutritori accompagnati da filamenti prensili, e 2.^o sotto la forma di gemme sessuali medusoidi.

I polipi nutritori (*idranti*), chiamati anche *tubi succhiatori* o

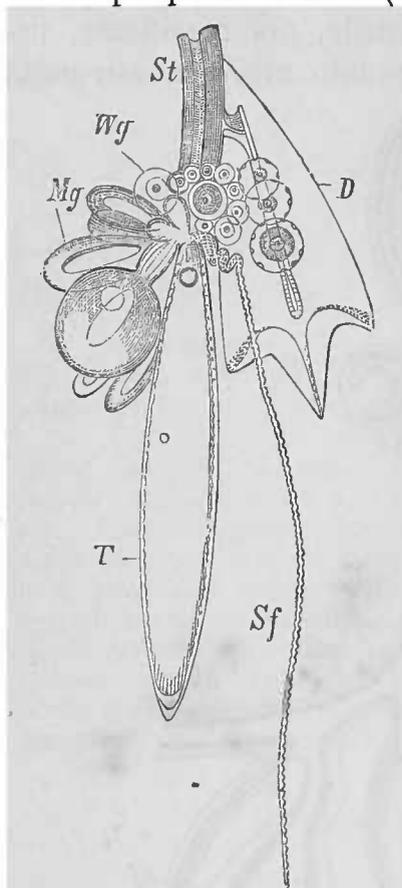


Fig. 247. — Frammento dell'asse con le sue appendici, dell'*Halistemma tergestinum*. *St* Asse, *D* Scudo, *T* Tentacolo, *Sf* Filamento prensile, *Wg* Gemma sessuale femminile, *Mg* Gemma sessuale maschile.

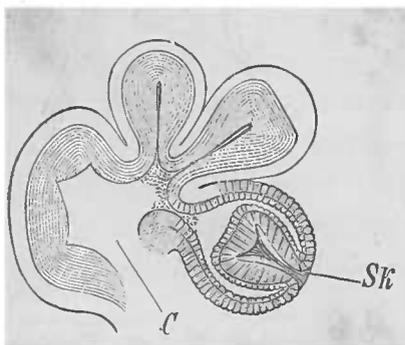


Fig. 248. — Gruppo di gemme alla base della vescica aerea di un *Physophoride*. *C* cavità centrale, *Sk* Gemma di campana natatoria col nucleo della gemma che si svuota.

tubi stomacali, sono piccoli tubi semplici muniti di un'apertura boccale che non hanno mai corona di tentacoli, ma portano sempre alla loro base un lungo filamento prensile, che può svolgersi e raggiungere una gran lunghezza e novamente ritrarsi avvolgendosi a spira. Raramente è semplice; più spesso porta numerosi filamenti secondari, che sono pure assai contrattili. Sempre i filamenti semplici sono muniti di numerose capsule urticanti che si raggruppano in certi punti, particolarmente sui filamenti secondari in un modo regolare e in gran numero, e costituiscono dei considerevoli rigonfiamenti a colori vivi, dei *bottoni urticanti*, in cui sono accumulate delle batterie di diverso genere di queste microscopiche armi. Questi bottoni urticanti presentano, nelle diverse famiglie, generi e specie delle variazioni caratteristiche, da cui si hanno dei buoni caratteri per la classificazione.

La seconda forma d'appendici, i *bottoni sessuali*, presentano per lo più, intorno a un peduncolo centrale pieno d'uova o di spermatozoi, un mantello campanuliforme con un vaso anulare e dei vasi radiali. Ordinariamente sono raggruppati in grappoli alla base dei tentacoli, più raramente dei polipi nutritori, per esempio nella *Veleva*. Gli elementi sessuali maschili e femminili sono prodotti da gemme di forma differente, che si trovano per lo più ravvicinati gli uni agli altri, sulla stessa colonia (fig. 247). Esistono però anche dei sifonofori dioici, o a sessi separati, se si considerano le gemme come degli organi sessuali, per esempio l'*Apolemia uvaria* e la *Diphyes acuminata*. Le appendici sessuali medusoidi si separano

spesso dalla colonia quando sono sviluppate, ma raramente si trasformano in piccole meduse libere che producono gli elementi sessuali durante il loro periodo di libertà (*Chrysomitra* delle velevide).

Oltre a queste due sorta di appendici, che non mancano in alcun sifonoforo, se ne trovano altre la cui presenza è meno generale, e che

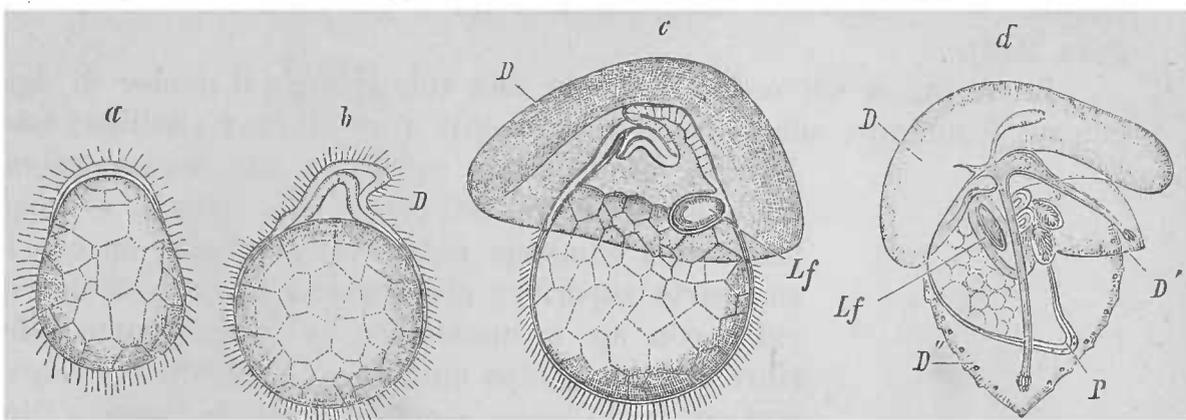


Fig. 249. — Sviluppo dell'*Agalmopsis Sarsii* (da Metschnikoff) *a* Larva ciliata, *b* Stadio con un abbozzo del pezzo di copertura (*D*), *c* Stadio con pezzo di copertura a cappa (*D*) e abbozzo del pneumatoforo (*Lf*), *d* Fase più avanzata con 3 pezzi di copertura (*D*, *D'*, *D''*), un polipo (*P*) e filamento prensile.

si possono riferire anche ad appendici medusoidi e polipoidi modificate. Tali sono i *tentacoli* vermiformi e astomi, che, come i polipi, possiedono un filamento prensile, ma più corto e più semplice (senza filamenti secondari, nè capsule urticanti); gli scudi, specie di scaglie, di consistenza cartilaginea che servono a proteggere i polipi, i tentacoli e le gemme sessuali, e infine quelle appendici, che sono situate sotto il pneumatoforo, e che si chiamano *vescicole natatorie*. Queste ultime riproducono, sebbene con *simmetria* nettamente *bilaterale*, la conformazione di una medusa a cui mancassero il peduncolo gastrico e l'apertura boccale, i tentacoli e i corpi marginali. Ma al contrario la loro subombrella ricurva a campana, o sacco natatorio, è molto più sviluppata e munita di una muscolatura potente, in relazione con la loro funzione esclusivamente locomotrice. Tutte le appendici si sviluppano a spese di gemme munite di un ectoderma, di un endoderma e d'una cavità centrale, che comunica con la cavità centrale dello stelo. Nelle campane natatorie e nelle

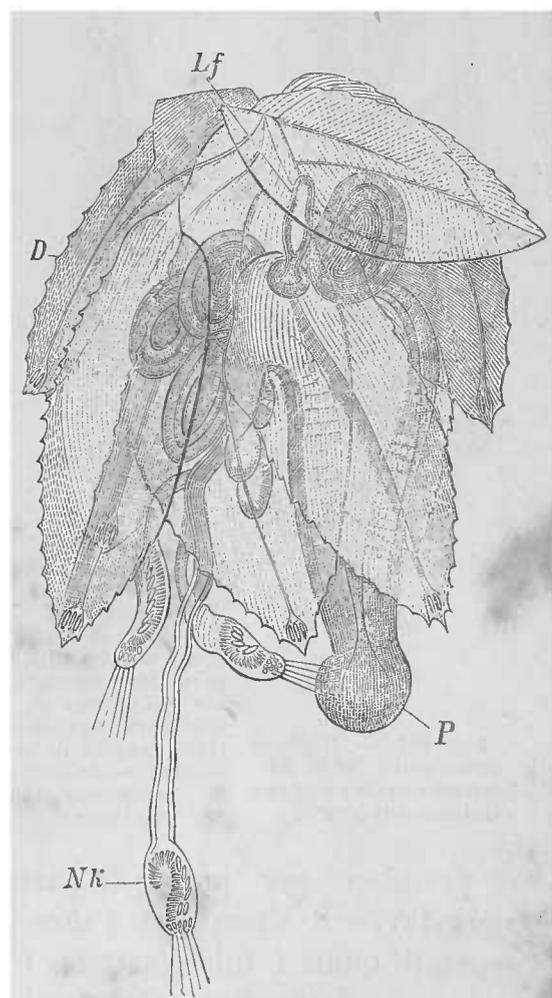


Fig. 250. — Piccola colonia di larve dell'*Agalmopsis* del tipo dell'*Athorybia*. *Lf* Pneumatoforo, *D* Pezzo di copertura, *Nk* Bottone urticante, *P* Polipo.

gemme genitali, una proliferazione ectodermica (nucleo della gemma) fornisce il rivestimento della subombrella e gli elementi sessuali (figura 248).

Le uova, di cui ordinariamente uno solo riempie il nucleo di ogni gemma femminile, sono grandi e mancanti di membrana vitellina; esse,

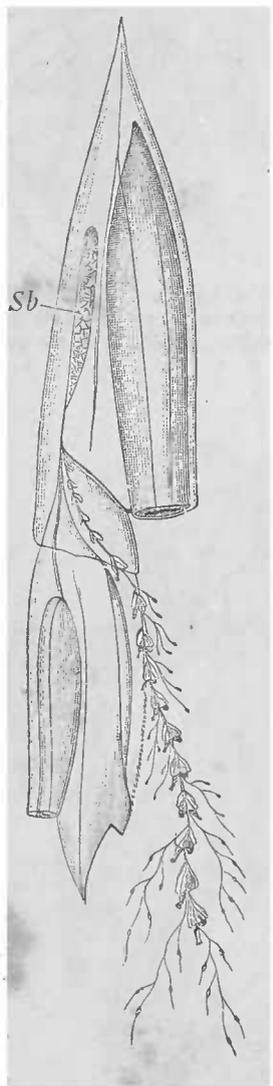


Fig. 251. — *Diphyes acuminata*, $\times 8$. Sb Serbatoio nella campana natatoria superiore.

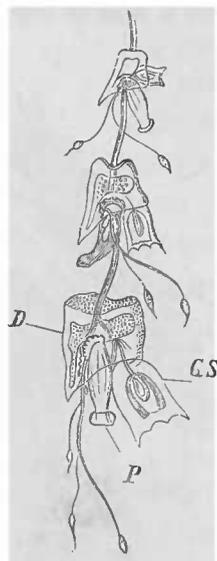


Fig. 252. Frammento di una *Diphyes* (da R. Leuckart) D Pezzo di copertura, GS Campana natatoria genitale, P Polipo con un filamento prensile. Ogni gruppo di individui, separandosi, costituisce una *Eudoxia*.

dopo la fecondazione, subiscono una segmentazione totale e irregolare. Sul corpo della larva si sviluppa prima una campana natatoria (*Diphyes*), oppure la sua parte superiore diventa uno scudo a forma di cuffia con un pneumatoforo, e la sua parte inferiore il primo polipo nutritore (*Agalmopsis*). Nuove gemme danno luogo a piccoli scudi fogliacei e l'insieme costituisce una piccola colonia con delle ap-

pendici provvisorie, che permettono di considerare lo sviluppo dei sifonofori come una metamorfosi (fig. 249 e 250). La corona di scudi completata, dopo la comparsa d'un filamento prensile con bottoni urticanti provvisori, da altre appendici simili, non persiste che nell'*Athorybia*, nella quale non esiste mai allo stato adulto una colonna natante, munita di campane natatorie. Nelle *Agalmopsis* e *Physophora* gli scudi primari della larva spariscono con l'allungamento dello stelo e sono sostituiti da campane natatorie. Filogeneticamente i sifonofori derivano probabilmente non da una medusa idroide proliferante, ma da una piccola colonia di idroidi (1) simile ad una *Hydractinia*, che, senza fissarsi, ha continuato a svilupparsi, pur continuando a vagare alla superficie del mare.

Altri naturalisti credono meglio di prendere per punto di partenza una idromedusa proliferante, e di ricondurre il sifonoforo a una colonia polimorfa di meduse, con organi spostati, quali i tubi gastrici, i fili pescanti, ecc.

1. Sottordine. *Calycophoridae*. Stelo lungo e privo di pneumatoforo. Campane natatorie su due serie (*Hippopodidae*) o in numero di due, grossissime, opposte, più raramente una sola. Senza tentacoli.

(1) Vedi Claus, Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden. *Arbeiten aus dem zool. Institute der Univ. Wien*, ecc. Tom. V, 1884.

Le appendici sono disposte in gruppi a eguale distanza e possono ri-

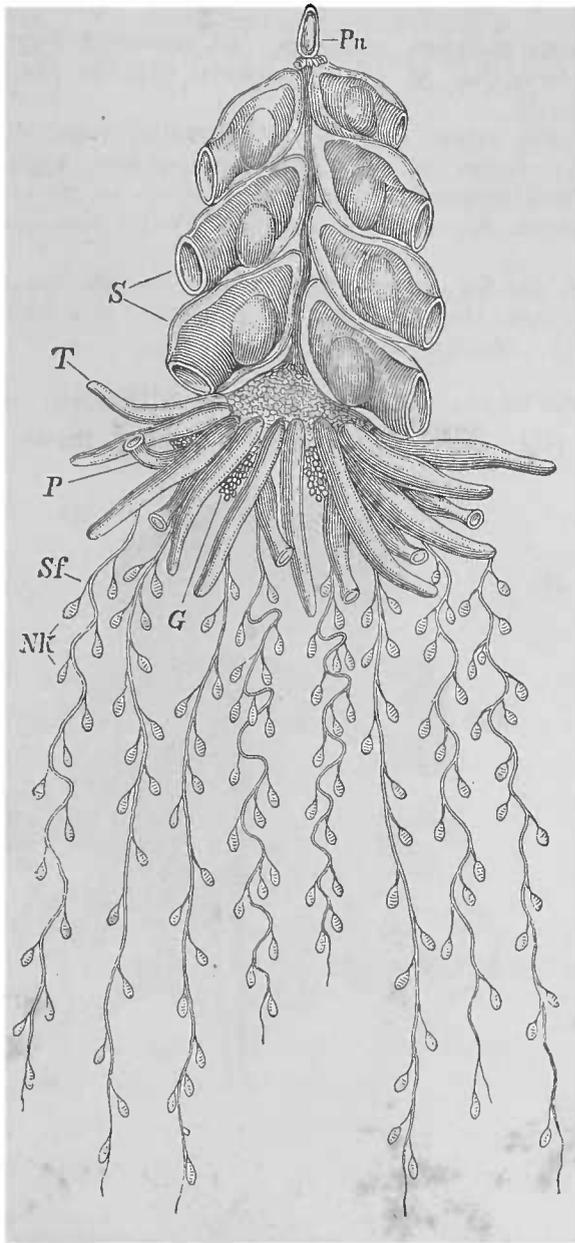


Fig. 253. — *Physophora hydrostatica*. *Pn* Pneumatoforo, *S* Campane natanti, in due serie sulla colonna, *T* Tentacolo, *P* Polipo o tubo gastrico con fili pescanti (*Sf*), *Nk* Bottoni urticanti, *G* Grappoli genitai.

tirarsi in una cavità delle campane natanti. Ogni gruppo di individui è munito di bottoni urticanti reniformi, nudi, e di gemme sessuali, a cui si aggiunge ordinariamente uno scudo in forma di ombrella o d'imbuto (figura 251). Questi gruppi di individui si separano in alcuni *Diphydi*, per condurre vita libera (*Eudoxia*, figura 252). I medusoidi sessuati con-

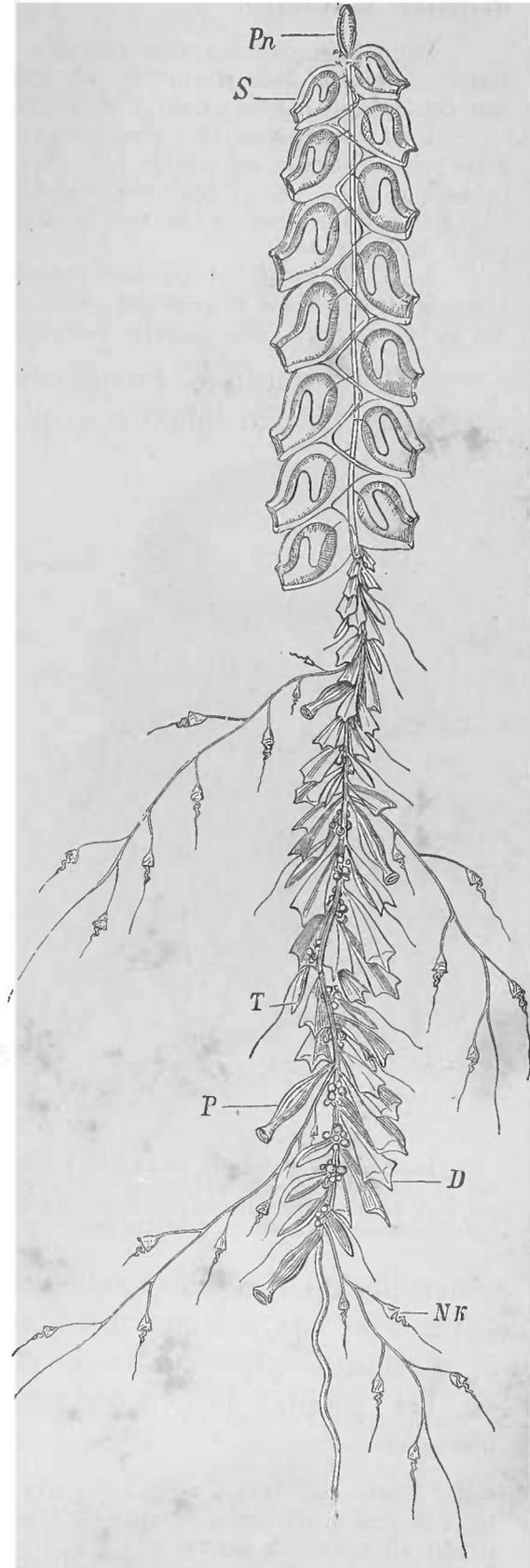


Fig. 254. — *Halistemma tergestinum*. *Pn* Pneumatoforo, *S* Campanelle natanti, *P* Polipo nutritore, *T* Polipo tattile, *D* Pezzo di copertura, *Nk* Bottoni urticanti sui filamenti pescatori.

tengono molte uova nel manubrio conico che emerge spesso dall'orificio del mantello.

Fam. *Monophyidae*. Con una sola grande campana natatoria, all'estremità superiore del tronco, *Monophyes* Cls. *M. irregularis* Cls. *M. (Sphaeronectes) gracilis* Cls., con *Diplophysa inermis* Ggbr., Mediterraneo.

Fam. *Diphyidae*. Due grossissime campane natanti opposte, all'estremità superiore dello stelo. *Diphyes acuminata* Lkt. (fig. 251), dioico con l'*Eudoxia campanulata*. *Abyla pentagona* Esch., con l'*Eudoxia cuboides*, Mediterraneo. *Sphaeronectes* Huxl. = *Monophyes* Cls. *Sph. gracilis* Cls. con la *Diplophysa inermis* Mediterraneo. *Praya maxima* Ggbr. Mediterraneo.

Fam. *Polyphyidae*. Colonna natante in due file, su una diramazione laterale superiore del tronco (asse secondario), senza copertura. Gemme sessuali a grappolo, alla base dei polipi nutritori. *Hippopodius luteus* Forsk., Mediterraneo.

2. Sottordine. *Pneumathoporidae*. Tronco breve, allargato a sacco (fig. 253), o lungo e a spira (fig. 254), con sacco d'aria a fiasco.

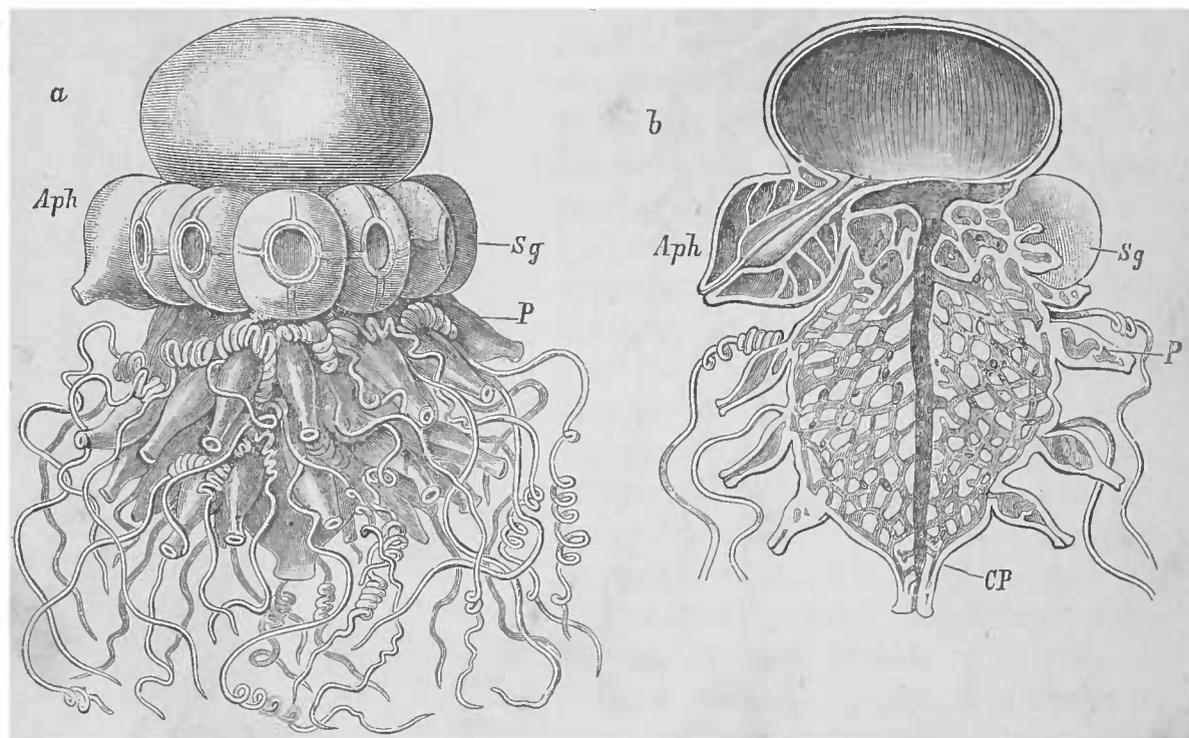


Fig. 255. — *Stephalia corona* E. Haeckel. a Lateralmente, Aph Auroforo o parte escrettrice del pneumatoforo. Sotto questo, una corona di campane natanti Sg, poi i polipi o tubi gastrici (P) coi loro fili pescanti e il polipo centrale b Sezione sagittale. Lo spazio gastrico del polipo centrale (CP) conduce nella cavità centrale del tronco.

generalmente con campanelle natanti che, sotto la camera d'aria, costituiscono una colonna natante distribuita in due o in più file. Pezzi di copertura e tentoni per lo più esistenti, e varianti regolarmente in un coi polipi e le gemme sessuali. Ogni gemma femminile presenta un uovo.

Fam. *Agalmidae*. Stelo successivamente allungato, avvolto a spira, con campane natanti in due o più serie. Scudi e tentacoli. *Forskalia contorta*, M. Edw., polipi nutritori situati all'estremità dei rami laterali in forma di peduncoli dello stelo e molti scudi. *Halistemma* Huxl, Palpi e scudi situati direttamente sullo stelo. *H. rubrum* Vogt, Mediterraneo. *H. tergestinum* Cls. (fig. 250) *Agalmopsis Sarsii* Köll. *Apolemia uvaria* Less. Mediterraneo.

Fam. *Physophoridae*. Stelo raccorciato, gonfiato in un sacco spirale sotto le campane natanti disposte in due serie. Senza scudi; al loro posto due corone esterne di tentacoli che sormontano dei grappoli riproduttori. Polipi nutritori con tentacoli. *Physophora* Forsk. *Ph. hydrostatica* F. Mediterraneo.

Fam. *Athorybiadae*. Invece della colonna natante, hanno una corona di scudetti a foggia di vertebre. *Athorybia rosacea* Esch., Mediterraneo.

Fam. *Rhodaliidae*. Con grande pneumatoforo; sotto esso una corona di campanelle natanti, fra queste, sulla linea mediana, un sacco con un condotto aereo (auroforo), aperto all'esterno. Tronco ovoide, con tessuto di sostegno di durezza cartilaginea, trapassato da una rete di canali. Sul tronco, sonvi polipi con fili pescanti, e gemme sessuali a grappolo. Di mare profondo. *Stephalia corona* H. (fig. 255), *Angelopsis* Fewk. (*Auralia* H.), *Rhodalia* H.

Fam. *Physalidae*. Stelo trasformato in una vescicola spaziosa, quasi orizzontale con un grandissimo pneumatoforo, aperto. Non sonvi campane natanti, nè scudi. Sulla linea ventrale grossi e piccoli polipi nutritori con filamenti prensili, lunghi e robusti e dei polipoidi tentacoliferi che portano i grappoli sessuali. Le gemme femminili sembrano divenire meduse libere. *Physalia* Lam., *P. caravella* Esch. (*P. Arethusa* Til.) *pelagica*, *P. utriculus* Esch., Oceano Atlantico.

3. Sottordine. *Discoideae*. Stelo a forma di disco appiattito, con un sistema di cavità canaliciformi (cavità centrale). Sopra sta il pneumatoforo sotto forma di un serbatoio discoidale, ialino, di consistenza cartilaginea, formato di canali concentrici aperti all'esterno. Alla faccia inferiore del disco sono fissate le appendici polipoidi e medusoidi; al centro un grosso polipo nutritore, circondato da molti polipetti, che portano alla loro base le gemme sessuali; più all'esterno, vicino al margine del disco, i tentacoli. Le gemme sessuali diventano libere sotto la forma di piccole meduse (*Chrysomitra*), che producono, molto tempo dopo la loro separazione, gli elementi sessuali.

Fam. *Velellidae*. *Velella spirans* Esch. Mediterraneo. *Porpita mediterranea* Esch.

III. SOTTOTIPO. Ctenofori (1). — (Ctenophorae).

Celenterati biraggiati sferici o cilindrici, raramente nastri-formi, muniti di otto serie meridiane di grandi palette ciliate (coste), di un tubo gastrico e di canali vascolari gastrici e spesso di due filamenti tattili che si possono ritrarre in tasche speciali.

I ctenofori, la cui forma si può ricondurre a quella della sfera, sono celenterati liberi, di consistenza gelatinosa, a conformazione biraggiata e simmetrica. Esteriormente il loro corpo spesso pare compresso su due lati, in modo che si possono distinguere due piani di simmetria passanti per l'asse longitudinale, perpendicolari l'uno all'al-

(1) G. Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren. *Archiv. für Naturgesch.*, 1856. L. Agassiz, Contributions to the Nat. History of the United States of America. Vol. III, Boston, 1860. A. Kowalevski, Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersburg, 1866 (*memoria originale in russo*), 1873. H. Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Rippenquallen. *Inaugural dissertation*. Jena, 1869. A. Agassiz, Embryology of the Ctenophorae. Cambridge, 1874. C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Leipzig, 1880. H. Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren. *Jen. Zeitschrift für Naturw.*, 1880. E. Metschnikoff, Ueber die Gastrulation und Mesodermbildung der Ctenophoren. *Zeitschr. für wiss. Zoologie*, Vol. XI, II, 1885.

tro, il *piano sagittale* e il *piano trasversale*, omologhi ai piani mediano e laterale degli animali a simmetria bilaterale (fig. 256). L'organizzazione interna corrisponde alla disposizione di questi due *piani principali*; infatti sul piano trasversale si trovano poste quasi tutte le parti pari del corpo, come i due filamenti tattili e i vasi gastrici, le fascie epatiche dello stomaco, i tronchi vascolari, onde partono gli otto canali delle coste, mentre il piano sagittale coincide col grande asse del tubo gastrico (d'onde il nome di *piano gastrico* con cui anche lo si chiama), con le due aree polari e coi vasi terminali dell'imbuto (canali escretori). La faccia più lunga dell'imbuto è situata secondo il piano trasversale, per ciò lo si chiamò anche *piano dell'imbuto*. Siccome questi due piani dividono il corpo in due metà simili e non si può distinguere una faccia ventrale, nè una faccia dorsale, la simmetria resta raggiata e non è affatto bilaterale, quantunque ogni metà presenti questa simmetria. Il corpo si trova così diviso in diagonale da questi due piani perpendicolari in quattro quarti simili, due a due.

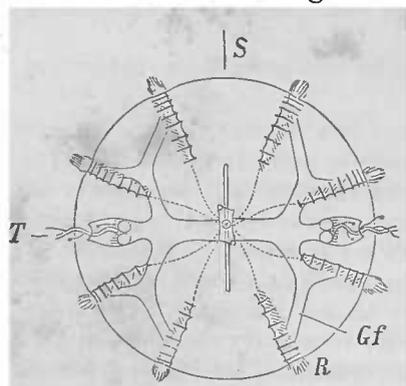


Fig. 256. — *Cydippe* vista dal polo apicale. *S* Piano sagittale, *T* Piano trasversale, *R* Coste, *Gf* Sistema vascolare.

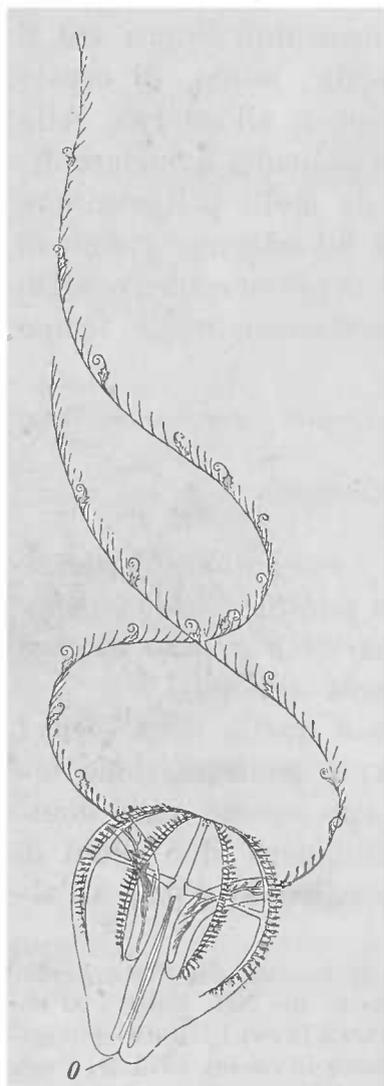


Fig. 257. — *Cydippe* (*Hormiphora plumosa*). *O* Bocca (secondo Chun).

posteriore, che muscoli speciali possono chiudere, dà entrata nella cavità gastrica detta imbuto.

La progressione dell'animale è prodotta principalmente dalle oscillazioni regolari delle palette ciliate ialine, disposte alla periferia del corpo in otto serie meridiane e in modo che ogni quarto contiene un paio di queste serie longitudinali, o coste, una subsagittale e una subtrasversale (fig. 257). Inoltre la contrattilità delle fibre muscolari del tessuto gelatinoso contribuisce ai movimenti del corpo; nei *cestidi*, che sono nastriformi, essa è abbastanza energica da provocare forti movimenti ondulatori.

L'apertura boccale, talora circondata di prolungamenti in forma di lobi del tessuto gelatinoso conduce nel tubo gastrico spazioso (*Beroë*), o stretto ed appiattito, munito di due fasce epatiche, di cui l'orificio

posteriore, che muscoli speciali possono chiudere, dà entrata nella cavità gastrica detta imbuto.

Il tubo gastrico abbastanza lungo emerge nell'imbuto ed è completamente circondato dalla massa gelatinosa fino al livello dei due vasi longitudinali che accompagnano le due facce laterali nel piano trasversale. L'imbuto, appiattito e posto in direzione perpendicolare rispetto all'intestino, emette otto vasi costali, la cui distribuzione presenta la simmetria biraggiata (due tronchi radiali, quattro rami intermedi, otto rami pararadiali che conducono ai vasi meridiani situati sotto alle coste), poi due vasi dell'imbuto. Questi, che provengono ordinariamente da un tronco comune, sono gonfiati ad ampolla in modo da costituire ciascuno due piccoli sacchi terminali che circondano l'organo sensorio del polo abolare, conosciuto sotto il nome di vescicola ad otoliti, e sboccano ciascuno per un'apertura che può chiudersi, situata in un piano diagonale. Dal fondo dell'imbuto possono anche partire due vasi tentacolari. La superficie interna tanto dello stomaco, come dell'imbuto e de' suoi vasi, è ovunque interamente ciliata.

Il sistema nervoso dei ctenofori non è finora abbastanza conosciuto (fig. 258). E fuori di dubbio che la grossa vescicola situata al polo aborale con le sue otoliti e il liquido trasparente che la riempie, sia un organo di senso; così è pure verosimile, se ci si riferisce all'organizzazione degli acalefi, che il centro nervoso sia situato

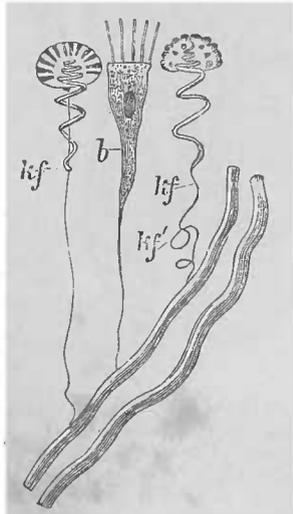


Fig. 259. — Fibre muscolari lisce, cellule vischiose (kf) e cellule tattili (b) dei filamenti laterali del tentacolo dell'*Euplocamis stationis* (secondo Hertwig). kf Prolungamento del filamento contrattile di una cellula vischiosa.

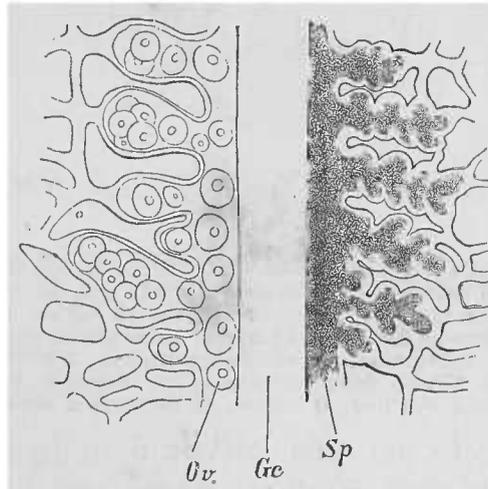


Fig. 260. — Vaso meridiano (Gc) della *Beroë* con le uova (Ov) e gli spermatozoi (Sp) nelle estroflessioni laterali di esso (secondo Will).

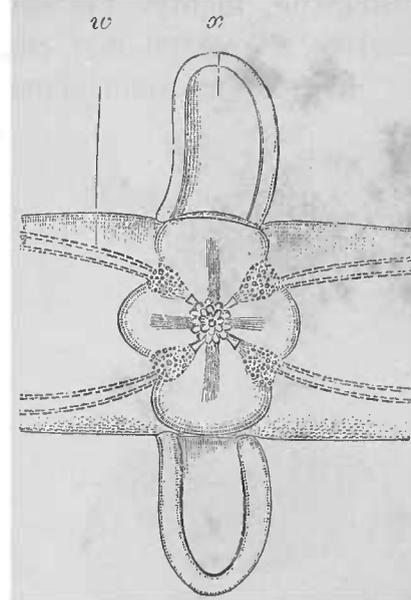


Fig. 258. — Estremità aborale della *Callianira bialata* (secondo Hertwig). α Le due aree polari, w Origine dei quattro solchi ciliati. Fra le quattro origini, al centro, la vescicola a otoliti e la lamella nervosa.

nella base ingrossata di quest'ultimo, nella lamella ad otoliti, tanto più che questa è intimamente unita ad un secondo organo sensorio, rappresentato dalle aree polari sagittali, già designato da Fol col nome di lamella olfattoria e che è in relazione, per mezzo di otto serie di ci-

glia, i solchi ciliati, con gli organi locomotori, ossia con le palette natanti.

Esistono raramente, nell'ectoderma dei ctenofori, delle vere capsule urticanti. Questi piccoli organi sono spesso rappresentati da particolari cellule vischiose o prensili, la cui base si prolunga in un filo speciale contrattile, mentre l'estremità libera emergente, convessa, vischiosa, aderisce col corpo con cui viene a contatto (fig. 259).

I ctenofori sono ermafroditi. I prodotti sessuali maschili e femmi-

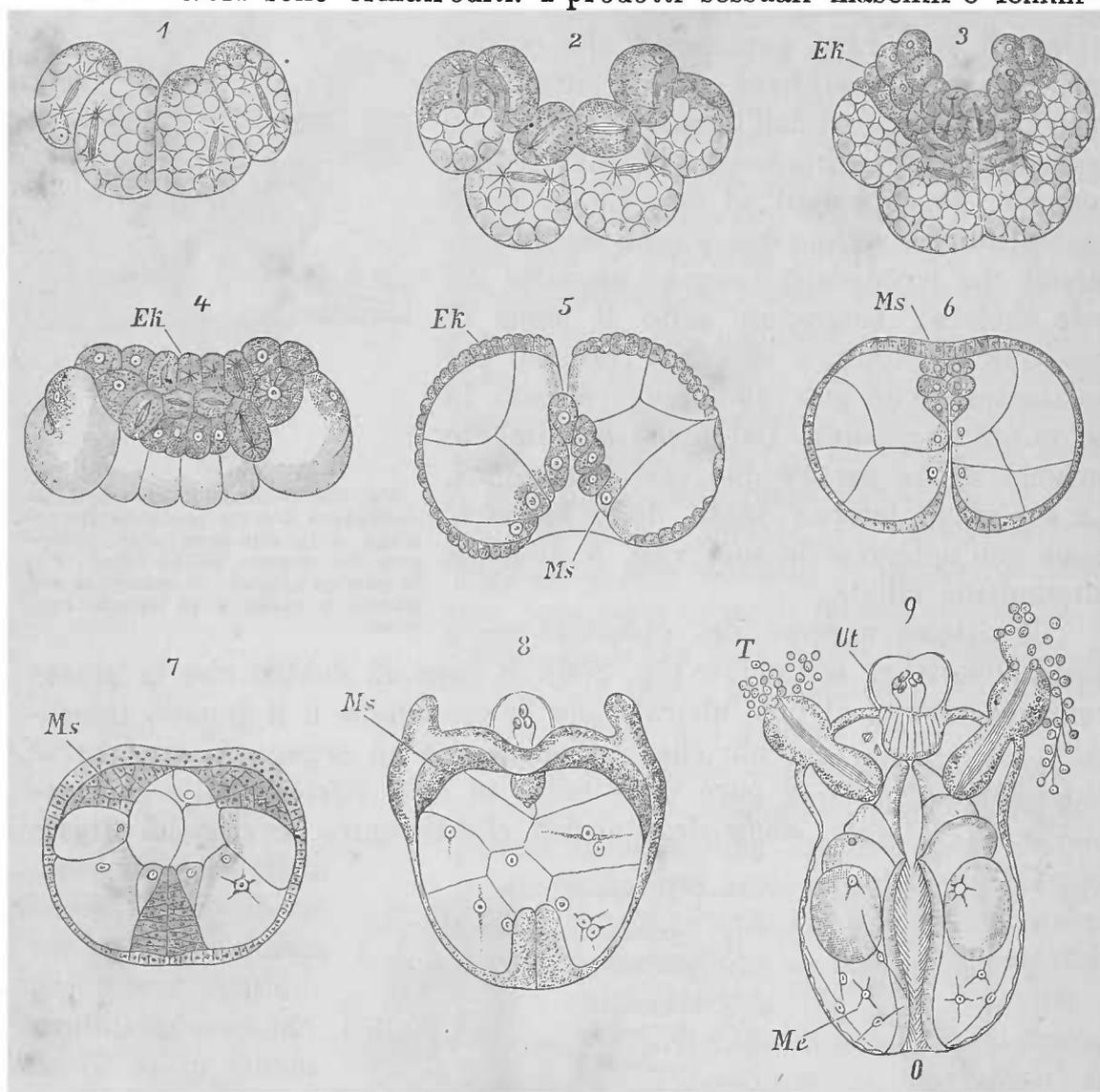


Fig. 261. — Sviluppo della *Callianira bialata* (secondo E. Metschnikoff). 1 Stadio della divisione in 8. 2 Stadio con 16 cellule di segmentazione, che già stanno per ridiversi. 3 Sulle 8 grandi cellule di segmentazione sta una copertura di circa 48 cellule ectodermiche (*Ek*). 4 Veduta laterale di uno stadio successivo. 5 Embrione in istadio di invaginazione delle cellule mesodermiche (*Ms*). 6 Progressivo stadio di invaginazione, sezione sagittale. 7 Stadio con la formazione della bocca. 8 Stadio successivo con l'inizio della formazione dei tentacoli. 9 Embrione completo. *T* Tentacoli (fili pescanti), *Ut* Vescicola otolitica, *O* Bocca, *M* Gelatina o Mesenchima.

nili sorgono nella parete dei vasi costali, o in diverticoli di questa parete, ora posti solo in certi punti (*Cestum*), ora disseminati in tutta la lunghezza dei vasi, di cui un lato è munito di follicoli ovigeri, l'altro di capsule seminali (*Beroë*). Gli strati glandulari derivati dall'ectoderma sono ricoperti dall'epitelio endodermico, e sono separati da una ripiegatura sporgente. Le uova e gli spermatozoi penetrano nella cavità gastro-vascolare e di là sono espulsi all'esterno.

Il vitello dell' uovo fecondato, avvolto da una membrana abbastanza larga, è formato, come in molte meduse, da un sottile strato esterno di protoplasma formativo (esoplasma) finamente granuloso e da un endoplasma centrale contenente vacuoli. La segmentazione è totale e ha per risultato la formazione di due, quattro, otto sfere, che presentano la stessa costituzione dell' uovo non segmentato. Nello stadio della divisione del vitello in quattro, le sfere di segmentazione sono disposte in modo tale, che due piani perpendicolari condotti fra loro corrispondono ai piani principali dell' animale adulto. Da ognuna delle sfere deriva uno dei quattro quadranti (Fol).

Nello stadio seguente (divisione in otto) la massa intera dell' esoplasma finamente granuloso si aduna nella parte superiore delle sfere e si separa per formare otto nuove sferette, che producono il foglio esterno. Queste ultime danno, per reiterata divisione, un gran numero di piccole cellule situate sulla faccia concava, che circondano e otto grosse sfere endoplasmatiche e quelle che ne derivano.

Come Metschnikoff l' ha dimostrato, nella *Callianira* appare un vero mesoderma sotto

forma di una lamina cellulare che si produce dopo che le sedici grosse cellule endodermatiche sono state quasi interamente circondate dalle piccole cellule esodermatiche, per gemmazione sulla faccia inferiore di quest' ultima. Allora comincia l' introflessione delle cellule endodermatiche, con che l' abbozzo del mesoderma va dal polo inferiore nell' interno dell' embrione e ben presto raggiunge il fondo della cavità della gastrula. La bocca primitiva della gastrula, situata al polo inferiore, è sostituita più tardi da una introflessione secondaria, l' abbozzo dello stomaco e della bocca definitivo (fig. 261,5,6 Ms). L' abbozzo del mesoderma, respinto verso il polo superiore, si separa più distintamente dall' abbozzo dell' endoderma, cresce e prende la forma di una croce, di cui i due

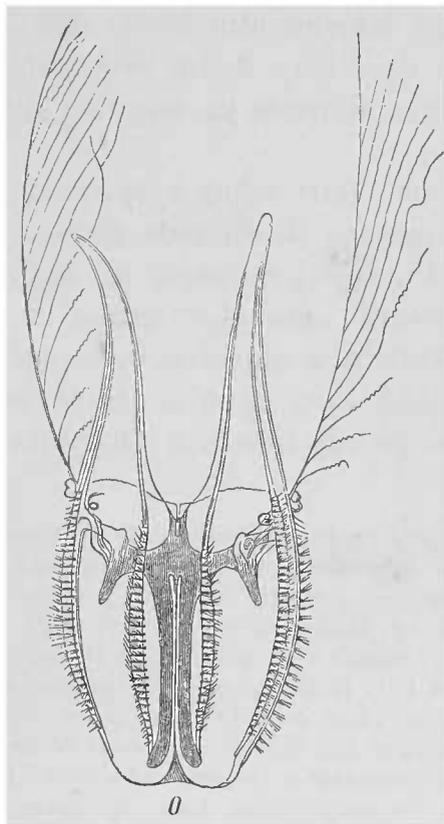


Fig. 262.
Callianira bialata (Chun).



Fig. 263.
Beroë ovalis, Ot Otocisti,
ai cui lati stanno i tenta-
coletti del campo polare.
Tr Imbuto.

rami più lunghi coincidono col piano trasversale e danno luogo al mesoderma dei tentacoli, mentre i due rami più corti sagittali producono le cellule migranti che penetrano nella massa gelatinosa (fig. 261,7-9).

I giovani ctenofori differiscono più o meno dagli individui adulti per la forma più semplice, generalmente sferica, per la piccolezza dei loro filamenti tattili e delle loro coste, come per le dimensioni dello stomaco, dell'imbuto e dei canali gastro-vascolari. Questa differenza si nota massimamente nei ctenofori lobati (fuorchè nel *Cestum*), le cui larve somigliano a giovani *Cydippe*, e non presentano ancora la simmetria raggiata. La metamorfosi si effettua solo molto più tardi; le coste e i canali costali crescono inegualmente, appaiono le gemme delle appendici tentacolari e, sulle metà del corpo corrispondenti alle coste più lunghe, si sviluppano intorno alla bocca due appendici lobate. Un fatto notevole osservato da Chun è che le giovani *Eucharis* diventano sessuate allo stato di larva durante la stagione calda (*Dissogonia*, vedi pag. 126).

I ctenofori vivono nei mari caldi e appaiono spesso in gran quantità alla superficie. Si nutrono di animali marini che imprigionano coi loro filamenti prensili. Un certo numero, le *Beroë* per esempio, che mancano di filamenti prensili, ma che hanno una bocca grandissima (fig. 263), possono inghiottire e digerire dei corpi relativamente voluminosi, anche dei pesci. La loro mole è ordinariamente piccola, certe specie raggiungono però più di trenta o quaranta centimetri (*Cestum*, *Eucharis*).

Fam. *Cydippidae*. Corpo leggermente compresso parallelamente al piano sagittale, sferico o cilindrico, con coste ugualmente sviluppate e quindi in apparenza octoradiato; due filamenti prensili. Vasi gastrici e costali terminati a fondo cieco. *Cydippe hormiphora* Ggbr. = *Hormiphora plumosa* Ag. Mediterraneo. *Eschscholtzia cordata* Köll. Mediterraneo.

Fam. *Cestidae*. Corpo allungato a nastro secondo il piano sagittale, con due filamenti prensili. *Vexillum parallelum* Fol. Isole Canarie. *Cestum veneris* Less. Mediterraneo.

Fam. *Lobatae*. Corpo compresso secondo il piano trasversale con due appendici in forma di lobi intorno alla bocca e due filamenti prensili relativamente piccoli. *Eurhamphaea vexilligera* Ggbr. Mediterraneo e Oceano Atlantico. *Chiaja papillosa* M. Edw. (*Alcinoë papillosa*) Delle Ch. = *neapolitana* Less. Mediterraneo. *Eucharis multicornis* Will. Mediterraneo.

Fam. *Beroidae*. Corpo compresso secondo il piano trasversale. Appendici frangiate alla periferia delle aree polari. Mancano filamenti tattili. *Beroë Forskalii* M. Edw. (*albescens* e *rubescens* Forsk.), *Idyiopsis Clarkii* Ag.

III TIPO.

Echinodermi (Echinodermata) (1).

Animali raggiati, generalmente con 5 raggi, con dermascheletro calcificato, per lo più portante spicule, con sistema digerente e circolatorio divisi, con sistema nervoso e ambulacrale.

La costituzione raggiata degli echinodermi servì per lungo tempo come carattere di valore tipico, e costituiva già, fin dal tempo di Cuvier, il motivo principale, per cui si univano echinodermi e celenterati nel gruppo dei *raggiati*. Più tardi Leuckart divise queste due serie di forme in due tipi distinti. L'organizzazione degli echinodermi è infatti così diversa da quella dei celenterati e tanto più elevata, che l'unione dei due gruppi come *raggiati* è da abolirsi, tanto più che la forma radiale presenta degli stadii di passaggio con la bilaterale. Gli echinodermi presentano una speciale ed elevata costituzione, riconducibile a quella dei vermi, specialmente perchè posseggono un sistema digerente separato dal circolatorio, e inoltre perchè hanno alcune specialità d'organizzazione, come il sistema ambulacrale e le larve bilaterali nello sviluppo. In generale il numero degli assi del corpo è di 5. Però talvolta ve n'è sei, o anche più, e quando i raggi sono numerosi, vi sono anche delle irregolarità nella ripetizione delle parti simili. Le numerose forme riunite nel gruppo degli echinodermi si possono ricondurre allo sferoide, con l'asse principale accorciato, i poli appiattiti e dissimili; l'asse longitudinale è anche l'asse principale del corpo, bocca e ano sono i due poli (polo orale e anale). Per l'asse longitudinale si possono condurre 5 piani, ciascuno dei quali divide il corpo in due metà simmetriche. La congruenza di queste metà è resa incompleta dalla differenza fra i due poli. I dieci meridiani posti a intervalli eguali, per cui passano questi cinque piani, sono disposti in modo, che cinque di essi, i *raggi*, segnano il posto dove sono situati gli organi importanti, i nervi, i tronchi vascolari, i piedi ambulacrali, ecc.; i cinque altri, che sono loro opposti, corrispondono ai raggi intermediari o *in-*

(1) Fr. Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, der pomeranzfarbigen See-sterne und des Stein-Seeigels. Heidelberg, 1820. Joh. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. *Abhandl. der Berl. Akad.*, 1853. Id., Sieben Abhandlungen über die Larven und die Entwicklung der Echinodermen. *Abhandl. der Berl. Akad.*, 1846-54. A. Agassiz, Embryology of the Starfish. *Contributions*, ecc. Vol. V 1864. E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen und Nemertinen. Petersburg, 1869. H Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1877-82. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Fasc. I-IV. Jena, 1884-89. Cuénot, Contribution à l'étude anatomique des asterides. *Archives de Zool. exp. et gén.* II Ser., Vol. V bis., 1877. Id., Étude anatomiques sur les ophiures. *Ibidem*, II Ser., Vol. VI, 1888. id. Morphologie des Echinodermes, *Archives de Biologie*, 1891.

terradi, e coincidono egualmente con certi organi. Solo quando i raggi sono perfettamente eguali, come gli *interradi*, il corpo dell'echinoderma presenta la simmetria raggiata pentamera (*echinodermi regolari*) (fig. 264); tuttavia è facile dimostrare che questa forma raggiata regolare non si trova mai in realtà. Come sempre, uno degli organi, per esempio la piastra madreporica, il canale pietroso, il cuore, ecc., resta unico senz'essere situato sull'asse; non vi sono che i piani il cui raggio od interraggio coincidono con gli organi impari, che adempiano alle condizioni necessarie per dividere il corpo in due metà simmetriche eguali. Ma questo caso non si incontra mai, perchè gli altri organi non sono strettamente simmetrici per rapporto a questi piani.

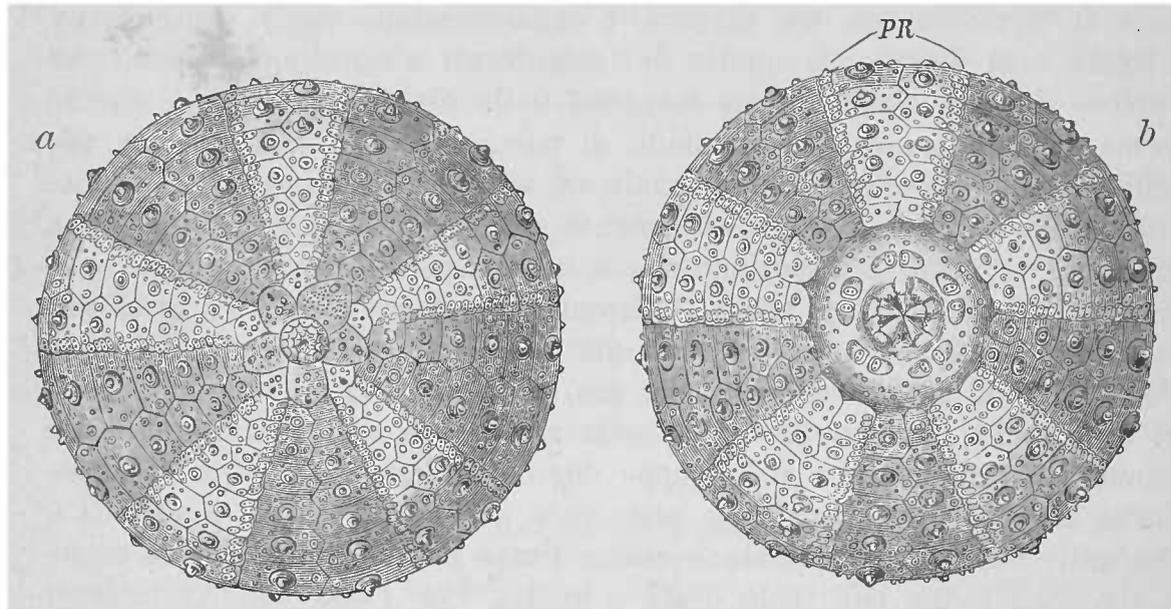


Fig. 264. — Guscio d'un echino regolare giovane, *Toxopneustes droebrachiensis* a Dal lato aborale. PR Serie dei pori. Il polo coincide con l'ano, intorno vi sono le piastre genitali, di cui una trasformata in p. madreporica. Tra le piastre genitali stanno 5 piastri radiali trapassate da pori pei tentacoli di senso. b Dal lato orale. Bocca con 5 denti, e 5 paia di piastre, coi pori pei pedicelli ambulacrali orali.

Spesso un raggio si sviluppa più degli altri e allora la forma esterna dell'echinoderma presenta un'irregolarità che fa già manifestamente riconoscere esternamente la simmetria bilaterale. Il corpo dell'echinoderma, da *raggiato pentamero*, diventa *bilaterale*, divenendo piano mediano il piano del raggio impari, da ciascun lato del quale sono situati due raggi simili. Si distingue un *polo superiore* o apicale, un *polo inferiore* o boccale, un lato *destro* e un lato *sinistro* (i due raggi intermediari), un *estremità anteriore* (raggio impari) e un *estremità posteriore* (interraggio impari). Negli echini irregolari, la disposizione bilaterale simmetrica è ancor più pronunciata. Non solo il raggio impari acquista una grandezza e una forma anormale, non solo gli angoli su cui intersecano il raggio principale e i raggi secondari non sono uguali che per paio, ma l'ano si allontana, nei *clipeastridi* (fig. 265), dal polo apicale per ravvicinarsi alla metà ventrale del corpo nell'in-

terraggio impari, mentre negli *spatangidi* la bocca è nello stesso tempo spinta nella direzione del raggio pari e diventa eccentrica (fig. 266).

Non v'è che un piccolo numero di echinodermi regolari che si muovano su tutti e cinque i raggi; assai più spesso la zona che circonda il polo boccale diventa la faccia ventrale, a motivo della posizione che essa occupa quando l'animale progredisce; essa si appiattisce e acquista principalmente o esclusivamente degli organi di locomozione (*zona ambulacrale*). Così è sempre negli echinodermi irregolari, che si muovono non più indifferentemente nelle direzioni dei cinque raggi, ma principalmente nella direzione del raggio impari. In questo caso, essendo respinta la bocca col polo boccale verso il margine anteriore, i due raggi posteriori (*bivium*) formano principalmente la faccia ventrale (*spatangidi*). Gli *oloturidi* cilindrici presentano una disposizione diversa. La bocca e l'ano conservano la loro posizione normale ai poli dell'asse, che è allungatissimo, e il corpo si appiattisce assai spesso nel senso dell'asse, in modo che tre raggi (*trivium*) coi loro organi locomotori si trovano situati sulla faccia ventrale. Si distingue anche sul corpo di queste oloturie un raggio impari e due raggi pari; solo il raggio impari con l'interraggio corrispondente non seguono affatto la posizione dall'avanti all'indietro, ma la direzione mediana delle facce ventrale e dorsale.

La forma fondamentale sferica appiattita domina in certi echinodermi (*Echinoidea*), in cui l'asse principale è raccorciato, il polo apicale leggermente acuminato ed anche appiattito, e la metà ventrale è trasformata in una superficie più o meno estesa (fig. 12 a). L'allungamento considerevole dell'asse produce la forma cilindrica (*Holothurioidea*, fig. 267); invece il suo raccorciamento genera il disco arrotondato, e l'allungamento simultaneo dei raggi il disco pentagonale. Se i raggi si allungano del doppio degli interraggi o di più, si ottiene una stella ora appiattita, ora arrotondata (*Asteroidea*, fig. 13), i cui bracci sono semplici prolungamenti del disco e contengono delle porzioni di stomaco (*Stelleridea*), oppure sono organi speciali, mobili, che non contengono alcuna appendice digerente distinta dal disco, in generale semplici (*Ophiurida*), più raramente ramificati (*Euryalidae*) e che possono

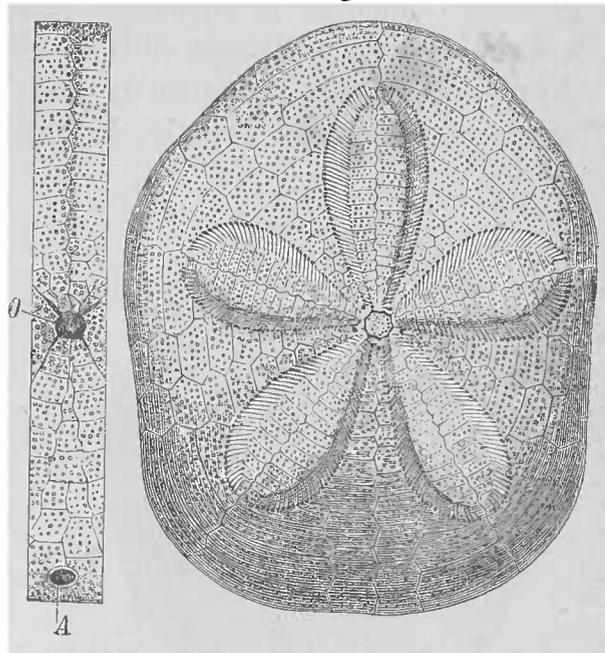


Fig. 265. — *Clypeaster rosaceus*, visto dal lato aborale; al centro v'è la piastra madreporica, circondata da 5 pori genitali, e dalla rosetta ambulacrale a 5 foglie. Il raggio impari è rivolto all'innanzi. A lato, parte mediana della superficie orale, O Bocca, A Ano.

275. v-1

anche portare dei filamenti laterali semplici, articolati, delle pinnule (*Crinoidea*).

Un carattere importante degli echinodermi è la presenza, per la calcificazione di un tessuto connessivo sotto-cutaneo, di un guscio per lo più solido, più o meno mobile, e anche rigido. Nelle sole oloturie, a pelle coriacea, queste formazioni scheletriche restano isolate, si limitano a dei corpuscoli calcari di forma definita, di piastre cribrate, delle rotelle, delle ancore disseminate nei tegumenti (fig. 268). In questi casi l'involucro muscolo-cutaneo è sviluppatissimo e forma cinque paia di grossi fasci muscolari longitudinali, tra cui uno strato continuo di fibre circolari tappezza la superficie interna della pelle. Nelle stelle di mare e nelle ofiure si sviluppa sulla faccia ventrale del braccio uno scheletro dermatico mobile, composto di pezzi calcari interni, uniti come vertebre, mentre, alla faccia dorsale, la pelle presenta dei tubercoli e delle punte

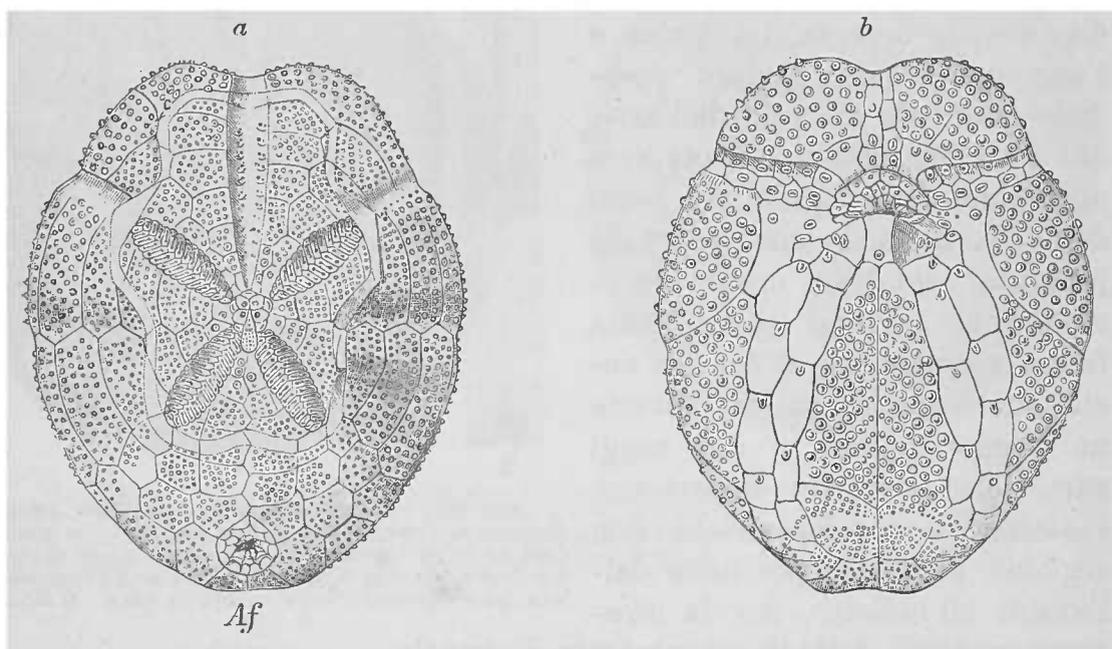


Fig. 266. — Guscio di un echino irregolare del gruppo degli spatangidi, *Brissopsis lyrifera*. dal lato aborale con due paia di pori genitali e la piastra madreporica all'estremità dell'interradio posteriore, in cui sta anche l'ano Af. b dal lato orale, con bocca senza mascella rivolta in avanti, e pori per pedicelli.

ed è spesso piena di piastre calcari (fig. 269). Negli echini lo scheletro dermatico diventa completamente immobile; poichè è rappresentato in essi da venti serie di piastre calcari, disposte secondo i meridiani, riunite fra loro da suture e costituenti un guscio grosso e rigido, interrotto solamente, intorno ai poli, da piastre membranose. Queste serie di piastre sono divise in due gruppi, ciascuno di cinque paia, di cui alcune sono situate nei raggi e sono forate per il passaggio dei piedi ambulacrali (*piastre ambulacrali*, fig. 270 P), e le altre, ugualmente disposte per paia corrispondenti agli interraggi, sono prive di fori (*piastre interambulacrali*, fig. 264). Al polo apicale, che nei crinoidi e nei giovani echini è occupato da una piastra (*piastra centrale*), esiste

negli echini adulti una zona formata da piccole piastre calcari contenenti l'ano (*periprocto*), all'esterno della quale vengono a finire in una piastra pentagonale irregolare, ognuna delle serie di piastre ambulacrali e interambulacrali. Le cinque piastre che corrispondono alle prime sono le *piastre* (fig. 270) *ocellari* radiali, le cinque piastre che corrispondono alle seconde sono le *piastre genitali* interradianti (fig. 264). I cri-noidi hanno, oltre lo scheletro dermatico del disco, un peduncolo formato da piastre calcari pentagonali, che parte dal polo apicale e si fissa sui corpi solidi.

Le appendici del guscio sono rappresentate dalle punte, le cui forme

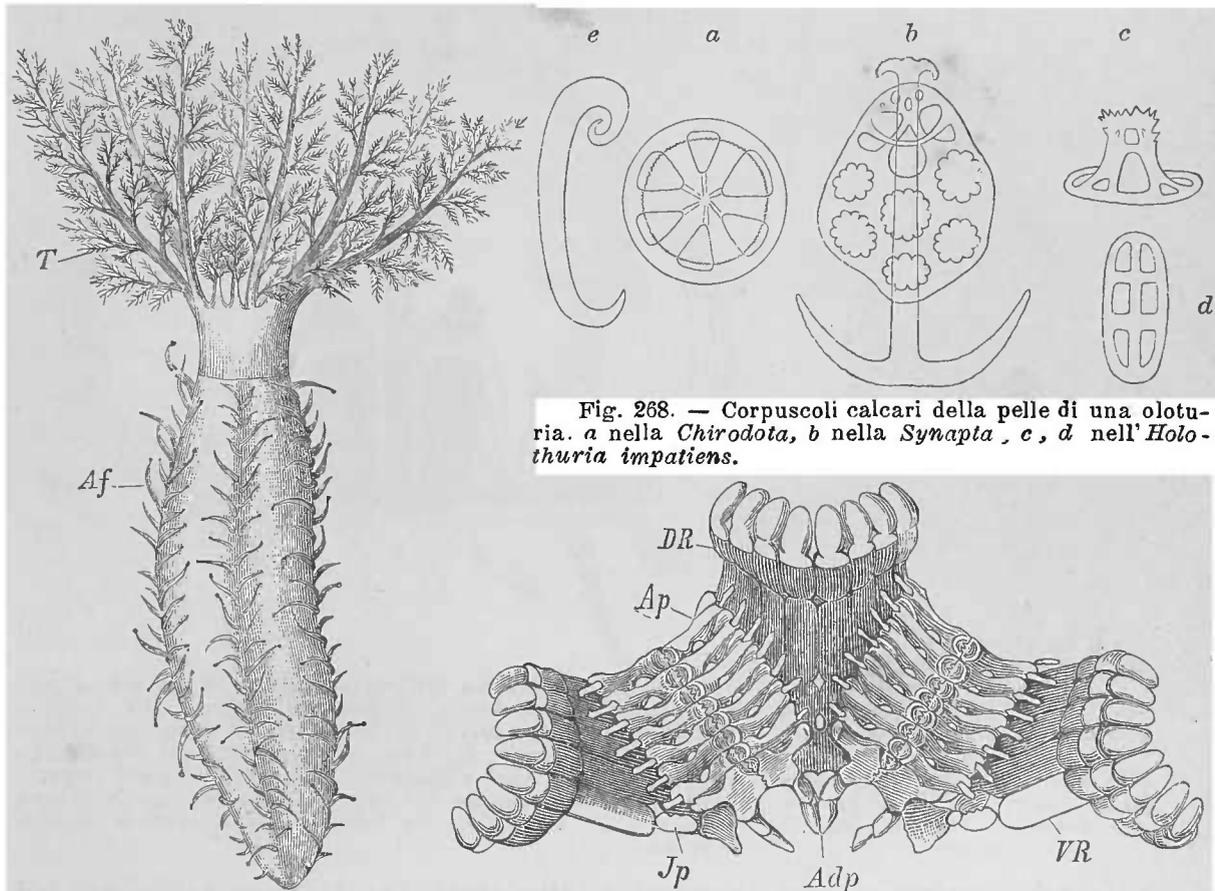


Fig. 268. — Corpuscoli calcari della pelle di una oloturia. *a* nella *Chirodota*, *b* nella *Synapta*, *c*, *d* nell'*Holothuria impatiens*.

Fig. 267. — *Cucumaria*. *T* Tentacoli arborescenti eretti, *Af* Tubi ambulacrati.

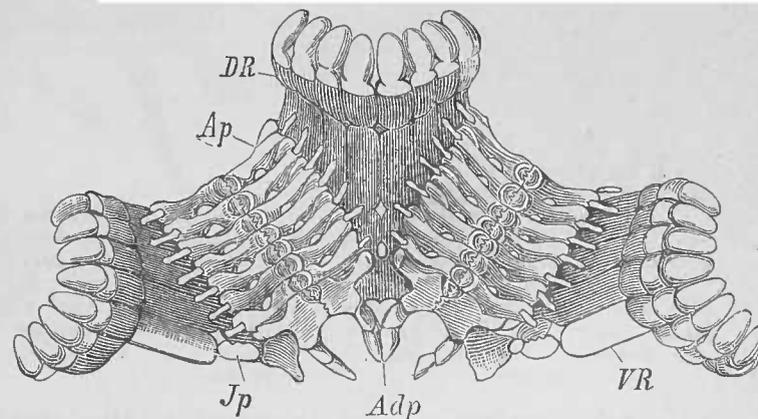


Fig. 269. — Piastre scheletriche dell'*Astropecten Hemprichii* (da J. Müller). *DR* Piastre marginali dorsali. *VR* Piastre marginali ventrali, *Ap* Piastre ambulacrati, *Jp* Piastre interambulacrati intermedie, *Adp* Piastre adambulacrati anteriori, formanti uno dei lati della bocca.

sono così diverse, e dalle *pedicellarie*. Le punte sono articolate su delle protuberanze del guscio; sono mobili e possono drizzarsi o coricarsi per mezzo di muscoli speciali, che appartengono allo strato cutaneo molle superficiale (fig. 271 *St*); le *pedicellarie* (fig. 272) sono specie di tanaglie pediculate con due, tre o quattro rami sostenuti da uno scheletro calcareo che circonda principalmente la bocca degli echini, ma che si trova anche sulla faccia dorsale delle stelle di mare. Esistono generalmente, negli echini attualmente viventi, dei piccoli corpi tra-

sparenti, *gli sferidii*, che probabilmente sono organi di senso. Negli spatangidi si trovano anche sulle fasciole delle setole ciliate e capitate (*clavule*).

Un carattere essenziale degli echinodermi è la presenza di un sistema di vasi acquiferi particolari, o *sistema dei vasi ambulacrati* e dei *pedicelli ambulacrati* erettili che sono loro uniti (fig. 271 e 273). Il sistema dei vasi ambulacrati è formato da un vaso anulare che circonda l'esofago e di cinque vasi radiali situati nei raggi, ciliati sulla loro parete interna e pieni di liquido acquoso. Generalmente al vaso anulare si aggiungono delle appendici vescicolari, le vescicole di Poli, delle appendici racemose, il cui significato non è conosciuto, e un ca-

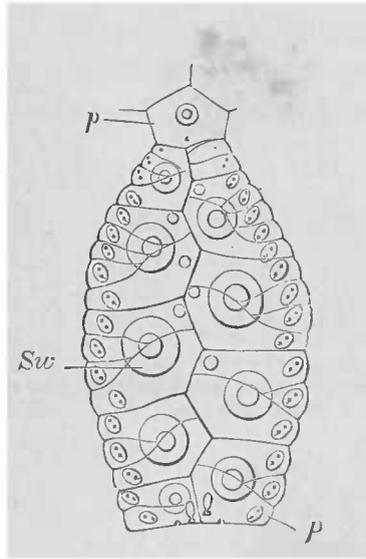


Fig. 270. — Terzo ambulacro di un giovane *Toxopneustes droebachensis* lungo 3 mm. (secondo Lovén). *Rp* Piastra ocellare, *P* Piastre primarie e pori tentacolari, questi negli archi primordiali quasi ancora invariati. Nelle piastre si vedono ancora le suture delle piastre primarie. *Sw* Impianto degli aculei.

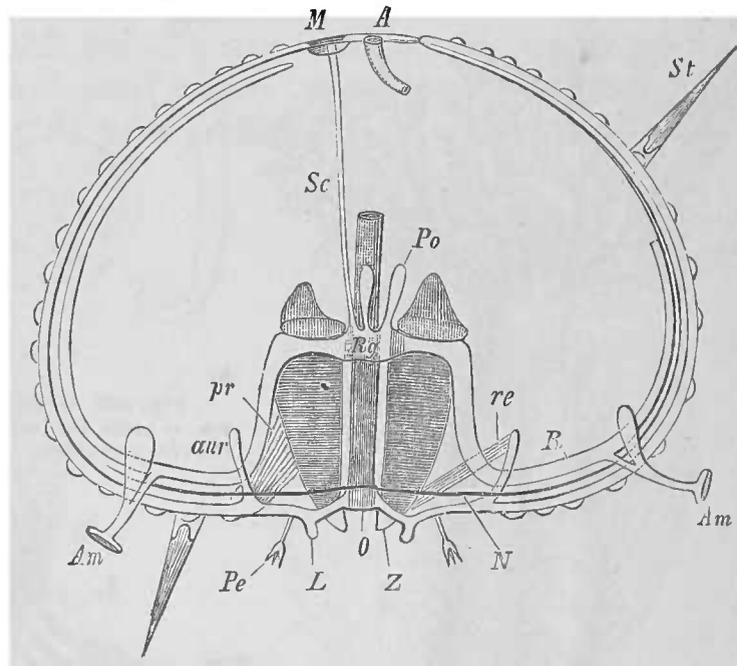


Fig. 271. — Schema dell'organizzazione di un echino (secondo Huxley). *O* Bocca, *Z* Denti, *L* Labbra, *aur* Auricole del guscio, *re* Retrattori, *pr* Estensori dell'apparecchio dentale o della lanterna, *Rg* Vaso circolare, *R* Vaso radiale dell'apparecchio dei vasi ambulacrati coi rami dei piedi ambulacrati (*Am*), *Po* Vescicole di Poli, *Sc* Canale pietroso, *M* Piastra madreporica, *St* Aculei, *Pe* Pedicellaria, *A* Ano, *N* Sistema nervoso.

nale pietroso (raramente parecchi), che stabilisce la comunicazione fra il contenuto liquido e l'acqua di mare. Questo canale, così chiamato per i depositi calcari contenuti nella parete, è sospeso nella cavità del corpo e vi prende il liquido per mezzo dei pori dai quali è forato (*oloturie*), oppure finisce in una piastra calcarea porosa, la *piastra madreporica*, situata nei tegumenti, attraverso cui si introduce l'acqua di mare nel sistema acquifero. La posizione della piastra madreporica è variabile; nei *clipeastridi* si trova al polo apicale (fig. 265), nei *cidaridi* e negli *spatangidi* presso il polo apicale, nell'interraggio anteriore destro (fig. 264), negli *asteridi* è pure in un interraggio sulla faccia dorsale, nelle *euriali* e negli *ofiuridi* su una delle cinque piastre boccali. Certe specie di *Ophidiaster* e l'*Echinaster echinites* possiedono più canali pietrosi e più piastre madreporiche.

Sui rami laterali dei cinque o più tronchi radiali si trovano le appendici conosciute sotto il nome di *pedi ambulacrali*. Sono piccoli tubi eretti, muniti ordinariamente di una piccola ventosa, che sporgono alla superficie del corpo dell'echinoderma, attraverso ai pori dello scheletro dermatico (fig. 274).

Alla loro base si trovano delle ampolle contrattili che servono a spingere il loro contenuto liquido nei piedi ambulacrali e quindi a distenderli. Parecchi di questi piccoli organi, distendendosi e fissandosi per mezzo della loro ventosa terminale, mentre altri si contraggono e si staccano dal loro punto di fissazione, si trascinano dietro il corpo dell'echinoderma, determinando così un movimento lento di progressione nel senso dei raggi. La distribuzione e disposizione dei piedi ambulacrali presenta svariatissime modificazioni. Ora sono disposti in serie longitudinali dal polo orale fino al periprocto (*cidaridi* e *cucumaria*), ora sono disseminati su



Fig. 272. — Pedicellaria di una *Leiodarid* (da Perrier).

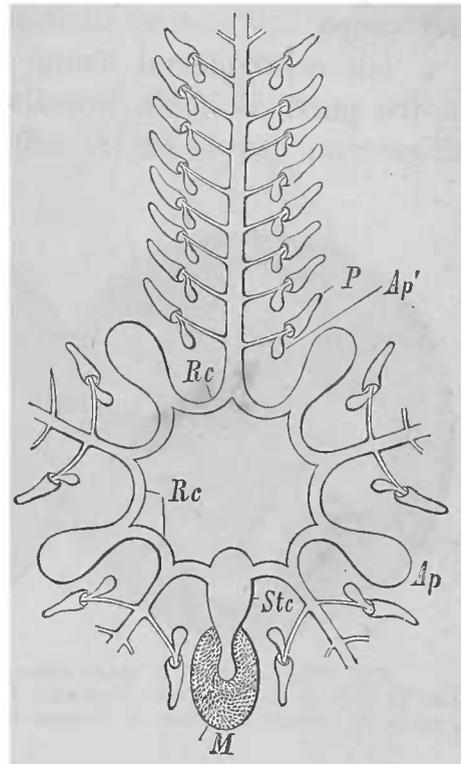


Fig. 273. — Schema del sistema dei vasi ambulacrali di una stella di mare. *Rc* Canale circolare, *Ap* Vescicole di Poli, *Stc* Canale piezoso, *M* Piastra madreporica, *P* Pedicelli ambulacrali sui rami laterali dei canali radiali, *Ap'* Ampolle dei piedi ambulacrali.

tutta la superficie del corpo o solo sulla faccia ventrale (*oloturie*), ora infine sono limitati alla faccia orale (tutti gli *asterioidi*).

In quest'ultimo caso si distingue una *zona ambulacrale* e una *zona anti-ambulacrale*, che corrispondono la prima alla faccia ventrale, la seconda alla faccia dorsale. Del resto le appendici ambulacrali offrono pure varia struttura e non sempre servono alla locomozione. Oltre ai piedi ambulacrali ci possono essere anche dei grossi tentacoli cavi, dipendenti dal sistema dei vasi acquiferi, che fanno corona alla bocca (*oloturie*, fig. 267). Altre appendici sono foliacee, pennate e costituiscono le *branchie ambulacrali*, delle rosette con pori, a quattro o cinque petali, negli *spatangidi* e nei *clipeastridi* (fig. 265, 266). Gli echini irre-

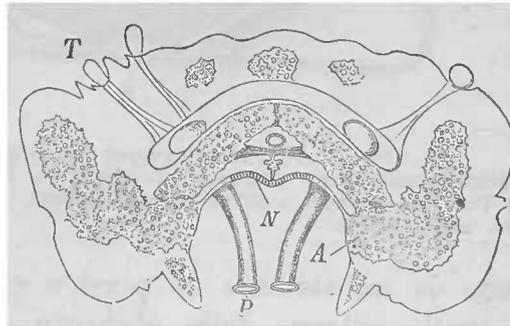


Fig. 274. — Sezione trasversale schematica di un braccio di *Asteracanthion* (da W. Lange). *N* Sistema nervoso, *P* Pedicello ambulacrale, *A* Piastre calcari nei tegumenti, *T* Tentacolo cutaneo (branchia cutanea).

golari possiedono inoltre, generalmente sulla faccia ventrale, dei piedi ambulacrali, che nei *clipeastridi* sono quasi microscopici, numerosissimi e distribuiti in serie ramificate, o disseminati su tutta la superficie del corpo.

Gli echinodermi hanno un tubo digerente sviluppatissimo, diviso in tre parti, esofago, intestino gastrico e intestino terminale, che sbocca all'esterno, per lo più al centro dell'area apicale, raramente in un in-

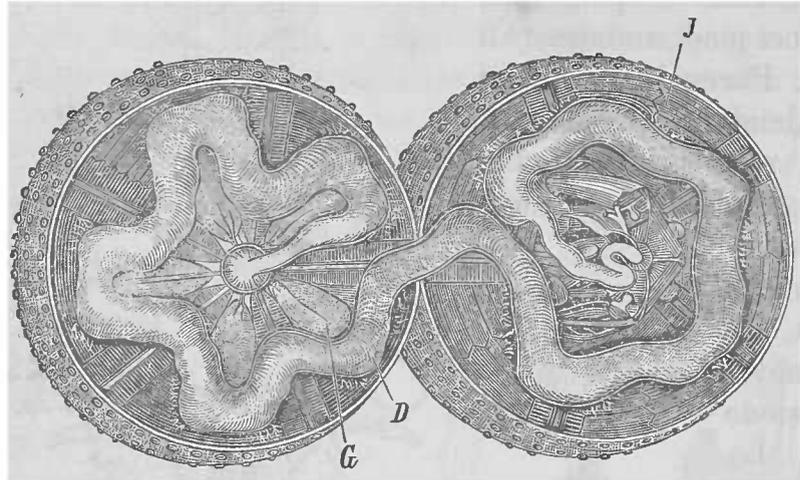


Fig. 275. — Riccio di mare aperto secondo il piano equatoriale. (da Tiedemann). *D* Tubo digerente fissato per mezzo di briglie del guscio, *G* Organi sessuali, *J* Piastre interradiali.

terraggio sulla faccia ventrale (fig. 275). Il tubo digerente può anche terminarsi a fondo cieco, per esempio in tutti gli *ofiuridi* e gli *euriali* e nei generi *Astropecten*, *Ctenodiscus* e *Luidia* che mancano sempre di ano. Spesso si trovano intorno alla bocca delle piastre dello scheletro sporgenti,

munite di spine, oppure, come nei *cidaridi* e nei *clipeastridi*, dei denti acuti ricoperti di smalto, che costituiscono un apparecchio masticatore mobile potente, il quale è ancora rinforzato intorno all'esofago da un sistema di piastre calcari (lanterna d'Aristotile, fig. 271).

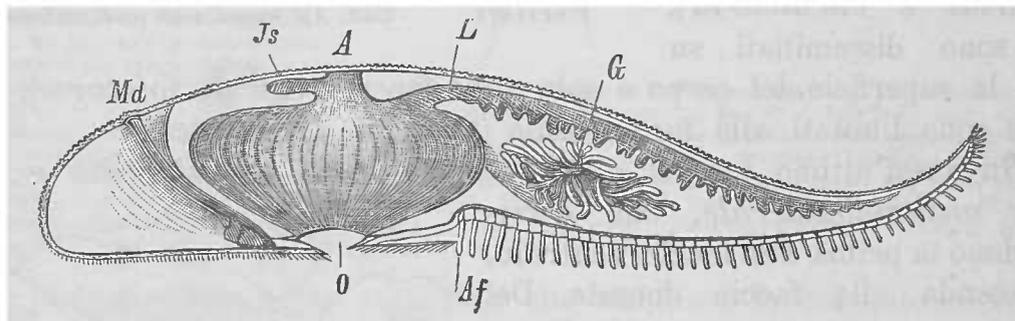


Fig. 276. — Sezione attraverso un braccio e il disco del *Solaster endeca* (da G. O. Sars) alquanto modificato. *O* Bocca che entra nel largo stomaco, *A* Ano, *L* Cieco radiale o tubo epatico, *Js* Tubo interradiale sull'intestino terminale, *Af* Pedicelli ambulacrali, *G* Organo genitale, *Md* Piastra madreporica.

L'anello calcareo delle *oloturie*, formato da dieci piastre, che è egualmente situato intorno all'esofago, non ha nulla di comune con l'apparecchio masticatore e serve all'inserzione dei fasci longitudinali dell'involucro muscolo-cutaneo.

Nelle stelle di mare il tubo digerente è sempre corto, sacciforme, e munito di diverticoli ramificati terminanti a fondo cieco, di cui alcuni, quelli del retto, sono situati negli interruggi del disco, gli altri, quelli

dell'intestino gastrico, si prolungano molto avanti nelle braccia. Questi diverticoli sono più sviluppati nelle *asterie*, nelle quali costituiscono cinque paia di tubi multilobati (fig. 276). I cinque ciechi del retto, situati nei raggi intermediari, sono più corti; adempiono probabilmente la funzione di organi urinari, mentre i primi servono ad aumentare l'estensione delle pareti digerenti.

Negli altri echinodermi il tubo digerente raggiunge una lunghezza considerevole, e ora, come nelle *comatule*, è arrotolato intorno ad un fuso situato nell'asse del disco, ora, come negli *echini*, descrive delle circonvoluzioni fissate da briglie e da membrane alla faccia interna del guscio. Nelle *oloturie* anche il canale digerente è di regola molto più lungo del corpo, generalmente ripiegato tre volte su sè stesso e fissato da una specie di mesenterio (fig. 277).

Il sistema circolatorio è molto difficile da studiare. Si compone, nella maggior parte degli echinodermi, di una rete di vasi formanti un anello intorno all'esofago. Dall'anello vascolare partono cinque vasi radiali, che si dirigono ciascuno in un raggio, dove si ramificano. Esiste inoltre, sotto al polo apicale, un secondo anello vascolare che invia dei rami all'intestino boccale, come agli organi genitali e

che nelle *asterie* e negli *echini* comunica con l'anello orale per una specie di cuore, che, secondo Ludwig, è una fitta rete di vasi contrattili. Hamann si oppone all'esistenza di fibre muscolari nella parete, e ascrive a tale organo una costituzione glandulare. Nelle *oloturie* non si conoscono, oltre l'anello vascolare intorno all'esofago, che due tronchi vascolari, i quali si ramificano sull'intestino. Il sangue è un liquido

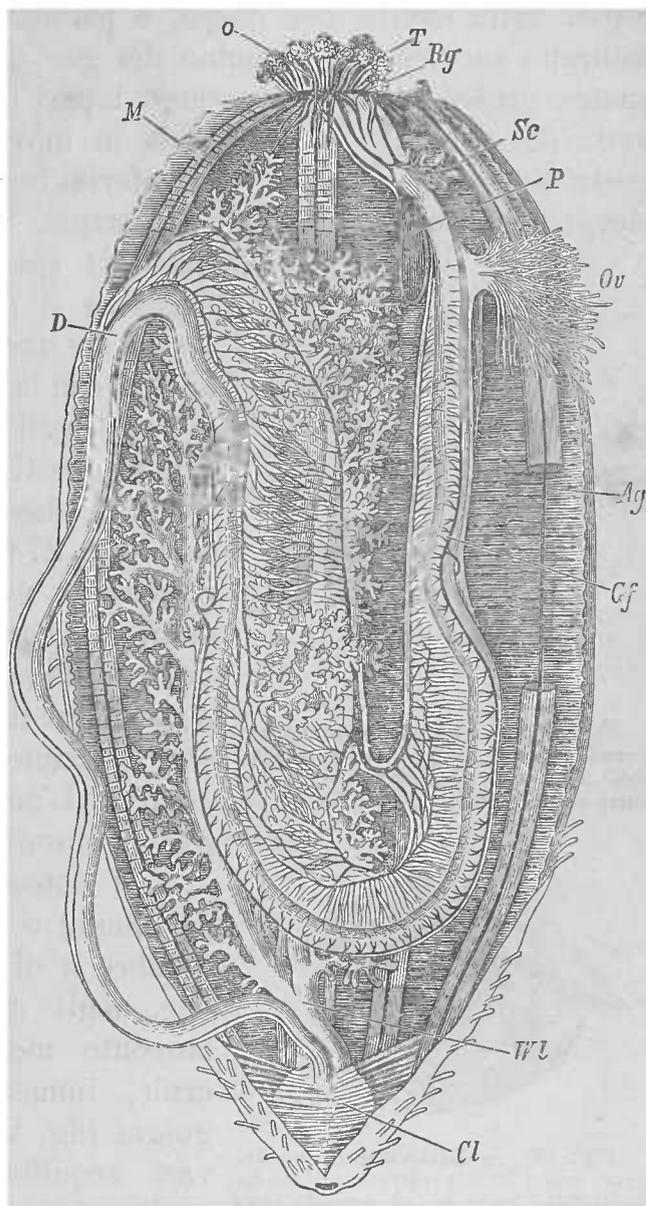


Fig. 277. — *Holothuria tubulosa*, tagliata longitudinalmente (secondo Milne-Edwards). O Bocca al centro dei tentacoli (T), D Tubo digerente, Sc Canale pneumatico, P Vescicola di Poli, Rg Vaso anulare del sistema acquifero, Ag Vaso ambulacrale, M Muscoli longitudinali, Cf Vaso sanguigno dell'intestino, Ov Ovario, Cl Cloaca, Wl Polmoni.

chiaro, leggermente colorato, che tiene in sospensione molti globuli sanguigni incolori.

Non si trovano dappertutto speciali *organi respiratori*. L'insieme delle superfici delle appendici esterne, come la superficie degli organi sospesi nella cavità del corpo, e particolarmente del tubo digerente, sembrano servire allo scambio dei gas del sangue. L'acqua del mare penetra probabilmente attraverso i pori della piastra madreporica nella cavità del corpo ed è mantenuta in movimento dall'epitelio vibratile di questa e dei suoi diverticoli periferici (canali periemali); così gli organi interni sono sempre bagnati dall'acqua. Si considerano come organi re-

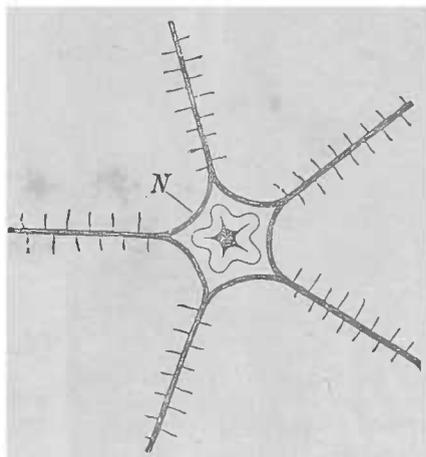


Fig. 278. — Schema del sistema nervoso di una stella di mare. N Anello nervoso che riunisce i cinque centri ambulacrali.

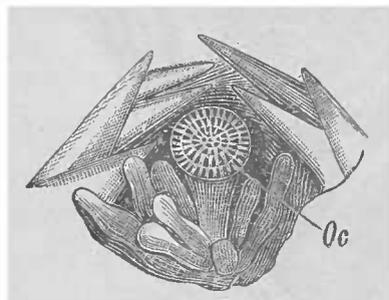


Fig. 279. — Estremità d'uno dei bracci con l'occhio (Oc) circondato da aculei dell'*Astropecten aurantiacus* (da E. Haeckel).

spiratori speciali le appendici ambulacrali fogliacee e pennate degli echini irregolari (*branchie ambulacrali*), come i ciechi comunicanti con la cavità del corpo degli echini regolari e degli asteridi (*branchie dermatiche*), che in questi ultimi hanno la forma di tubi semplici, disseminati su tutta la faccia dorsale (fig. 274), nei primi quella di tubi ramificati in numero di cinque paia circondanti la bocca. Si considerano infine come tali i così detti *polmoni* delle oloturie. Sono due lunghi tubi a ramificazioni arborescenti, che sboccano per un orificio comune nella *cloaca*. L'acqua penetra nel loro interno per l'ano e ne è cacciata con forza (fig. 277).

Il sistema nervoso (fig. 278) è formato da cinque o più tronchi nervosi, costituiti di fibre e di gangli, uno per ogni raggio, che, negli *asteridi*, sono situati nel rivestimento membranoso del solco ambulacrale, immediatamente contro i vasi sanguigni (fig. 274) all'esterno dei tronchi dei vasi acquiferi, e invia molti filamenti ai piedi ambulacrali, ai muscoli degli aculei e delle pedicellarie, ecc. (fig. 278). Vicino alla

bocca si dividono in due rami eguali, che si riuniscono ai rami derivati dai tronchi vicini, per formare un *anello nervoso*, che contiene delle cellule gangliari. Negli echini (fig. 271) e nelle oloturie ed ofiure il sistema nervoso non è più situato nell'ectoderma; è spinto nella cute ed eventualmente sotto il dermascheletro. Nei crinoidi, solo una piccola parte del sistema nervoso è ectodermica; nei solchi ambulacrali del calice e delle braccia, la maggior parte dei nervi trovasi nel mesoderma della parete orale, ed è costituita da un anello esofageo pentagonale e da rami nervosi che se ne dipartono. V'è poi anche un terzo

sistema di nervi nel mesoderma della parete aborale del corpo, nella quale, pure presso gli asteridi, vi sono filamenti nervosi che decorrono nell'epitelio.

Numerose cellule di senso trovansi nel grosso strato ectodermico, sotto cui decorrono i tronchi nervosi delle asterie; negli altri echinodermi se ne trovano in molte regioni del corpo; anche all'estremità dei pedicelli furono constatati degli epitelii sensorii. Si considerano come organi del tatto dei piedi ambulacrali tentacoliformi, che esistono negli asteridi e negli ofiuridi in numero di cinque, uno all'estremità di ogni braccio, come i tentacoli delle oloturie e i piedi tattili in forma di pinza degli spatangidi. Esistono degli occhi negli echini e negli asteridi; nei cidaridi sono cinque sporgenze tentacoliformi a cui giunge un nervo, situato intorno al polo apicale su piastre particolari (*piastre ocellari*). Gli occhi degli asteridi sono i meno conosciuti. Ehrenberg, che li scoperse, dimostrò che sono macchie di pigmento rosso situato alla faccia superiore dei raggi all'estremità del solco ambulacrale; hanno l'aspetto di piccole eminenze sferiche pedicellate, la cui superficie convessa, formata da una semplice cornea, copre un gran numero di occhi semplici globulari (fig. 279). Questi ultimi sembrano rivolti coi loro assi verso un punto comune, e constano di un ammasso di pigmento rosso, che circonda un corpo rifrangente; v'è inoltre un apparecchio nervoso. Nella *Synapta* Baur trovò delle otocisti, ciò che fu poi confermato da Semon.

La riproduzione è principalmente sessuale. È di regola la separazione dei sessi. La *Synapta* e l'*Amphiura* sole sono ermafrodite. La struttura degli organi sessuali è interamente simile, nel maschio e nella femmina, in modo che se il colore generalmente biancastro degli spermatozoi e rossastro o giallo bruno delle uova non basta per distinguere il sesso, solo l'esame microscopico può farlo riconoscere. Le differenze sessuali, sia nella forma esterna del corpo, sia nella forma di certi organi, sono lievissime, poichè non v'è accoppiamento, e le funzioni di ge-

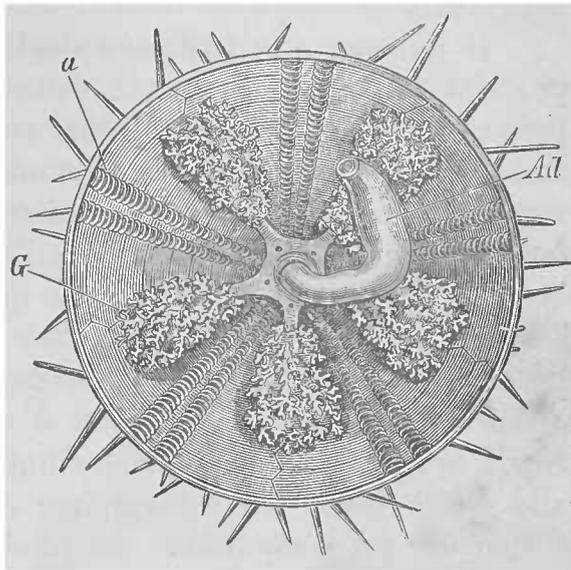


Fig. 280. — Organ genitali di un *Echinus*. Ad Intestino terminale, G Glandule sessuali, a Ampolle.

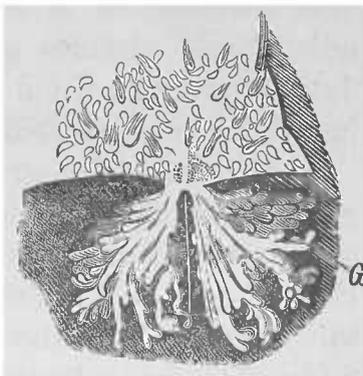


Fig. 281. — Frammento di un interraggio di una stella di mare (*Solaster*) con le glandule sessuali (G) e i gruppi di pori (piastre cribrate) nel tegumento del dorso (da J. Müller e Trotschel).

nerazione si limitano in generale all'elaborazione e all'espulsione degli elementi sessuali. Le uova e gli spermatozoi non si trovano, salvo qualche eccezione, che nell'acqua di mare, all'esterno del corpo dell'animale; raramente ha luogo la fecondazione nell'interno dell'individuo madre, come, per esempio, nelle specie vivipare dell'*Amphiura* e del *Phylloporus*.

Il numero e la posizione degli organi genitali corrispondono per lo più alla simmetria raggiata; tuttavia si trovano sotto questo rapporto parecchie eccezioni. Negli echini regolari cinque *ovarî* o *testicoli* lobati, composti di tubi ramificati, terminanti a fondo cieco, sono situati nei raggi intermediari sul dorso, aderenti alla faccia interna del guscio; i loro canali escretori sboccano all'esterno per mezzo di cinque orifici aperti nelle piastre interradianti (piastre genitali), disposte a cerchio intorno al polo apicale (fig. 264 e 280). Negli spatangidi irregolari l'organo genitale posteriore manca sempre e il numero degli organi genitali e dei pori corrispondenti è quattro, tre o anche due (fig. 266). Negli asteridi esistono anche cinque paia di glandule genitali disposte allo stesso modo fra i raggi, ma esse si estendono talora nelle braccia. Gli orifici per l'espulsione dei prodotti sessuali sono situati sulla faccia dorsale; se ne trovano due gruppi in ogni interraggio (piastre cribrate) (fig. 281). Negli ofiuridi si sviluppano pure intorno allo stomaco dieci glandule genitali lobate composte di tubi ciechi, i cui prodotti sono portati da canali escretori in certe tasche, che s'aprono all'esterno per mezzo di fessure situate sulla faccia ventrale, fra le braccia. Le glandule sessuali dei crinoidi sono nascoste nelle braccia e nelle loro pinnule. Nelle oloturie gli organi genitali sono ridotti ad una sola glandula ramificata, il cui condotto escretore sbocca sulla faccia dorsale non lungi dal polo anteriore (fig. 277).

Ad onta delle grandi diversità di posizione degli organi genitali negli echinodermi delle varie classi, si trova in tutti un abbozzo comune, consistente di tubi genitali pieni di cellule ameboidi (Hamann) (1). Essi stanno in un setto connessivo dello schizocoele, pieno di lacune sanguigne, e formano delle propaggini, che diventano poi glandule genitali. Nei crinoidi giungono alle pinnule, nelle ofiure alle pareti delle borse (introflessioni della parete ventrale); le cellule germinative maturano in ova e zoospermi. Negli echinidi e asteridi le estroflessioni dei canali pieni di cellule germinali formano le glandule genitali a grappolo, mentre i canali degli echinidi più tardi scompaiono. Lo stesso è probabilmente per le oloturie.

Lo *sviluppo* degli echinodermi presenta delle metamorfosi complicate; le larve hanno una simmetria bilaterale caratteristica. Un certo

(1) O. Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. *Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie*, Vol. 46, 1887.

numero di esse si sviluppa senza passare per queste forme larvali, per esempio molte oloturie, alcuni echini, appartenenti ai generi *Anochanus*, *Hemiaster* e alcuni asteroidi che sono vivipari (*Amphiurus quamata*), o che hanno un piccolo numero di grosse uova e che le tengono durante il loro sviluppo in una cavità incubatrice. Anche in questo caso l'embrione all'uscire dall'uovo è ciliato e si sviluppa sia direttamente, sia presentando una metamorfosi molto semplificata.

Nei casi di metamorfosi complicate, il vitello si trasforma, dopo una segmentazione quasi regolare, in un embrione sferico, la cui parete cellulare porta delle ciglia e circonda un nucleo gelatinoso (fig. 129). Un infossamento della blastosfera diventa l'abbozzo del tubo digerente; l'orificio dell'infossamento, bocca della gastrula, diventa l'ano. L'embrione ciliato si allunga e diventa una larva ovale più o meno piriforme, e si distingue una faccia dorsale un po' ricurva, due facce laterali simmetriche e una faccia ventrale ricurva in forma di sella (fig. 282). Le ciglia,

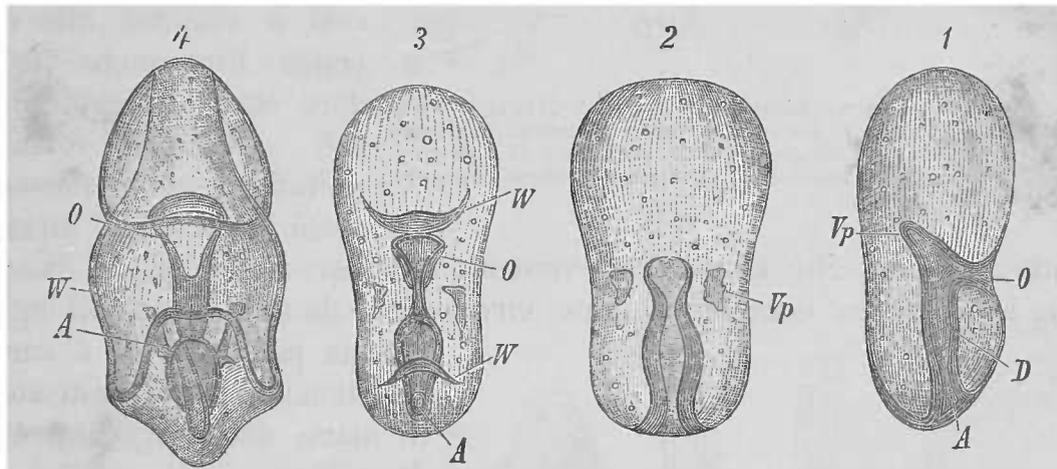


Fig. 282. — Sviluppo della larva dell'*Asteracanthion berylinus* (da A. Agassiz). 1. Larva vista di profilo, la bocca *O* sta per formarsi, *A* Bocca della gastrula (ano), *D* Intestino, *Vp* Sacco vaso-peritoneale. 2. Larva un po' più avanzata, vista di fronte; i due sacchi vaso-peritoneali si sono separati. 3. Larva più avanzata vista dalla faccia ventrale con due fasce ciliate trasversali (*W*); il sacco vaso-peritoneale sinistro con un poro escretore. 4. Giovane *Bipinnaria* con una doppia fascia ciliata (*W*) (Vedi la fig. 129).

radunandosi sul margine della depressione ventrale rilevato a cercine, formano una fascia ciliata diretta all'indietro, che serve d'apparecchio di locomozione. Ma un po' innanzi, l'estremità a fondo cieco della cavità digerente è venuta a sboccare all'esterno e questa apertura ventrale anteriore novamente formata costituisce la bocca. Il tubo digerente è allora composto di tre parti, l'esofago, lo stomaco e l'intestino. La larga apertura boccale si trova situata sulla faccia ventrale all'interno della fascia ciliata, l'ano, pure ventrale, all'esterno di quella presso il polo posteriore. Prima che la bocca appaia, si separa dal tubo digerente un altro organo, un tubo sacciforme ciliato interiormente, che comunica all'esterno per mezzo di un poro situato sulla faccia dorsale; rappresenta l'abbozzo del sistema dei vasi ambulacrali. Infine l'abbozzo del tubo digerente dà ancora luogo ai sacchi laterali discoidali (fig. 282), la cui parete produce il rivestimento peritoneale della cavità del corpo.

Quanto più l'evoluzione progredisce, tanto più le larve degli echini, delle stelle di mare e delle oloturie acquistano una conformazione diversa. La fascia ciliata si allunga e si ripiega diversamente; diventa sinuosa o lobata, o si prolunga in appendici svariatissime, ma assumendo

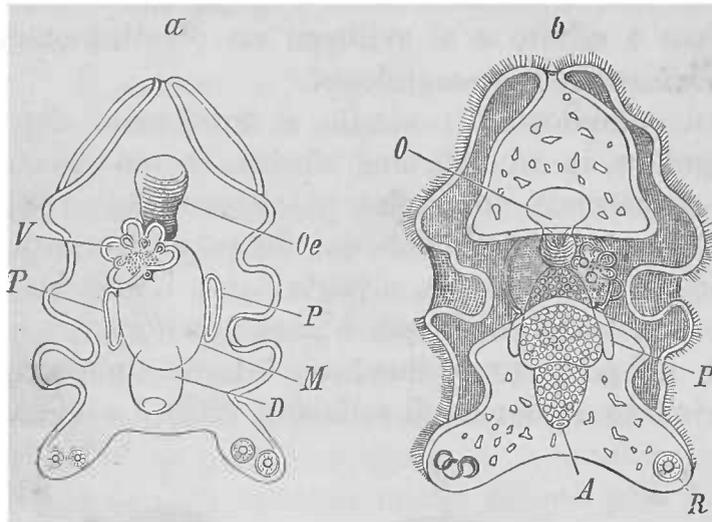


Fig. 283. — Larva *Auricularia* (da J. Müller). *a* Vista dalla faccia dorsale, *b* Vista dalla faccia ventrale, *O* Bocca sotto l'area boccale, *Oe* Esofago, *M* Stomaco, *D* Intestino, *A* Ano, *P* Sacchi peritoneali, *V* Rosetta acquifera con poro, *R* Corpuscolo calcareo.

sempre una disposizione bilaterale e simmetrica. Vi si distinguono sempre più nettamente una parte anteriore ed una posteriore ventrali e delle parti laterali che ne costituiscono la porzione dorsale, che descrivono avanti e indietro delle inflessioni dorso-ventrali, e vengono così a riunirsi alle due prime. Può anche accadere che i margini dorsali, invece di formare un'inflessione dorso-ventrale, si saldino direttamente, in modo che la porzione ventrale anteriore del corpo, al disopra della bocca (area boccale), si trovi circoscritta da una corona di ciglia.

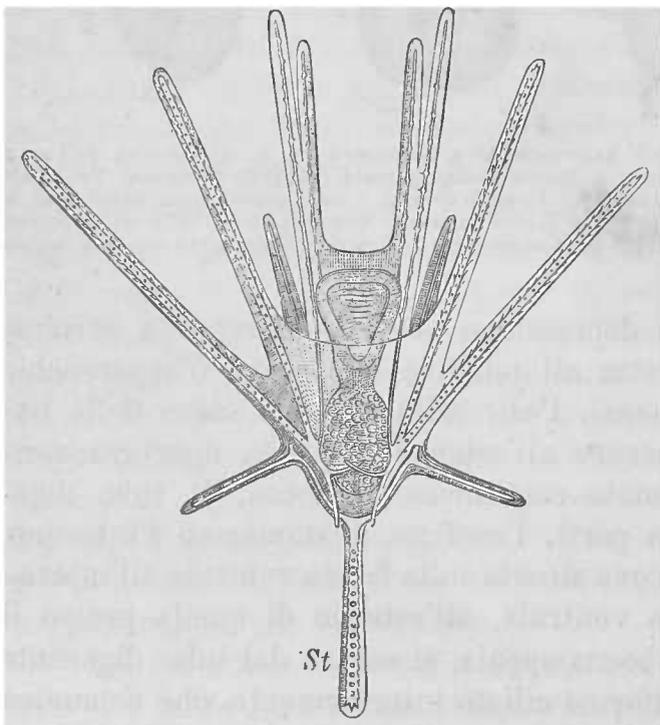


Fig. 284. — Larva *Pluteus* di uno spatangide, con lo stelo apicale *St* (da J. Müller).

Questa particolarità è caratteristica nelle larve delle stelle di mare, dette *Bipinnaria* e *Brachiolaria*. In tutti gli altri casi esiste una sola fascia ciliata continua. Nelle larve delle oloturie, le *Auricularie* (fig. 283), le appendici della fascia ciliata sono corte; esse si trovano sui margini laterali dorsali, sulla parte posteriore ventrale (ombrella), nella parte anteriore ventrale (area boccale) e prendono la forma di auricole sull'inflessione dorso-ventrale posteriore. Così è per le appendici delle *Bipinnarie*, quantunque esse siano spesso molto più lunghe. Le *Brachiolarie* se

ne distinguono per la presenza di tre braccia anteriori, situate tra le

inflexioni terminali della fascia dorsale e della fascia ventrale, e che servono d'apparecchio di fissazione. Le larve degli ofiuridi e degli echini, i *Pluteus*, sono caratterizzati dall'allungamento considerevole delle loro appendici, che contengono sempre delle piastre calcari. Le larve pluteus degli ofiuridi hanno delle appendici auricolari lunghissime sotto l'inflessione dorso-ventrale, sul margine laterale dorsale del cappuccio ventrale posteriore. Le larve pluteus degli echini sono al contrario completamente mancanti di appendici auricolari, ma presentano delle appendici sul margine del cappuccio ventrale anteriore. La presenza di uno stelo apicale impari è caratteristico per le larve degli spatangidi (fig. 284), e quella di spoletta ciliata per le larve di *Echinus* e di *Echinocardis* (fig. 285).

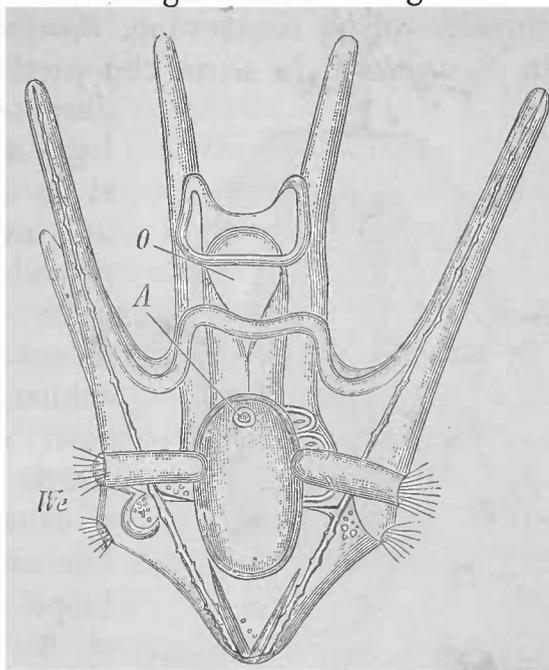


Fig. 285. — Larva *Pluteus* dell'*Echinus lividus* con quattro spolette ciliate, *We* viste dalla faccia ventrale, *O* Bocca, *A* Ano (da E. Metschnikoff).

La trasformazione delle larve bilaterali in giovani echinodermi non

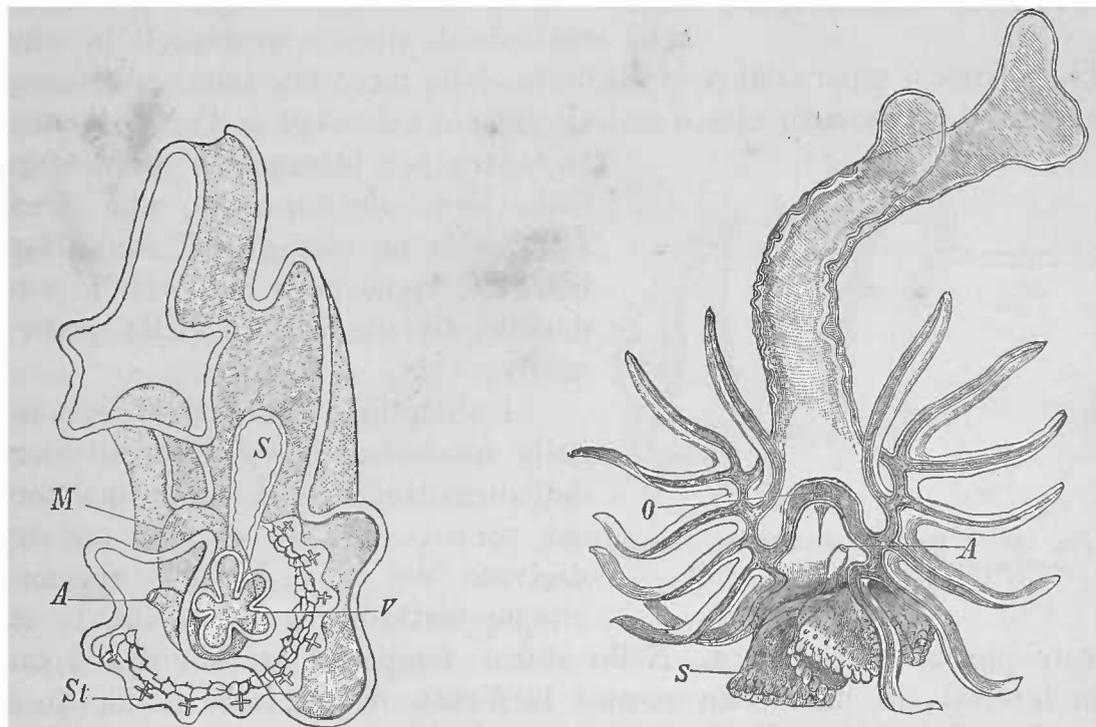


Fig. 286. — *a* *Bipinnaria* di Trieste nello sviluppo della stella di mare (*St*) (da J. Müller) *M* Stomaco, *A* Ano, *V* Rosetta dei vasi ambulacrali col canale ciliato (*S*) che si apre nel poro dorsale. *b* *Bipinnaria asterigera* con la stella di mare sviluppata (secondo J. Müller). *O* Bocca, *A* Ano, *S* La stella di mare.

ha luogo in tutti i casi nello stesso modo, poichè negli echini e nelle

stelle di mare si producono nuove trasformazioni nella pelle della larva e, di tutte le parti di quest'ultima, lo stomaco, l'intestino e il tubo dorsale soli si conservano, mentre la trasformazione dell'auricularia in *Synapta* si fa senza che parti così numerose della larva spariscono,

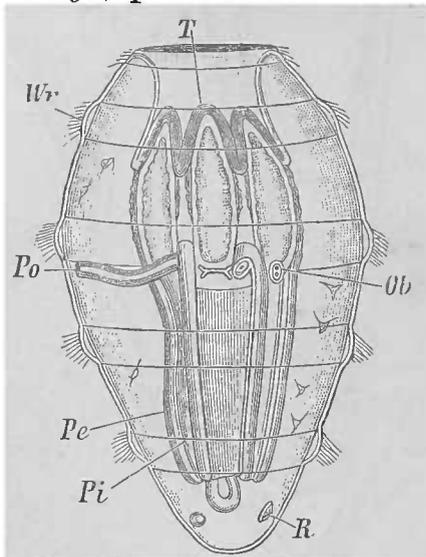


Fig. 287. — Ninfa di *Auricularia* di una *Synapta* vista di profilo (da E. Metschnikoff). L'orificio d'entrata è già grande, cosicchè i tentacoli (*T*) possono essere proiettati all'esterno, *Wr* Cerchio ciliato, *Pe*, *Pi* Foglietti esterno ed interno dei sacchi peritoneali, *Ob* Vescicola uditiva, *Po* Poro del sistema dei vasi ambulacrali, *R* Corpuscolo calcareo.

durante una fase evolutiva transitoria analoga a quella di crisalide. Nel primo caso si accumula, all'esterno dei dischi laterali, un tessuto intermedio pieno di cellule rotonde, alla cui formazione partecipa la pelle, che è la sede dei depositi calcarei e diventa lo scheletro dermatico del futuro echinoderma (fig. 286, *a*). Il canale del poro dorsale ha perduto durante questo tempo la sua forma semplice; esso diventa il canale anulare, i cui prolungamenti sono l'abbozzo dei tronchi ambulacrali. Lo sviluppo progredisce e il giovane echinoderma si trova allora completamente abbozzato; assume allora la forma di un corpo più o meno globulare o pentagonale, o quella di una stella a braccia corte, e la sua mole sorpassa sempre più quella della larva, (fig. 286, *b*). Finalmente, dopo che i pedicelli ambulacrali sono comparsi, il giovane

echinoderma si separa dai resti del corpo della larva che talora gli rimane aderente. Lo stomaco, che è stato inglobato nel corpo dell'echinoderma,

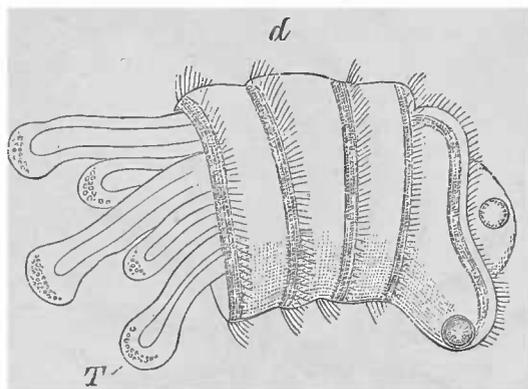


Fig. 288. — Giovane oloturia che nuota e arrampica coi tentacoli (*T*) stesi (da J. Müller).

si separa per lacerazione dall'esofago della larva (*bipinnaria*), che è sostituito da un esofago di nuova formazione, come pure la bocca. Il poro dorsale diventa il poro della piastra madreporica.

I sinaptidi, al contrario, derivano dalla trasformazione del corpo intero dell'auricularia. Sulla parte anteriore del corpo, davanti al vaso anulare derivato dal tubo dorsale, appaiono cinque tentacoli in una cavità, la cui

parete più tardi si lacera. Nello stesso tempo la larva ritira i suoi lobi laterali, in modo che assume la forma di un imbuto munito di cinque serie trasversali di ciglia, e perde la sua bocca e il poro dorsale (fig. 287). Il sistema ambulacrale si sviluppa gradualmente, l'intestino si allunga, i cinque primi tentacoli sporgono all'esterno, la bocca appare al polo anteriore e il primo piede ambulacrale col suo

vaso si mostra sulla faccia ventrale (fig. 288). L'animale perde gradatamente i suoi cerchi ciliati, e, trasformato così in giovane oloturia, si muove rampicando per mezzo dei tentacoli e del piede ambulacrare, a cui ben presto se ne aggiunge un secondo.

Quando lo sviluppo è più diretto, la forma larvale bilaterale scompare più o meno completamente. Il periodo, durante cui la larva nuota liberamente, diventa molto più corto o si sopprime totalmente. In questo caso esistono sempre nel corpo dell'individuo materno delle disposizioni destinate a proteggere l'uovo (cavità incubatrici), e si osserva un certo dimorfismo sessuale, poichè nella femmina sono comparsi dei caratteri che si riferiscono alla nuova funzione che essa adempie (guscio più resistente, orifici genitali più larghi). Il meglio dotato sotto questo rispetto è il *Pteraster militaris*. Infatti in esso la cavità incubatrice è situata al disopra dell'ano e dei pori genitali, ed è formata dalla pelle del dorso disseminata di molti corpuscoli calcari, sollevatasi al di sotto degli aculei. Da otto a venti grosse uova (1 millim. di diametro) giungono nella cavità incubatrice e vi si trasformano in embrioni ovali, che acquistano alcuni piedi ambulacrari e assumono la forma di una stella a cinque raggi. In altri casi, per esempio nell'*Echinaster Sarsii*, si forma una cavità incubatrice sulla faccia ventrale della stella di mare. Il giovane, completamente ciliato, presenta in avanti un'appendice gonfia che si divide alla sua estremità e si fissa sulle pareti della cavità. In ogni raggio si sviluppano tre piedi ambulacrari, due pari e uno impari, quest'ultimo vicino all'angolo del pentagono; i cinque angoli diventano sempre più sporgenti, acquistano dei punti oculari, dei solchi ambulacrari; appaiono delle spicule, cosicchè si forma l'apertura boccale, l'apparecchio di fissazione si atrofizza e il giovane animale abbandona la cavità incubatrice. Allora è capace di nutrirsi da sè e di rampicare, e crescendo diverrà una stella di mare. Lo sviluppo è simile nell'*Asteracanthion Mülleri* e in alcuni *ofuridi*, come l'*Amphiura squamata*.

Nelle *oloturie* uno sviluppo semplice, più diretto, fu osservato per primo da Danielssen e da Koren nell'*Holothuria tremulà*, più tardi nel *Phyllophorus urna* da Kowalevski e nella *Cucumaria dolio-lum* da Selenka. Nel primo caso l'embrione abbandona l'uovo sotto forma di una larva ciliata, che diventa ben presto piriforme e acquista il vaso ambulacrare anulare e cinque tentacoli intorno alla bocca. Prima che questi compiano l'ufficio di organi locomotori al posto delle ciglia che sono scomparse, si sviluppa il tubo digerente, come lo scheletro dermatico. Più tardi i tentacoli si ramificano e si formano due piedi ambulacrari ventrali, in modo che la simmetria bilaterale del giovane animale non si può mettere in dubbio. Finalmente, fatti di questo genere furono descritti in qualche echino (*Anochanus sinensis*, varie specie di *Goniocidaris*, *Hemiaster cavernosus*); la metamorfosi vi è semplificata ed esiste un dimorfismo sessuale.

Tutti gli echinodermi vivono nel mare, si muovono lentamente strisciando e si nutrono di animali marini, particolarmente di molluschi e anche di fucoidee e di zoster. Alcuni vivono presso le coste, altri non si trovano che nei grandi fondi. Molti echinodermi possiedono in alto grado la facoltà di riprodurre le parti del corpo che hanno perduto, come le braccia con tutti i loro organi, i loro nervi e i loro organi dei sensi.

Sebbene gli *echinodermi* non abbiano alcuna stretta parentela coi *celenterati*, e più verosimilmente derivino da vermi enteroceli, tuttavia, finchè la loro filogenia non sia meglio rischiarata, non sarà fuor di luogo il mantenere provvisoriamente il loro legame coi celenterati.

L'ipotesi della forma capo-stipite di *Pentactea* foggiate sul tipo della *Gastraea* e della *Gastrula*, e che si ripete embriologicamente nello sviluppo degli echinodermi (*Pentactula*, Semon), non è più da discutersi (1). Molto oscura è l'età relativa e i rapporti di parentela delle singole classi. L'idea più verosimile è quella di considerare le *cisti-dee* (2) paleozoiche come tipo capostipite o vicinissimo ad esso, derivandone le forme posteriori. Fra le forme regolari con grandi piastre si annoverano i crinoidi e le blastoidee, mentre alle irregolari, con molte tavole, si ascrivono le stelle di mare e gli echini.

Certa è la parentela degli echini con le asterie; anzi già quelli furono ricondotti a questi da P. Müller. Le olturie deriverebbero dagli echini, e sarebbero il tipo più recente (secondo Semon l'ordine di derivazione è perfettamente inverso). Le ofiure, unite alle asterie da forme paleozoiche intermedie, ci portano ai crinoidi, i quali, ad onta della grande analogia nel numero, nella posizione e nella forma delle tavole con le piastre di alcuni echinoidi (*Salenia*), non sono tuttavia ad essi vicinissimi, ma si presentano come forme laterali. I rapporti, studiati specialmente da Carpenter, fra le piastre calcari del calice dei crinoidi e dell'apice degli echinoidi, non devono per ora considerarsi come omologie, ma solo come forme di convergenza.

I CLASSE. — Crinoidi (Crinoidea) (3).

Echinodermi sferici o caliciformi, con braccia articolate portanti pinnule, solitamente fissate mercè uno stelo calcare articolato. Il tegumento aborale è a tavole, le appendici ambulacrali sono rappresentate da tentacoli nei solchi del calice e sulle braccia.

(1) Ad essa si oppone la teoria della *Pentastrea* di Haeckel, secondo cui gli echinodermi sarebbero colonie di vermi. V. Haeckel. *Natüral. Schöpfungss*, ed. 8.^a 1890.

(2) Zittel, *Handbuch der Palaeontologie* Vol. I, 1876-80. M. Neumayr. *Morphologische Studien über fossile Echinodermen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien*; 1881.

(3) J. S. Miller, *A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals*. Bristol, 1821. J. V. Thompson, *Sur le Pentacrinus europaeus, l'état de jeunesse du genre*

Per la maggior parte dei crinoidi è caratteristica la presenza di un peduncolo articolato munito di cirri, che nasce al polo apicale e si fissa con la sua estremità inferiore agli oggetti circostanti (fig. 289); esso manca solo a un piccolo numero di generi viventi, *Comatula* (fig. 290), *Actinometra*, ed anche in questo caso esiste nella prima età. Il corpo, che contiene i visceri, somiglia ad un calice situato all'estremità superiore del peduncolo; solo raramente esso è sessile.

Gli articoli del peduncolo, ordinariamente pentagonali, sono riuniti da una massa connessiva e traversati da un canale centrale che serve alla nutrizione, che contiene un vaso sanguigno centrale e cinque vasi periferici. Di tratto in tratto essi portano dei rami ugualmente attraversati da un canale, articolati e disposti a verticillo.

Esteriormente il corpo in forma di calice è coperto, sulla faccia

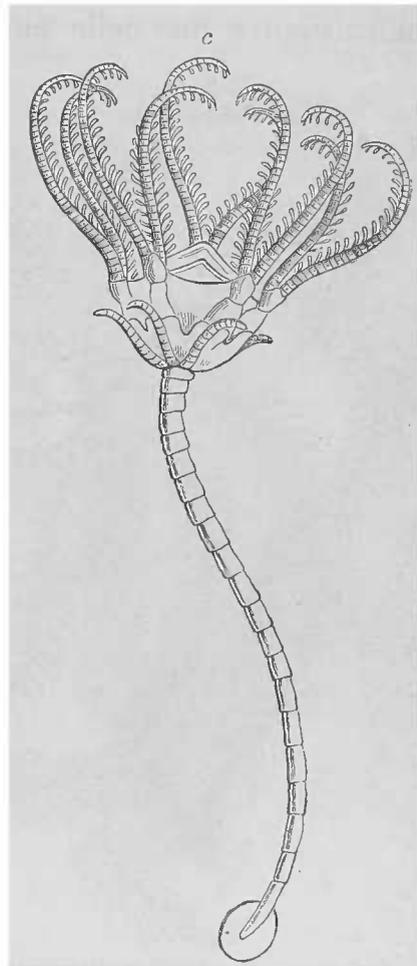
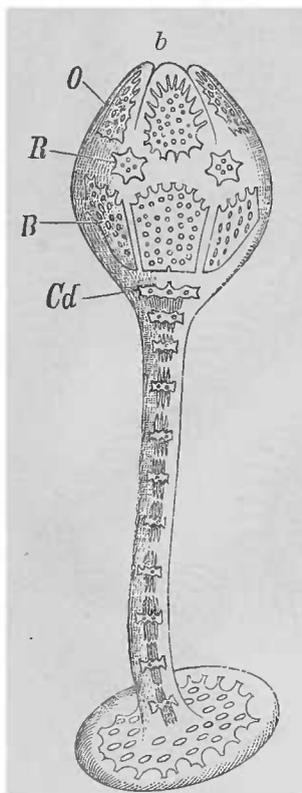
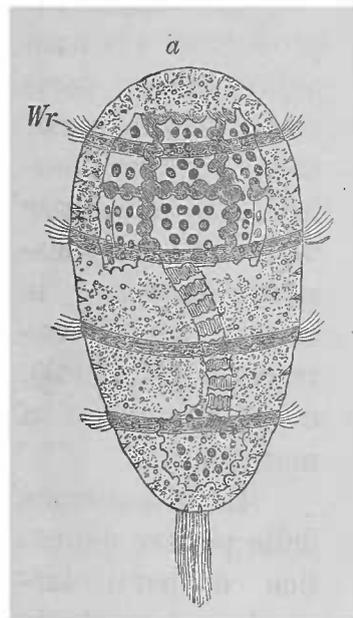


Fig. 289. — Varie fasi di sviluppo della *Comatula* (*Antedon*), molto ingrandite (da Thompson). *a* Larva libera con un ciuffo di ciglia, dei cerchi ciliati (*Wr*) e l'abbozzo di piastre calcari. *b* Larva fissata (forma pentacrinoide), *O* Piastre orali, *B* Piastre basali, *R* Piastre radiali, *Cd* Piastra centro-dorsale. *c* Fase più avanzata, descritta sotto il nome di *Pentacrinus europaeus*, munita di braccia e di cirri.

dorsale, da piastre calcari regolarmente raggruppate, mentre la faccia

Comatula. *L'Institut* 1835, J. Müller, Ueber den Bau von *Pentacrinus caput medusae*. *Abhandl. d. Berl. Akad.* 1841, Id. Ueber die Gattung *Comatula* und ihre Arten. *Ibidem* 1847. Leop. v. Buch, Ueber Cystideen. *Abhandl. d. Berl. Akad.* 1844. F. Römer, Monog der fossilen Crinoideenfamilie der Blastoideen. *Archiv. f. Naturg.* 1851. W. Thompson, On the Embryology of the *Antedon rosaceus*. *Phil. Transact. Roy. Soc.* Vol. 155. 1865. W. B. Carpenter, Researches on the Structure, physiology and development of *Antedon rosaceus*. *Hid.* Vol. 156. A. Götte, Vergl. Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. *Arch. f. mikr. Anat.* Vol. 12. H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. *Zeitschr. wiss. Zool.* 1877.

superiore, su cui sono situati la bocca e l'ano, è rivestita da una pelle coriacea. Dai margini del calice partono delle braccia mobili o biforcute, spesso ramificate, la cui impalcatura solida si compone di piastre calcari mosse da muscoli. Quasi in ogni caso le braccia portano sul loro tronco principale, come pure sulle loro ramificazioni, ad ognuno degli articoli, alternativamente a sinistra e a destra, delle *pinnule*, le quali in fondo non sono altro che le ultime ramificazioni del braccio. La bocca è situata di solito al centro del calice; dal suo contorno partono dei *solchi ambulacrali*, che si prolungano nelle braccia, nelle loro ramificazioni e fino nelle pinnule. Questi solchi sono rivestiti da una pelle

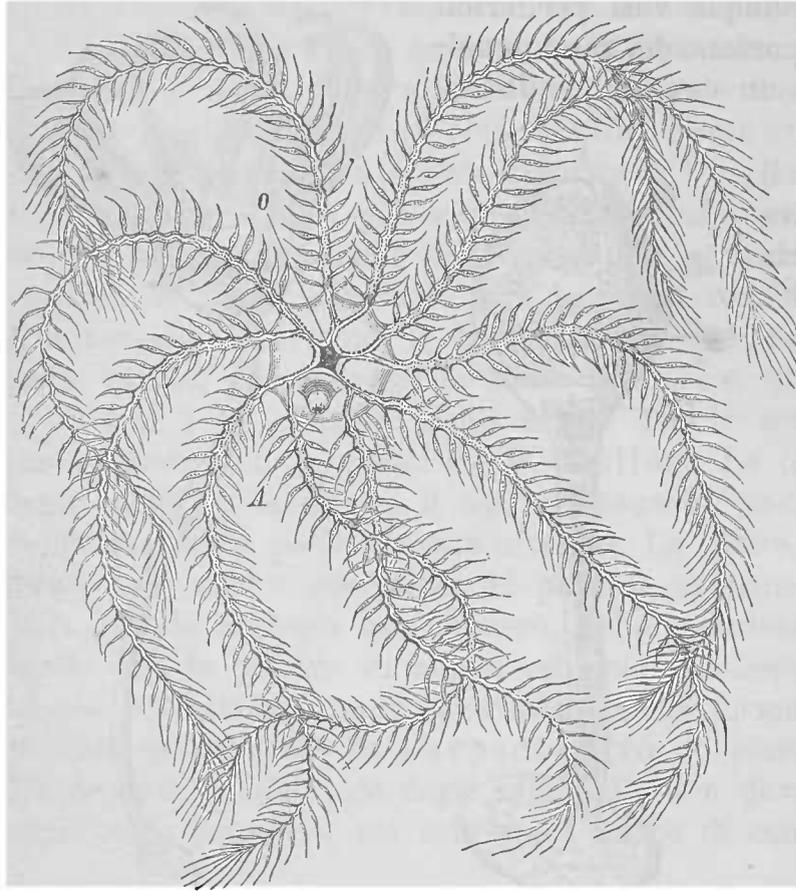


Fig. 290. — *Comatula mediterranea*, vista dal lato ventrale. O Bocca, A Aro; le pinnule piene di cellule riproduttrici.

molle e portano le appendici ambulacrali tentacoliformi.

L'ano è eccentrico ed è situato sulla faccia ambulacrale.

Gli organi riproduttori stanno nello spazio perimale delle braccia, come abbozzi tubulari, da cui, per mezzo di estroflessioni laterali, le cellule genitali entrano nelle pinnule, e vi giungono a maturanza.

La disposizione delle piastre del calice è particolarmente importante per la determina-

zione delle numerose specie fossili. Per bene intenderla bisogna studiare le formazioni scheletriche di una forma giovane, come la larva delle comatule (fig. 289, b). Le piastre del calice sono dieci, cinque placche *orali* e cinque *basali*. Le prime formano il sistema orale, le ultime il sistema apicale, a cui si aggiungono ancora una *piastra centro-dorsale* e alla base dei rudimenti dei gruppi di tentacoli cinque *piastre radiali*, negli spazi intermediari, fra le paia vicine delle piastre orali e delle piastre basali. Lo sviluppo del genere attualmente vivente, *Comatula*, che comincia con una larva in forma di botticella con quattro cerchi ciliati e che conduce alla forma fissata pentacrinoide (*P. europaeus*), presenta una metamorfosi complicata.

La maggior parte dei crinoidi appartiene ai periodi più antichi della formazione del globo. Le forme attuali vivono quasi tutte nei mari più profondi.

1. *Tessellata (Paleocrinoidi)*.

Con copertura completa di piastre sul calice, in cui sono visibili per lo più dei pezzi parabasali e interradiali. Ambulacri del calice e solchi relativi sembrano mancare. Cominciano nel siluriano inferiore.

Fam. *Cupressocrinidae*. Con 5 basali, braccia semplici, non ramificate. L'unione di esse col calice è fatta per mezzo di articolari a lista. *Cupressocrinus crassus* Goldf.

Fam. *Cyathocrinidae*. Con 5 basali. Calice con parabasali. Braccia ramificate. *Cyathocrinus* Mill.

Fam. *Platycrinidae*. Con 3 basali. *Marsupiocrinus* Phil. Il genere paleozoico *Platicrinus* è vicino al crinoide vivente di mare profondo *Hyocrinus bethelianus*, descritto da Wyville Thomson.

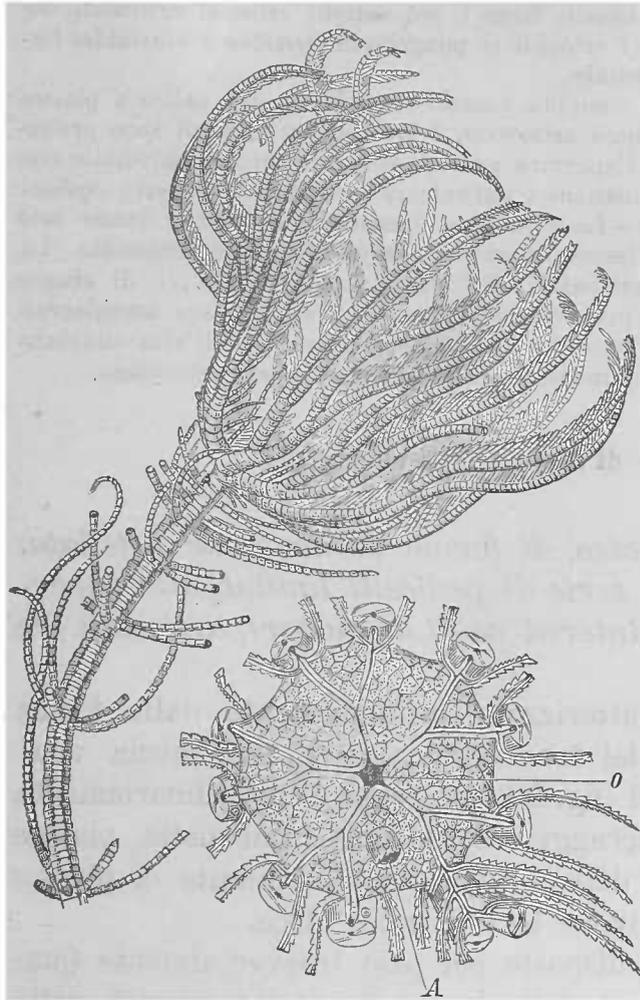


Fig. 291. — *Pentacrinus caput medusae*, da J. Müller.
O Bocca, A Ano.

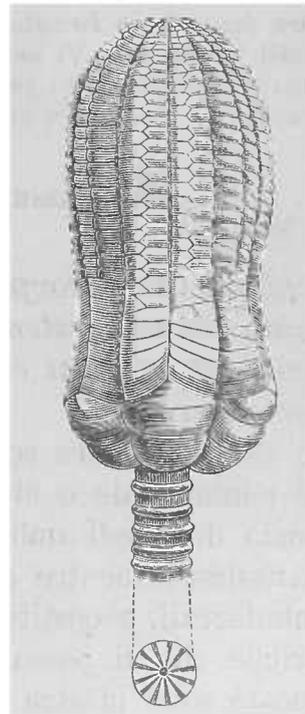


Fig. 292. — *Encrinus liliiformis*, del calcare conchifero.

Fam. *Eucrinidae*. *Eucrinus* Ang.

2. *Articulata (Neocrinoidi)*.

Con copertura di piastre sul calice meno completa. Per lo più mancano i parabasali.

Piastre ventrali membranose o debolmente tavolate con ambulacri e solchi ambulacrali.

Fam. *Pentacrinidae* Crinoidi con 10 braccia per lo più divise a forchetta, e gambo pentagono con cirri. *Pentacrinus caput Medusae* Lam. delle Antille (fig. 291). *P. Müllerii*

Oerst. Indie occidentali (Antille), grandi profondità. A una vicina famiglia appartiene l'*Apiocrinus*, e con esso il *Rhizocrinus lofotensis* Sars, il *Bathycrinus gracilis* e *aldrichianus* W. Th. di mare profondo. Vicino a questo gruppo sta il genere vivente *Holopus* dell'America con calice allargato. *H. Rangii* D'Orb.

Fam. *Comatulidae*. Hanno il peduncolo solo nell'età giovanile, sono libere allo stato adulto, per lo più con 10 braccia al margine del corpo appiattito, con bocca e ano. Le comatule possono volgere le braccia in direzione della parte ventrale e muoversi tra le piante marine. La larva appena sgusciata è vermiforme e con quattro corone ciliari; ha bocca e ano, e un ciuffo di cilia al lato posteriore del corpo; nuota liberamente. Poi le larve passano allo stadio di pentacrino pedunculato, mercè la formazione d' anelli calcari e di serie di piastre; distinguendosi il calice dallo stelo, si ha la comatula. *Comatula mediterranea* Lam. = *Antedon rosaceus* Linck. (fig. 290), che ha per forma giovanile il *Pentacrinus europaeus* (fig. 289, c). *Actinometra* Müll.

Fam. *Encrinidae*. Calice con parabasali. Sono i più antichi crinoidi articolati del Trias. *E. liliiformis* Schl. (fig. 272); fra i crinoidi si pongono le *cystidee* e *blastoidee* fossili, da considerarsi però come classe speciale.

Le *cistidee* hanno breve peduncolo, sono più o meno sferoidiche, con calice a piastre poligonali e piccole braccia, portanti pinnule articolate. I loro organi genitali sono probabilmente racchiusi nel calice, e pare che l'apertura genitale sia un' apertura chiudibile con opercoli mobili. Fossili nelle rocce di transizione e nel calcare carbonifero. Generi; *Sphaerionites*, *Caryocrinus*, *Echinospaerites*. — Le blastoidee mancano di braccia, e hanno solo un campo ambulacrale nel calice, che è fissato mercè un breve peduncolo articolato. La impalcatura del calice è formata di 3 pezzi basali, di 5 pezzi forcuti radiali, e di cinque pezzi deltoidi interradiali. Vi sono poi le piastre scheletriche dei cinque campi ambulacrali radiali, che s' allargano fra i pezzi a forchetta. Le blastoidee cominciano nell'alto siluriano col genere *Pentatrematites*, e giungono al massimo nel devoniano e nel carbonifero.

II. CLASSE. Stelle di mare (Asteroidea) (1).

Echinodermi a corpo depresso, di forma pentagonale o stellata, tegumento dorsale estensibile, serie di pedicelli limitati alla superficie centrale, e pezzi calcari interni negli ambulacri, articolati fra loro come vertebre.

Le stelle di mare sono caratterizzate primieramente dalla forma discoide pentagonale o stellata del loro corpo, la cui sola faccia ventrale porta dei piedi ambulacrali (fig. 293). I raggi sono ordinariamente sviluppatissimi, mentre gli interraggi restano cortissimi nelle piastre interambulacrali, e costituiscono delle braccia mobili, munite di piastre scheletriche che si possono muovere le une sulle altre.

Queste sono piastre calcari disposte per paio trasversalmente (piastre ambulacrali), che si estendono dalla bocca fino all'estremità delle braccia e sono unite fra loro da articolazioni come le vertebre. Lo scheletro degli *asteroidi* è diversissimo dal guscio globulare o appiattito degli *echinoidi* in ciò che le piastre ambulacrali e interambulacrali sono limitate alla faccia ventrale, e che sulla faccia esterna delle prime esiste un *solco ambulacrale* profondo, che contiene all'esterno delle piastre scheletriche, nella pelle molle i tronchi nervosi, al di sotto i canali periemali coi vasi sanguigni e i tronchi dei vasi ambulacrali

(1) J. Müller e Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1841. Vedi anche lavori di Krohn, Sars, Lütken, Agassiz, Cuénot, ecc.

(fig. 274). Negli *ofiuridi* il solco ambulacrale è coperto dalle piastre calcari, in modo che i piedi ambulacrali si trovano situati sui lati delle braccia. Alla faccia dorsale lo scheletro dermatico è coriaceo; tuttavia, nella regola, presenta una grande quantità di piccole piastre calcari,

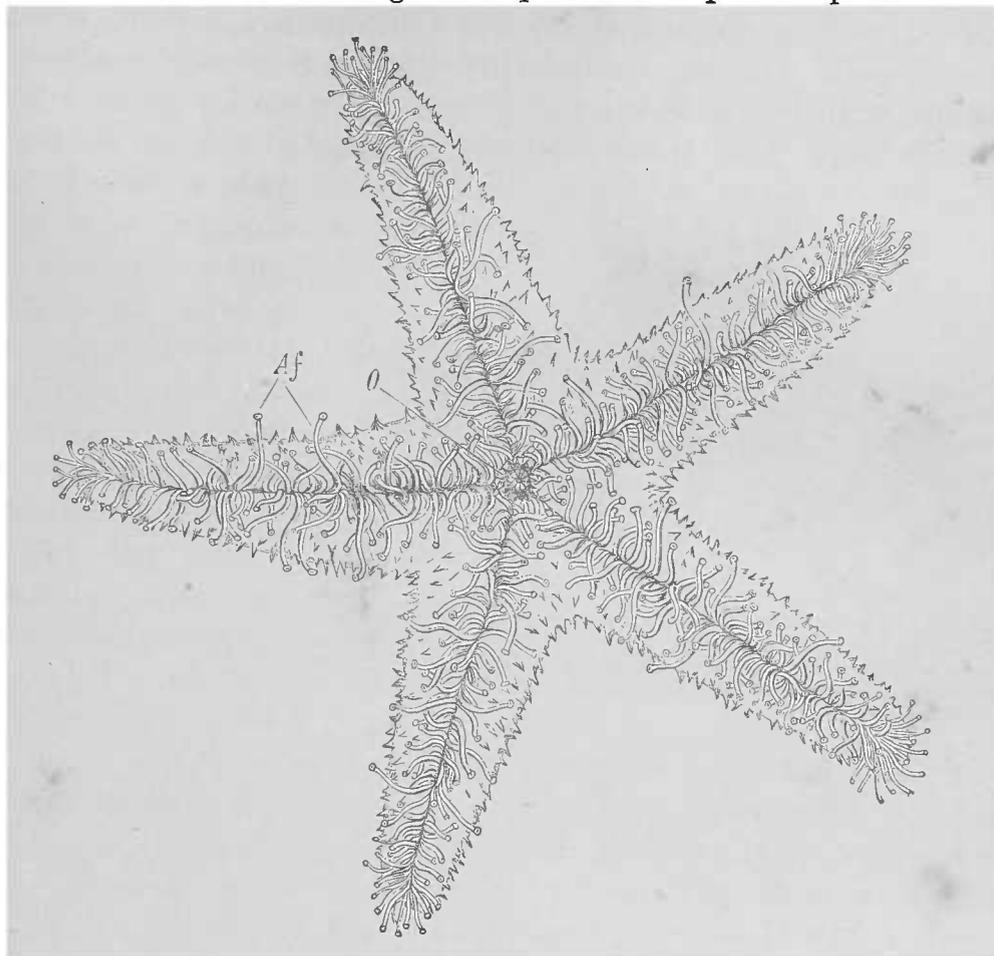


Fig. 293. — *Echinaster sentus*, visto dal lato orale, da A. Agassiz. O Bocca, Af Pedicelli ambulacrali.

su cui si vedono delle papille, degli aculei, degli uncini che danno al tegumento un aspetto variatissimo. Sul margine del tegumento del dorso si trova ordinariamente una serie marginale di grandi piastre calcari (*piastre marginali superiori*, fig. 294). Sulla faccia ventrale si distinguono, oltre alle piastre ambulacrali approfondate nell'interno del corpo, le *piastre marginali inferiori*, le *piastre ambulacrali* e le *piastre interambulacrali intermedie*. Queste due ultime specie di piastre corrispondono alle piastre interambulacrali degli echinoidi. Mentre esse formano in questi animali due serie unite insieme per tutta la lunghezza dell'interraggio, negli asteroidi si allontanano l'una dall'altra a partire dagli angoli della bocca e appartengono ciascuna al margine del braccio vicino. Le piastre ambulacrali sono mobili, articolate fra loro come le vertebre e lasciano, fra le loro appendici laterali, delle aperture per il passaggio delle ampolle dei piedi ambulacrali. Le piastre destre e sinistre di ciascuna di queste doppie serie sono munite, sia da

una sutura (*ofiuridi*), sia da denti che si ingranano fra loro in fondo al solco delle braccia, e in questo caso esse sono mobili le une sulle altre (*stelleridi*). Queste ultime hanno muscoli trasversali ventrali sulle vertebre ambulacrali e possono curvare le loro braccia verso la faccia ventrale. Le ofiure piegano le braccia a destra e a sinistra nel piano orizzontale con movimento ondulatorio per mezzo dei muscoli longitudinali, che stanno esclusivamente sui lati di questi organi. La bocca è sempre situata al centro della faccia ventrale, in fondo ad una cavità pentagonale o stellata, i cui

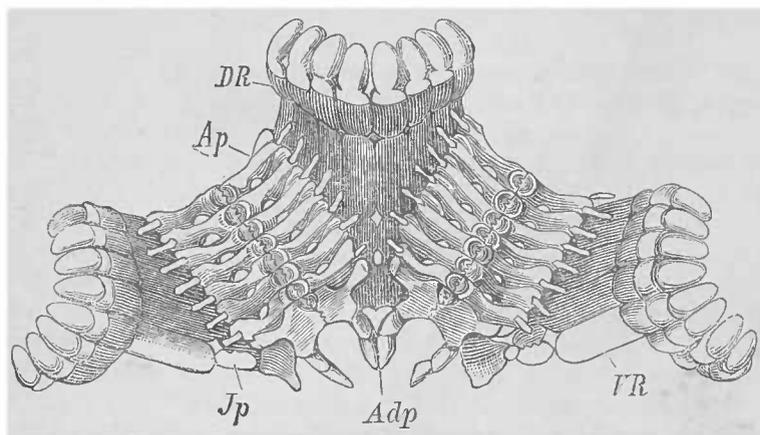


Fig. 294. — Piastre dello scheletro dell'*Astropecten Hemprichii*, da G. Müller. DR Piastre marginali dorsali, VR Piastre marginali ventrali, Ap Piastre ambulacrali, Jp Piastre interambulacrali intermedie, Adp Piastre adambulacrali anteriori, formanti un angolo boccale.

nale o stellata, i cui margini sono ordinariamente muniti di dure papille. Gli angoli interradiali sono formati da due piastre adambulacrali aderenti e spesso agiscono come organi di masticazione. L'ano può mancare; in caso contrario è sempre situato al polo apicale. Talora non esiste che una piastra

madreporica, talora ne esistono parecchie. Essa è situata in un interraggio sul dorso negli *stelleridi*, o alla faccia interna di una delle piastre boccali negli *ofiuridi*. In alcuni casi gli asteroidi si sviluppano direttamente senza passare per lo stato di larve bilaterali; quando queste fasi larvali esistono, presentano il tipo di *pluteus* (*ofiuridi*) o di *bipinnaria* e di *brachiolaria* (*stelleridi*).

La facoltà di riprodurre le parti abrase è pronunziatissima negli asteroidi; non solo possono rigenerarsi le braccia, ma anche dei frammenti del disco; talora si riproduce anche l'intero disco all'estremità di un braccio staccato. La riproduzione asessuale per divisione esiste dunque in questi animali: essa si osserva principalmente nelle forme a sei braccia (*Ophiactis*) o in quelle che ne possiedono un numero maggiore (*Linckia*).

Si trovano già delle stelle di mare fossili nel siluriano inferiore (*Palaeaster*), che contiene anche le forme di transizione fra gli *stelleridi* e gli *ofiuridi* (*Protaster*).

I. SOTTOCLASSE. — *Stelleridi, Asteridi (Stelleridea)*.

Stelle di mare, le cui braccia sono i prolungamenti del disco, contengono le appendici epatiche del tubo digerente, e gli organi genitali, e presentano sulla loro faccia ventrale un solco ambula-

cratale profondo, non coperto, in cui sono situate le serie di piedi ambulacrali.

Gli stelleridi, che hanno braccia per lo più larghe, sono notevoli per la mobilità delle semivertebre (piastre ambulacrali) dello scheletro brachiale, mosse da muscoli. L'ano è situato al polo aborale; può mancare in alcuni generi (*Astropecten*).

La piastra madreporica è posta in un interruggio sulla faccia dorsale; così è dei pori genitali. Le appendici ramificate dello stomaco si estendono nell'interno delle braccia (fig. 276), le quali portano sulla loro faccia ventrale, in un solco ambulacrale profondo, orlato lateralmente da papille, due o quattro serie di piedi ambulacrali (fig. 293). Esistono nelle asterie le *pedicellarie* e delle branchie dermatiche sui pori tentacolari della faccia dorsale. Le stelle di mare si nutrono essenzialmente di molluschi; strisciano lentamente sul fondo del mare per mezzo dei piedi ambulacrali. Alcune hanno una metamorfosi abbreviata nell'interno di una camera incubatrice; la maggior parte, nella loro evoluzione, passano per le fasi larvali di *bipinnaria* e di *brachiolaria* (fig. 282 e 286).

Fam. *Asteridae*. Piedi ambulacrali cilindrici terminati da una larga ventosa, disposti per lo più in quattro serie in ogni solco ambulacrale. *Asterias* L. (*Asteracanthion*). *A. glacialis* O. F. Müll., *A. tenuispinus* Lam., Mediterraneo. *Heliaster helianthus* Gray. Con 29 a 40 braccia. Chili.

Fam. *Solasteridae*. Piedi ambulacrali cilindrici disposti in due serie. Braccia lunghe, spesso in numero di più di cinque. *Solaster papposus* Retz., *Echinaster sepositus* Retz., *Ophidiaster* Ag., *Linckia* Nardo.

Fam. *Asterinidae*. Corpo pentagonale o con braccia corte. Piastre ordinariamente embricate. Mancano le piastre marginali. *Asterina* Nardo = *Asteriscus* Müll. Tr. *A. gibbosa* Forb. (*Asteriscus verruculatus* Müller Tr.) (Fig. 295) *Palmipes membranaceus* Linck. Mediterraneo, Adriatico.

Fam. *Culcitidae*. Disco pentagonale; tegumenti con granuli o piastre poco sviluppate. Mancano le piastre marginali. Solchi ambulacrali che si avanzano sulla faccia dorsale. *Culcita coriacea*. Müll. Tr. Mar Rosso.

Fam. *Astropectinidae*. Piedi conici mancanti di ventose, su due serie. Manca l'ano. *Astropecten aurantiacus* Phil. *A. pentacanthus* Delle Ch. Mediterraneo. *A. platyacanthus*, Adriatico. *Luidia* Forb. *Ctenodiscus* Müll. Tr.

Fam. *Brisingidae*. Conformazione del corpo simile a quella degli ofiuridi. Braccia distinte dal disco con una stretta cavità interna. *Brisinga coronata* Sars.

2. SOTTOCLASSE. — Ofiure (Ophiuridea) (1).

Stelle di mare senz'ano, con braccia lunghe e cilindriche, nettamente distinte dal disco, e che non contengono appendici del tubo digerente. I solchi ambulacrali sono coperti da piastre dermatiche, cosicchè i piedi ambulacrali emergono ai lati delle braccia.

Le ofiure si riconoscono a primo aspetto per le loro lunghe

(1) Preyer, Ueber die Bewegungen der Seesterne, eine vergleichend physiologische Untersuchung. *Mittheilungen der zool. Station-zu Neapel*, 1887. — O. Hamann l. c. fasc. IV, Anatomie und Histologie der Ophiurideen und Crinoideen. Jena, 1889.

braccia cilindriche, flessibili, simili a serpenti, nettamente distinte dal disco appiattito, e non contenenti prolungamenti del tubo digerente. Le braccia, mobilissime, si muovono specialmente secondo il piano orizzontale, e permettono all'animale di arrampicare tra le piante marine. Il solco ambulacrale è sempre coperto da piastre dermatiche speciali, e i piedi ambulacrati sporgono all'esterno sulle coste, tra le spine e le piccole piastre superficiali (fig. 296). Raramente le braccia sono ramificate e si possono avvolgere dalla parte della bocca; in questo caso (*Astrophyton*) il solco ventrale è chiuso da una membrana molle. L'ano e le pedicellarie mancano sempre. I prodotti sessuali cadono in tasche genitali (*bursae*) e passano di là all'esterno per delle fessure situate per paia negli interraggi. La piastra madreporica si trova sulla faccia ventrale; essa è rappresentata da una delle cinque piastre boccali. In

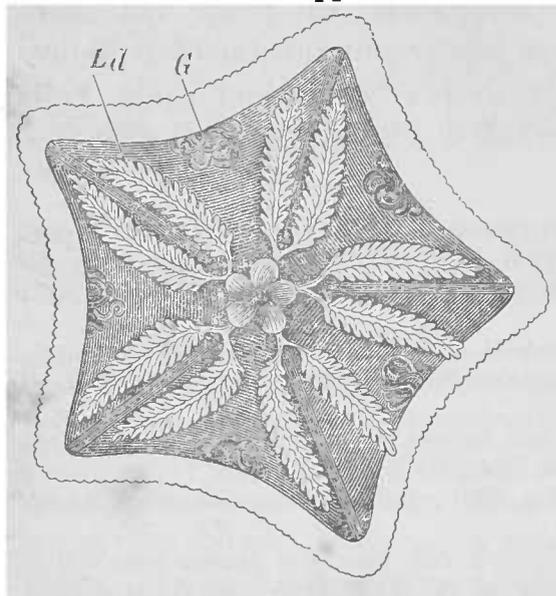


Fig. 295. — *Asteriscus verruculatus*, tolta la cute dorsale. Ld Appendici radiali o tubi epatici, G Glandule sessuali.

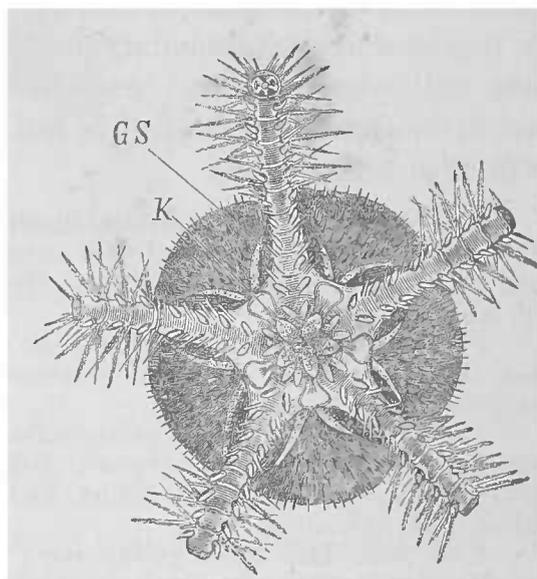


Fig. 293. — Disco e base delle braccia di *Ophiothrix fragilis*. GS Fessure delle tasche genitali, K Piastre boccali.

piccolo numero sono vivipari, per esempio l'*Amphiura squamata*, e non presentano metamorfosi; la maggior parte passano per lo stadio di larva bilaterale della forma *Pluteus*, per esempio l'*Ophioglypha lacertosa* Linck. (*Ophiolepis ciliata* M. Tr.), la cui larva è il *Pluteus paradoxus*.

Fam. *Ophiuridae*. Braccia semplici non ramificate. Solchi ambulacrati coperti di piastre ventrali. Divisi in parecchi generi secondo la conformazione dei tegumenti e dell'armatura della fessura boccale. *Ophiothrix* Müll. Tr. Dorso con dei granuli, dei peli o degli aculei. Piastre laterali delle braccia con degli aculei. *Oph. fragilis* O. Fr. Müll. *Ophiura* Lam. (*Ophioderma*). In ogni spazio interbranchiale due paia di fessure genitali. *O. longicauda* Linck. *Ophioglypha* Lym. *Ophiolepis* Lüt. *Amphiura* Forbes. *A. squamata*. Delle Ch.

Fam. *Euryalidae*. Braccia generalmente ramificate che possono avvolgersi verso la bocca, mancanti di piastre, con la faccia ventrale formata da una membrana molle. *Astrophyton verrucosum* Lam. Oceano indiano. *A. arborescens* Rond. Mediterraneo. *Asteronyx Lovéni* Müll. Tr. Norvegia.

3. CLASSE. — Ricci di mare, Echini (Echinoidea) (1).

Echinodermi a corpo globulare, ovale o discoidale, coperti da un guscio solido, composto di piastre calcari, che porta degli aculei mobili, sempre munito di bocca, di ano, e di appendici ambulacrali che servono alla locomozione e spesso anche alla respirazione.

Le piastre dello scheletro dermatico si riuniscono per formare un guscio solido, non mobile, mancante di prolungamenti brachiali nella direzione dei raggi e che è ora regolare e raggiato, ora irregolare e simmetrico. Salvo in un piccolo numero di *periscoechinidi* fossili, come i *Lepidocentrus*, le piastre calcari sono contigue e solidamente riunite fra loro per mezzo di suture; esse costituiscono venti serie meridiane disposte per paio alternativamente nelle zone radiali e interradiali (fig. 264). Le cinque prime paia, dette *piastre ambulacrali*, hanno tanti forellini da cui escono i piedi ambulacrali, e portano, come le larghe *piastre interambulacrali*, dei tubercoli, su cui si articolano degli aculei mobili, di forme svariatissime.

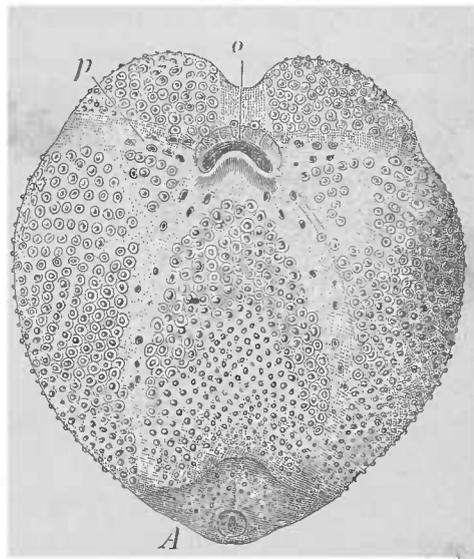


Fig. 297. — *Schizaster* (*Spatangidé*), dal lato orale, o Bocca, A Ano, P Pori dei pedicelli ambulacrali.

L'organizzazione interna degli echini è soprattutto caratterizzata dalla posizione dei nervi e dei tronchi dei vasi ambulacrali, al di sotto dello scheletro (fig. 271). Fra gli aculei, particolarmente numerosi intorno alla bocca, si trovano delle *pedicellarie*, e anche in alcuni *cidaridi* dei tubi branchiali ramificati. I pori genitali sono situati intorno al polo apicale, negli interraggi, nelle piastre genitali, di cui una è nello stesso tempo la piastra madreporica; le piastre ocellari, situate nei raggi, sono pure forate. Gli echini regolari diventano spesso simmetrici. L'allungamento o il raccorciamento di un raggio, mentre gli altri restano uguali, dà luogo a delle forme ovali allungate a simmetria bilaterale con la bocca e l'ano al centro, ma già col raggio anteriore impari (*Acrocladia*, *Echinometra*). Negli echini irregolari l'ano dal polo apicale va nell'interraggio impari (*clipeastridi*, fig. 265), la bocca prende spesso una posizione eccentrica in avanti (*Spatangidi*, fig. 266), ed è

(1) Oltre J. Tr. Klein, vedi: E. Desor, *Synopsis des Échinides fossiles*, 1854-1858. — S. Lovén, *Études sur les Échinoidées*. Stockholm, 1874. — Al. Agassiz, *Revision of the Echini*. Cambridge, 1872-1874.

sempre mancante, in questo caso, di apparecchio masticatore. In molte forme regolari, tutte le appendici ambulacrali (piedi) hanno la stessa conformazione, e sono munite di una ventosa rinforzata da piastre calcari, in altre forme i piedi dorsali non hanno ventosa e sono appuntati, spesso anche intagliati sul margine. Gli echini irregolari hanno quasi costantemente, oltre i piedi ambulacrali, delle branchie ambulacrali sopra una rosetta formata di grossi pori alla faccia dorsale. I piedi locomotori sono piccolissimi nei *clipeastridi* e si estendono su tutta la superficie degli ambulacri, o sono limitati alla faccia ventrale. Negli *spatangidi* si trovano sul guscio delle strisce speciali, fascette o *semitae*, che portano, invece di aculei, delle setole capitate, a movimenti vibratili vivissimi (*clavulae*) (fig. 266 a, 297). Gli echini nel loro sviluppo passano per la forma di *pluteus* muniti di spolette ciliate o di bastoncini apicali (*spatangidi*).

Gli echini vivono principalmente vicino alle coste. Si nutrono di molluschi, di piccoli animali marini e di fucoidee. Alcune specie di *Echinus* hanno la proprietà di scavare le rocce. Si trovano molti gusci fossili, massime nella creta.

1. ORDINE. — Cidaridi, Echini regolari (Cidaridea).

Echini a bocca centrale munita di denti e di un apparecchio masticatore, con fasce ambulacrali simili, e con ano subcentrale nell'area apicale.

Fam. *Cidaridae*. Ambulacri stretti; aree ambulacrali larghe, con grossi tubercoli perforati con degli aculei elevati assai grossi. Mancano branchie boccali. *Cidaris metularia* Lam. *Phyllacanthus imperialis* Lam. Indie orientali.

Fam. *Echinidae*. Pori disposti in serie trasversali. Guscio globulare, ordinariamente sottile; aree ambulacrali larghe, con tubercoli e aculei ordinariamente corti e aciculati; branchie boccali. *Arbacia aequituberculata*. Blainv. Mediterraneo e Adriatico. *Diadema longispinus* Phil., Sicilia. *Echinus melo* Lam., *Toxopneustes variegatus* Lam., *Strongylocentrotus lividus* Brit. = *saxatilis* Lin., Mediterraneo.

Fam. *Echinometridae*. Guscio ovale allungato; tubercoli non perforati; branchie boccali. *Echinometra oblonga* Blainv. *Podophora atrata* Brdt. *Acrocladia trigonaria* Ag. Oceano Pacifico.

II. ORDINE. — Clipeastridi (Clipeastridea).

Echini irregolari a forma di scudo con bocca centrale, apparecchio masticatore, larghissimi ambulacri, rosetta ambulacrata a cinque petali intorno al poro apicale e piccoli piedi ambulacrali. Cinque pori genitali intorno alla piastra madreporica.

Fam. *Clypeastridae*. Margine del disco non inciso. *Clypeaster rosaceus* Lam. (fig. 265). *Echinocyamus pusillus* O. Fr. Müller. Mediterraneo.

Fam. *Scutellidae*. Guscio appiattito a margine lobato o perforato. Faccia inferiore con dei solchi ramificati. *Lobophora bifora* Ag., *Rotula Rumphii* Klein, Africa.

III. ORDINE. — Spatangidi (Spatangidea).

Echini irregolari più o meno cordiformi, con bocca e ano eccentrici, privi di denti e d'apparecchio masticatore, per lo più con una rosetta ambulacrale a quattro petali e quattro piastre genitali.

Di solito esistono dei semiti e quattro piastre genitali, ma il loro numero può essere ridotto a tre o a due.

Fam. *Spatangidae*. *Echinocardium mediterraneum* Gray, Mediterraneo. *Spatangus purpureus* O. Fr. Müll. Mediterraneo. *Schizaster canaliferus* Ag. Adriatico (fig. 297). *Brissopsis lyrifera* Fo. b. (fig. 293). *Brissus* Klein.

4. CLASSE. — Oloturie (Holothurioidea) (1).

Echinodermi cilindrici vermiformi, a tegumenti coriacei, muniti di una corona di tentacoli contrattili intorno alla bocca e di un ano terminale.

Le oloturie ricordano i vermi per la loro forma cilindrica allungata e per la loro simmetria bilaterale nettamente segnata. Offrono particolarmente una somiglianza esterna così notevole coi *gefirei*, che per lungo tempo erano state poste nello stesso gruppo. I tegumenti non formano mai un guscio calcareo solido come negli altri echinodermi, ma restano molli e coriacei, poichè l'incrostazione di calcare si limita al deposito di corpuscoli di forma determinata, disseminati nel loro spessore. Raramente la pelle del dorso è munita di scaglie embricate (*Cuvieria*), che possono portare delle appendici spinali (*Echinocucumis*).

La simmetria bilaterale non risulta solamente dalla presenza di organi impari ma principalmente dalla distinzione, spesso nettamente segnata, tra la faccia dorsale e la

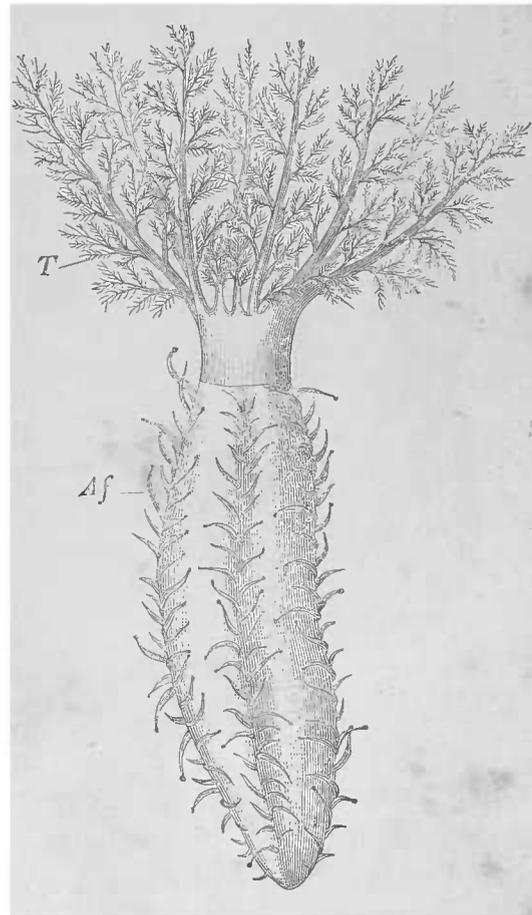


Fig. 298. — *Cucumaria* con tentacoli dendritici espansi *T*, *Af* Pedicelli ambulacrali.

(1) G. J. Jaeger, De Holothuriis. Dissert. inaug. Turici, 1833. — J. F. Brandt, Prodrum descriptionis animalium ab H. Mertensio in orbis terrarum circumnavigatione observatorum, Fasc. I, Petropoli, 1835. — J. Müller, Ueber Synapta digitata und über die Erzeugung von Schnecken in Holothuriën. Berlin, 1852. — A. Baur, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Dresden, 1864. — C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen, Vol. I. Leipzig, 1868. — Semon, Die Entwicklungsgeschichte der Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jen. Zeitschrift. Vol. XV, 1888.

faccia ventrale. Nella *Cucumaria* i piedi ambulacrali sono (fig. 298) regolarmente disposti in cinque serie meridiane dal polo boccale fino al polo anale; in altri casi si trovano principalmente o anche esclusivamente nei tre raggi del *trivium*. In questo caso l'oloturia si muove sulla faccia ventrale, che è più o meno trasformata in faccia plantare.

I piedi ambulacrali possono anche essere sparsi equabilmente sulla superficie della pelle, principalmente al lato ventrale. In generale, essi hanno la forma di cilindri e sono terminati da una ventosa; in altri casi sono conici e senza ventosa. I tentacoli, che sono pure in comunicazione col sistema dei vasi ambulacrali, e che rappresentano appendici ambulacrali modificate, sono pennati e arborescenti (*Dendrochirotes*) o a scudo (*Aspidochirotes*), cioè muniti d'un disco, spesso diviso. In alcuni generi (*Synapta*) i piedi ambulacrali mancano completamente

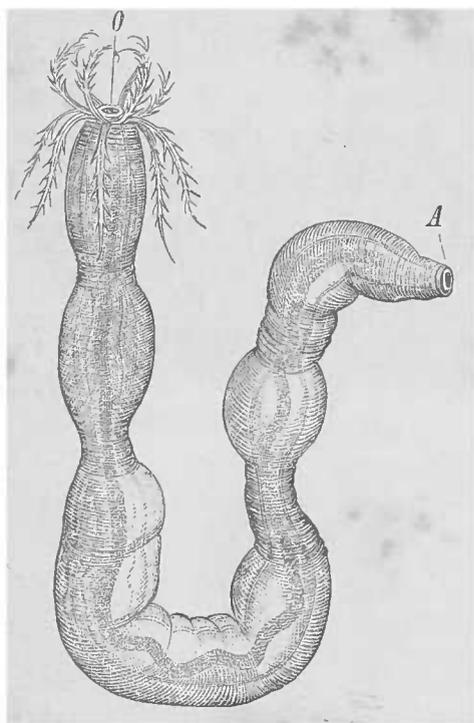


Fig. 299. — *Synapta inhaerens*, da Quatrefages. O, Bocca, A Ano, l'intestino si vede attraverso il corpo.

e i tentacoli sono le sole appendici del sistema ambulacrale (fig. 299). I movimenti del corpo sono principalmente sotto la dipendenza dell'involucro muscolocutaneo, i cui fasci longitudinali si inseriscono sull'anello calcareo intorno all'esofago. Il sistema dei vasi acquiferi presenta questa particolarità caratteristica, che il canale pietroso, in generale semplice, si termina ordinariamente nella cavità del corpo con una estremità libera incrostata di calcare e paragonabile ad una piastra madreporica. Si considerano come *organi respiratori* le appendici ramificate e arborescenti della cloaca, o polmoni, e come *organi escretori* le appendici glandulari (organi di Cuvier), che sboccano egualmente nella cloaca, ma che del resto, come i polmoni, non sempre esistono. Gli organi genitali formano un fascio di tubi ramificati, il cui con-

dotto escretore viene ad aprirsi sulla faccia dorsale, presso la bocca. Il genere *Synapta* è ermafrodita. Lo sviluppo è diretto in molte oloturie (per esempio nell'*Holothuria tremula*, secondo Koren e Danielssen); quando esistono metamorfosi complicate, le larve hanno la forma di auricularia e passano per lo stato di ninfa in forma di botte.

Le oloturie sono in parte animali notturni. Vivono per lo più nei pressi delle coste in luoghi poco profondi; si muovono lentamente strisciando. I sinaptidi apodi si sprofondano nella sabbia. Il loro nutrimento consiste in piccoli animali marini che, nelle dendrochirote, vengono portati alla bocca per mezzo dei tentacoli. Le aspidochirote riempiono il

loro tubo digerente di sabbia, che è poi trasportata all'esterno attraverso l'ano per mezzo della corrente determinata dai polmoni.

Vi sono anche oloturie delle profondità marine che mancano di polmoni, di ampolle pedicellari e di muscoli retrattori della faringe (*Ela-sipoda*, *Elpidia glacialis* F. Théel).

Le oloturie, e massime le aspidochirote, hanno la curiosa proprietà di estroflettere il loro tubo digerente, che si può lacerare dietro il vaso anulare, e che può riprodursi nuovamente. Le *sinapte* spezzettano facilmente il loro corpo in più parti.

I. ORDINE. Pedata.

Molti piedi ambulacrati, ora regolarmente distribuiti nelle aree radiali, ora sparsi su tutta la superficie del corpo.

Fam. *Aspidochirotae*. Tentacoli peltati. *Stichopus regalis* Cuv. Mediterraneo. *Holothuria* L. Piedi ambulacrati disseminati; quelli della faccia dorsale sono conici e mancanti di ventosa. *H. tubulosa* Gmel, Adriatico e Mediterraneo. *H. edulis* Less. Trévang; commestibile. Molucche. Nuova Olanda.

Fam. *Dendrochirotae*. Tentacoli ramificati, arborescenti. *Thyone fusus* O. Fr. Müller. Mediterraneo. *Phyllophorus urna* Gr. *Cucumaria* Blainv. Serie di piedi ambulacrati regolari (fig. 298). *C. cucumis* Risso. Adriatico e Mediterraneo. *C. frondosa* Gr. *Psolus* Oken. Piedi ambulacrati solo sulla faccia ventrale plantare del trivio. *Ps. phantapus* Gr.

II. ORDINE Apoda.

Mancano i piedi ambulacrati e, ordinariamente, i polmoni; tentacoli divisi o pennati.

Fam. *Synaptidae*. Ermafroditi. Senza polmoni. Nella pelle, corpuscoli calcari a forma di ruota e di ancora che sporgono all'esterno. *Synapta digitata* Mntg. Il suo corpo contiene, secondo la scoperta di J. Müller. dei tubi parassiti pieni di spermatozoi e di uova; queste uova si trasformano in piccoli molluschi testacei (*Entoconcha mirabilis*). *S. inhaerens* O. Fr. Müller (fig. 299). *Chirodota* Esch. Pelle con delle serie di piccoli tubercoli che contengono dei corpuscoli calcari in forma di ruota. Il genere *Molpadia* Cuv. possiede dei polmoni.

Enteropneusti (Enteropneusta) (1).

Come rappresentante di una classe distinta, quella degli *enteropneusti* Gegenb. vicina agli echinodermi, si deve considerare degno di menzione il genere *Balanoglossus*, che per lo più si pone tra i vermi e che ricorda i tunicati per la sua respirazione branchiale. Scoperto da Delle Chiaje, questa forma interessante fu recentemente studiata nella

(1) A. Kowalevski, Anatomie des Balanoglossus Delle Chiaje. *Mémoires de l'Acad. impér. des sciences de St. Pétersbourg*, Vol. X, No. 3, 1866. Al. Agassiz, The history of, Balanoglossus und Tornaria. *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. IX, 1873. E. Metschnikoff. *Zeitschr. für wissensch. Zool.*, Vol. XX, 1870.

sua organizzazione e nel suo sviluppo da Kowalevski, El. Metschnikoff e Al. Agassiz (fig. 300).

I rapporti di parentela con gli echinodermi si manifestano soprattutto nella conformazione delle larve. La larva di *Balanoglossus*, descritta sotto il nome di *Tornaria*, era stata considerata da J. Müller

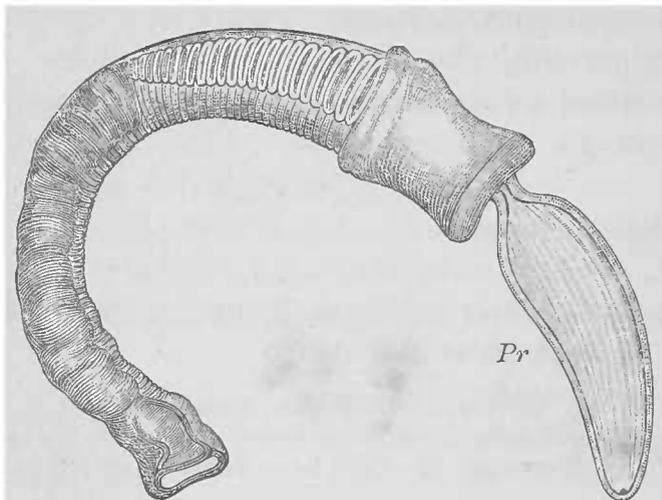


Fig. 300. — Giovane *Balanoglossus*, ingrandito. da Agassiz, Pr Proboscide. Si vedono le numerose fessure branchiali.

e due altri diverticoli forniscono abbozzo del peritoneo. Uno ispessimento dell'ectoderma dà luogo ad un cuore pulsante che si sprofonda in una fossetta della vescicola acquifera. Al polo apicale si forma un

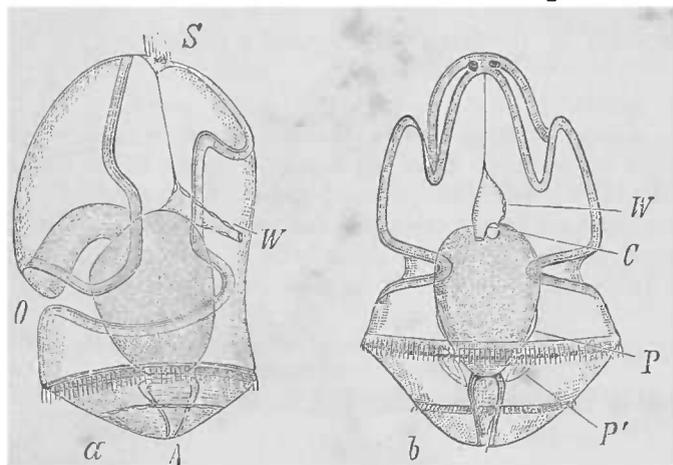


Fig. 301. — Larva *Tornaria*, da E Metschnikoff, a lateralmente, b di faccia, O Bocca, A Ano, S Cocuzzolo, W Abbozzo dei vasi sanguigni, C Cuore, PP' Sacchi peritoneali.

altro ispessimento ectodermico simile alla piastra apicale delle larve dei vermi, su cui appaiono due macchie oculari.

lungata seguente, con la cintura ciliata sempre esistente, il tronco Sul segmento anteriore del tubo digerente appaiono per paio le aperture branchiali (fig. 302, 303).

La trasformazione delle larve in *Balanoglossus* fu seguita da E. Metschnikoff e, più tardi, da Al. Agassiz. La fascia ciliata si atrofizza, la regione preorale si trasforma in tromba, la regione orale diventa il collare cervicale, e la regione al-

Il corpo vermiforme e interamente ciliato dell'animale adulto si divide in più regioni, che differiscono per il loro aspetto esterno. L'estremità anteriore presenta una specie di tromba cefalica sporgente, separata dal resto del corpo da un profondo strozzamento, a cui segue

come una larva di echinoderma. Infatti essa possiede, come le *bipinnarie*, due fasce di ciglia vibratili, di cui l'una, preorale, circonda il lobo boccale, e l'altra, più grande, ha un percorso più longitudinale e incontra quasi la prima al polo apicale. Esiste inoltre una cintura ciliata, preanale (fig. 301, a, b.). Nell'interno un diverticolo del tubo digerente diventa un sacco distinto, che si trasforma in apparecchio acquifero,

La trasformazione delle larve in *Balanoglossus* fu seguita da E. Metschnikoff e, più tardi, da Al. Agassiz. La fascia ciliata si atrofizza, la regione preorale si trasforma in tromba, la regione orale diventa il collare cervicale, e la regione al-

un collare largo e muscoloso. Dietro il collare è situata una lunga regione, o regione branchiale, la cui parte mediana (branchie) è nettamente anulata, e le cui parti laterali lobate sono ordinariamente munite di glandule gialle. Sul limite della parte mediana e delle due parti laterali si trova, a sinistra e a destra, una serie di aperture che danno esito all'acqua proveniente dalla cavità branchiale. La regione seguente o *regione gastrica*, porta sulla faccia superiore quattro serie di glandule gialle (glandule sessuali). Fra queste ultime sono situati dei diverticoli brunoverdastri (appendici epatiche dell'intestino), che diventano sempre più voluminosi e sempre più addossati gli uni agli altri dall'avanti all'indietro, finchè le glandule gialle scompaiono. Finalmente l'ultima regione, o *regione caudale*, è nettamente anulata ed ha l'ano all'estremità posteriore.

La tromba molto contrattile serve nello stesso tempo da sifone, che dà entrata all'acqua necessaria alla respirazione, e da organo locomotore. Protrudendo dalla melma in cui è sprofondata l'animale, essa aspira l'acqua dalla sua apertura terminale (di cui fu recentemente contestata l'esistenza). La cavità boccale, il cui orificio è posto dietro il margine anteriore del collare, presenta nella sua parete un gran numero di glandule mucose unicellulari.

La porzione anteriore del tubo digerente, che segue, porta le branchie e pare divisa a forma di 8 per mezzo di due ripiegature longitudinali.

L'intestino non è libero nella cavità viscerale, ma, eccettuata la porzione posteriore, è fissato alla parete del corpo per mezzo di tessuto connessivo e vi aderisce sempre molto intimamente al livello delle due linee mediane. Al di sotto di queste linee, attraverso cui si vedono per trasparenza i due tronchi vascolari, due solchi ciliati percorrono il tubo digerente tutto intero. Dietro la regione branchiale appaiono al disopra dell'intestino degli ammassi di cellule particolari che si trasformano a poco a poco in diverticoli a parete interna vibratile (appendici epatiche).

L'apparecchio respiratorio, posto al principio del tubo digerente, protrude sulla regione anteriore appiattita del

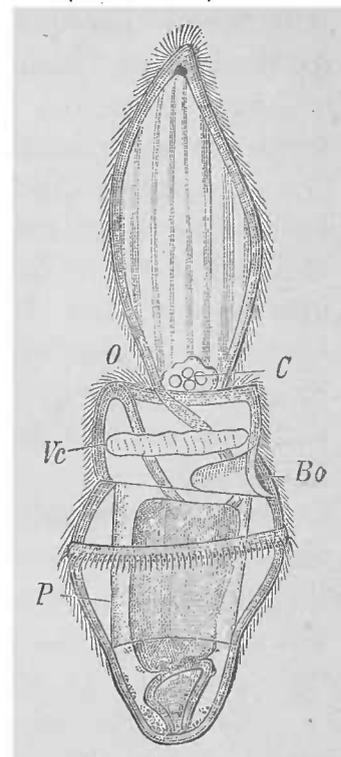


Fig. 302. — Passaggio tra la *Tornaria* e il *Balanoglossus*, lateralmente, con un paio di fessure branchiali, da Metschnikoff. Bo Aperture branchiali esterne, P Sacco peritoneale, Vc Vaso radiale.

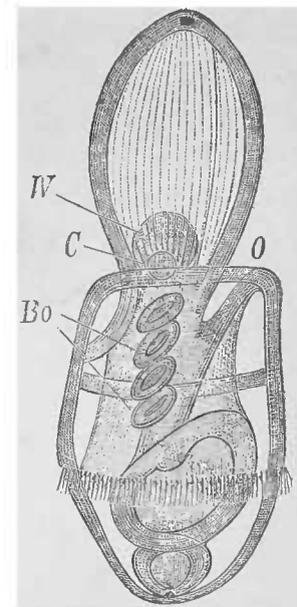


Fig. 303. — Forma intermedia *Tornaria-Balanoglossus*, con 4 paia d'aperture branchiali, da Al. Agassiz.

corpo, sotto forma di un cercine longitudinale anulare; esso contiene un sistema di piastre di chitina che sono riunite fra loro da trabecole trasversali. L'acqua, penetrata nella bocca, passa attraverso aperture particolari che fanno comunicare la parte anteriore del tubo digerente con ogni branchia, nelle cavità branchiali ciliate, ed esce dai pori laterali già menzionati, posti sulla faccia dorsale della camera branchiale.

Il sistema circolatorio si compone di due tronchi longitudinali, situati sulla linea mediana, che mandano molti rami trasversali alle pareti del corpo e del tubo digerente, e di due vasi laterali. Le branchie ricevono la loro ricca rete vascolare esclusivamente dal tronco inferiore. Il tronco superiore, in cui il sangue si muove dall'indietro all'innanzi, si divide, all'estremità posteriore delle branchie, in quattro rami, di cui due laterali si distribuiscono ai lati della regione anteriore del corpo.

Si considerano come centri nervosi dei cordoni fibrosi, nelle linee mediane ventrale e dorsale del tronco, immediatamente al disotto dell'epidermide e che si risolvono in una rete di fibre tenui. Al livello del margine posteriore del collare questi cordoni sarebbero riuniti fra loro in modo da formare un anello.

Gli organi sessuali costituiscono nella regione branchiale una serie semplice, poi doppia; al momento della formazione degli elementi sessuali prendono un grande sviluppo. In questo tempo i maschi e le femmine sono facilmente distinguibili per il colore delle loro glandole genitali. Le uova sono contenute isolatamente in capsule nucleate, ma omogenee, e sono deposte, come fra i nemertini, riunite in nastri.

Questi animali vivono nella sabbia fina, che essi imbevono di muco tutt'intorno a loro. Essi riempiono il loro tubo digerente di sabbia e si muovono con l'aiuto della loro tromba, la quale, allungandosi e raccorciandosi successivamente, trascina con sé il resto del corpo.

Le due specie *Balanoglossus minutus* Kow. e *B. clavigerus* Delle Ch., si sono trovati nel golfo di Napoli. Una terza specie settentrionale fu scoperta da Willemoes-Suhm, che la descrisse col nome di *B. Kupfferi*.

IV TIPO.

Vermi (Vermes).

Animali bilaterali a corpo non annulato o formato di segmenti simili (omonimi), mancanti di membra articolate, muniti di un involucre muscolo-cutaneo e di canali escretori pari (vasi acquiferi).

Dopo Cuvier, nel tipo dei vermi, fra i quali Linnè metteva anche i molluschi, gli echinodermi, i zoofiti e gl'infusori, si comprendono solo gli invertebrati bilaterali, il cui corpo è allungato e senza membra articolate. Così costituito, il gruppo dei vermi racchiude delle forme la cui organizzazione è tanto variata, la conformazione così differente, che si propose spesso di smembrarlo, e di scinderlo almeno in due tipi, quelli dei vermi non annulati (*Vermes*) e quello dei vermi annulati (*Anellides*).

La forma del corpo, molle, adattato per vivere nei mezzi umidi, è per lo più allungata, piatta o cilindrica, ora annulata ora no, ora divisa in segmenti (*zooniti, metameri*). Si distingue sempre una faccia ventrale e una faccia dorsale. Sulla prima l'animale si muove o con essa aderisce ai corpi stranieri, su questa anche si trovano ordinariamente l'apertura boccale, per lo più all'estremità diretta all'innanzi durante la progressione, e così l'orificio sessuale semplice o multiplo. La forma del corpo, che è corto e piatto, o allungato e cilindrico, sembra un carattere di gran valore nei vermi non annulati (*Vermes* s. str.) e permette di dividerli in due classi, quella dei *Platyhelminthes*, o vermi piatti, e dei *Nemathelminthes*, o vermi cilindrici).

Altri considerano i vermi piatti come tipo speciale vicino ai celenterati (*ctenofori*, Lang), o, facendo un risolvimento, nei tipi, riuniscono gli *anellidi* cogli *artropodi* e *molluschi* in un sol tipo. Però con ciò non si giunse a migliori aggruppamenti e per ora è meglio stare a quelli indicati, per quanto non perfetti.

I vermi annulosi (*Anellides*) hanno, oltre il cervello, una catena gangliare addominale e una segmentazione degli organi, che corrisponde più o meno alla segmentazione esterna. I segmenti del corpo, o anelli, primitivamente tutti eguali, non restano sempre omonimi; negli anellidi i due segmenti anteriori si riuniscono per costituire una regione, che è già l'abbozzo della testa degli artropodi, e che, come quest'ultima, porta la bocca e il cervello e gli organi dei sensi (fig. 304); ma anche nella forma dei metameri vi sono spesso variazioni della omonimia.

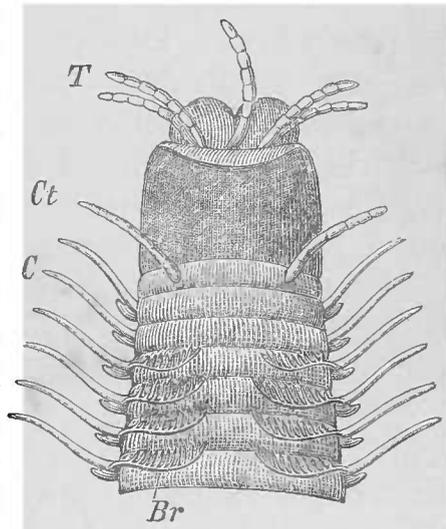


Fig. 304. — Testa e anelli anteriori di un' *Eunice* vista dal dorso. *T* Tentacoli o antenne del lobo frontale; *Ct* Cirri tentacolari; *C* Cirri dei parapodi; *Br* Appendici branchiali dei parapodi.

La pelle dei vermi offre una consistenza assai diversa: essa sta immediatamente sopra un involucre muscolo-cutaneo sviluppatissimo. Si distingue nella pelle uno strato di cellule che funzionano come matrice (*ipoderma*), o almeno uno strato di protoplasma nucleato e uno strato cuticolare superficiale omogeneo, che è prodotto dal primo e resta sottilissimo e tenue nei vermi inferiori, mentre nei nematelminti è spesso diviso in più strati secondari, talora isolabili, e che in molti anellidi *chetopodi* acquista uno spessore considerevole, e può anche essere traversato da fini canalicoli. Le ciglia vibratili sono diffusissime, principalmente nelle forme larvali dei *platelminti* e degli *anellidi*. Dove mancano le ciglia, la membrana cuticolare, che si solleva talora per formare degli uncini o degli aculei, è composta di una sostanza analoga alla chitina della pelle degli artropodi, e può, come questa, portare delle formazioni cuticolari di diverse sorta, come dei peli, delle setole, degli uncini, ecc. In molti *nematelminti* e nei vermi anellati la cuticola resistente si trasforma in una specie di scheletro dermatico, che limita la mobilità dell'involucro muscolo-cutaneo. Nei *chetopodi* fra gli anellidi, e anche nei *rotiferi* che non presentano metamorfosi interne, il tegumento resistente si divide in una serie di anelli, che, come gli articoli del corpo degli artropodi, sono riuniti da sottili fasce cutanee e mossi per mezzo di muscoli cutanei divisi in gruppi corrispondenti. Nei rotiferi questi segmenti cutanei non sono veri metameri, poichè la segmentazione non si estende agli organi interni.

Le glandule sono diffusissime nella pelle. Sono ora unicellulari, ora pluricellulari, e situate, sia immediatamente sotto all'epidermide, sia più profondamente nei tessuti.

Il tessuto posto sotto l'ipoderma, al quale si può dare il nome di derma, per la presenza di muscoli longitudinali e anche talora di muscoli annulari, forma un *involucro muscolo-cutaneo*, il principale organo locomotore dei vermi. L'azione di questo involucro, nei movimenti di progressione di questi animali, deve fare attribuire un certo valore sistematico alle forme particolari che esso riveste nei diversi gruppi, ma questo valore non va esagerato. La stratificazione ed il percorso dei muscoli cutanei presentano il più alto grado di complessità nei *vermi piatti* e, fra gli anellidi, negli *irudinei*, poichè gli strati di muscoli circolari e longitudinali, sprofondati in una massa fondamentale di tessuto connessivo, sono incrociati con fibre muscolari dorso-ventrali, e inoltre talora anche con fibre oblique. Finalmente si possono ancora aggiungere dei gruppi di fibre muscolari che servono a fissare gli organi interni al tegumento. Si devono considerare come particolari differenziamenti dell'involucro muscolo-cutaneo le ventose, che sono così frequenti nei vermi parassiti, come le fossette e i rudimenti di piedi (*parapodi*) muniti di setole nei chetopodi. Questi organi locomotori accessori si sviluppano principalmente sulla faccia ventrale; le ventose coi loro uncini, in vi-

cinanza alle due estremità, o anche verso il mezzo del corpo. I parapodi sono appaiati sugli anelli per tutta la lunghezza del corpo, tanto sul lato dorsale, come sul ventrale, in modo che ogni segmento ne porta un paio dorsale e un paio ventrale.

L'organizzazione interna dei vermi varia straordinariamente. Nei vermi piatti e rotondi, che vivono nel chimo o in altri succhi organici degli animali superiori, come i *cestodi* e gli *acantocefali*, l'intero apparecchio digerente, con la bocca e l'ano, può mancare (per atrofia), e la nutrizione si fa per endosmosi attraverso i tegumenti. Quando esiste un tubo digerente, la bocca è generalmente situata all'estremità anteriore del corpo sulla faccia ventrale, l'ano all'estremità posteriore o in sua vicinanza sul dorso. In generale è semplice; solo per eccezione è diviso in più parti aventi funzioni diverse. Si distingue ordinariamente un esofago muscolare, un intestino gastrico sviluppatissimo e un intestino terminale corto che giunge all'ano.

Sotto la forma più semplice il *sistema nervoso* si compone di un ganglio impari o divenuto pari per la separazione delle sue due metà laterali (fig. 95) (1), situato vicino all'estremità anteriore del corpo, al disopra dell'esofago, e che si può riferire, dal punto di vista genetico, alla piastra apicale della larva di chetopodo di Lovén. Più raramente costituisce un anello nervoso intorno all'esofago, unito a dei gruppi di cellule gangliari (*nematodi*).

I nervi che partono dal ganglio si distribuiscono simmetricamente in avanti e sui lati, si portano agli organi dei sensi e formano due grossi tronchi laterali che si dirigono all'indietro. Nei vermi meglio organizzati esistono due gangli più voluminosi, riuniti da una commessura inferiore e da una commessura superiore (*nemertini*). Negli anellidi con metameri atrofizzati, o *gefirei*, al ganglio sopra-esofageo o cervello si aggiunge una catena ventrale che gli è legata per mezzo di un collare esofageo, e che negli altri anellidi presenta sul suo percorso una serie di paia di gangli corrispondenti in un modo generale alla segmentazione del corpo. I tronchi longitudinali, riuniti a livello dei gangli per mezzo di commesure trasversali, avvicinandosi sulla linea mediana sotto al tubo digerente, costituiscono una catena gangliare addominale unita al cervello per mezzo di una commessura esofagea; tale catena si continua fino all'estremità del corpo, e nel suo percorso manda a sinistra e a destra delle paia di nervi. Gli organi dei sensi sono rappresentati da occhi, da organi uditivi e da organi tattili. Questi ultimi sono uniti a delle espansioni nervose e a delle appendici particolari del tegumento (setole tattili) e si trovano già nei vermi intestinali sotto la forma di papille comunicanti con dei nervi. Nei vermi liberi vi sono spesso delle appendici

(1) Si potrebbe ammettere anche precisamente il contrario, cioè che il ganglio unico sia il risultato della fusione sulla linea mediana dei due gangli pari.

tentacoliformi, filiformi, situate sulla testa e sui segmenti (cirri). Gli organi uditivi sono meno diffusi; sono *vescicole uditive* poste, sia sul cervello (alcuni *turbellari* e *nemertini*), sia appaiate sull'anello esofageo (alcuni *anellidi* branchiati). Gli organi visivi sono semplici macchie di pigmento in comunicazione con dei nervi, *macchie oculari*, oppure vi si aggiungono dei corpi rifrangenti e allora l'occhio è capace di ricever delle immagini. Forse si devono considerare le fossette ciliate dei *nemertini* come organi di olfatto. Gli organi caliciformi delle sanguisughe e dei *gefirei* sono pure organi dei sensi; vi si sono peraltro scoperte delle terminazioni nervose speciali (cellule clavate).

Il *sistema circolatorio* manca ai *nematelminti*, ai *rotiferi* e ai *platelminti*, eccettuati i *nemertini*. In questi casi il liquido nutritivo penetra per endosmosi nel parenchima del corpo, o nella cavità viscerale, quando questa esiste, ed imbeve i tessuti; è allora un liquido linfatico trasparente, che contiene talora anche degli elementi cellulari.

Tale sistema esiste nei *nemertini*, come nei *gefirei* e negli *anellidi*: in questi ultimi raggiunge il suo più alto grado di sviluppo e può trasformarsi in un sistema di vasi chiusi, di cui alcuni hanno contrazioni ritmiche. Quasi sempre si distingue un tronco longitudinale dorsale contrattile e un tronco ventrale con commessure trasversali ad arco, talora egualmente pulsatili. Quando il sistema vascolare esiste, il sangue non è sempre trasparente e incolore come il liquido che imbeve il corpo, ma possiede una colorazione talvolta gialla o verde, più spesso rossa, dovuta pure in qualche caso alla presenza di globuli sanguigni.

Per lo più l'intero involucro del corpo serve alla *respirazione*; ma fra gli anellidi si trovano nei chetopodi marini delle branchie filiformi o ramificate, quasi sempre in appendice ai parapodi (fig. 305). Si deve anche attribuire un'azione respiratoria ai tentacoli dei *gefirei*.

Gli *organi escretori* sono rappresentati da vasi acquiferi, canali di variabile grossezza, simmetricamente disposti, pieni di un liquido acquoso contenente anche dei granuli e che sboccano all'esterno per mezzo di uno o più orifici. Questi vasi hanno origine, sia da piccole masse ciliate nei tessuti del corpo, sia da estremità a forma d'imbuto liberamente aperto nella cavità viscerale. In quest'ultimo caso possono anche adempiere altre funzioni, come quella di condurre all'esterno della cavità viscerale i prodotti sessuali. Nei vermi annulati, dove prendono il nome di *canali laqueiformi* o *organi segmentari*, si ripetono paio per paio in ogni segmento del corpo. Una disposizione affatto diversa ci è offerta dai due canali laterali, situati nei campi laterali dei *nematodi*, che sboccano per un foro comune in vicinanza alla faringe.

A lato della riproduzione sessuale è diffusissima la riproduzione asessuale per gemmazione e scissiparità, massime tra le forme inferiori, prive di tubo digerente; ma spesso non si riscontra che nelle giovani fasi evolutive

che differiscono dagli animali adulti per la loro forma e per il mezzo in cui abitano, e fanno da nutrici nella produzione di nuove generazioni. Quasi tutti i *vermi piatti* e molti *anellidi* sono ermafroditi; i sessi sono separati nei *nematelminti*, nei *gelifrei* e nei *rotiferi*, come pure negli *anellidi branchiati*. Molti vermi subiscono una metamorfosi e le loro larve sono caratterizzate dalla presenza di una corona preorale di ciglia (larva di Lovén), o da parecchi cerchi ciliari. Nei cestodi e nei trematodi, i quali possono ordinariamente riprodursi agamicamente nell'età giovanile, la metamorfosi diventa una generazione alternante più o meno complicata (eterogonia), che è caratterizzata dalla differenza del mezzo in cui vivono le due sorta di individui derivati l'uno dall'altro, come pure dall'alternanza della vita parassitaria e della vita libera.

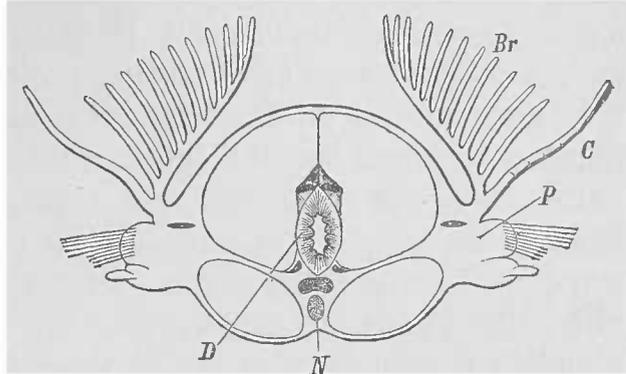


Fig. 305. — Sezione trasversale di un anello di *Eunice*, *Br* Appendici branchiali, *C* Cirri, *P* Parapodi con fasci di setole, *D* Tubo digerente, *N* Sistema nervoso.

Il genere di vita dei vermi è generalmente molto basso, e corrisponde al loro soggiorno in mezzi umidi. Molti vivono come parassiti negli organi d'altri animali (*entozoi*), più raramente alla superficie dei loro tegumenti (*epizoi*), e si nutrono a spese del loro ospite; altri vivono liberamente nella terra umida, nel fango, altri infine, ed i più elevati per organizzazione, nell'acqua dolce o salata. Nessun verme è un vero animale terrestre, che possa vivere unicamente all'aria.

I. CLASSE. — Platelmini (Platyhelminthes). 1)

Vermi a corpo piatto più o meno allungato, munito di un ganglio cerebrale, armati spesso di ventose e di uncini, generalmente ermafroditi.

I vermi che compongono questa classe sono quelli la cui organizzazione è la più semplice. Sono per lo più entozoi, o vivono nella melma e nell'acqua sotto i sassi. Il loro corpo è più o meno appiattito e non anellato; può però essere diviso da strozzamenti trasversali in una serie di segmenti posti gli uni dopo gli altri, che, quantunque formino parte integrante di un animale unico, tendono ad individualizzarsi e spesso

(1) M. Schulze. Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien, Greifswald 1851. — L. Graff, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocœlida. Leipzig, 1882. — A. Lang, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel, Leipzig, 1884. — R. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. 2.^a ed. 1879-86.

anche possono separarsi e condurre vita indipendente. Questi segmenti sono prodotti d'accrescimento, in relazione essenzialmente con la riproduzione, e non indicano con la loro consociazione, come nel caso della segmentazione degli anellidi, un'organizzazione superiore. Il tubo digerente può mancare affatto (*cestodi*), oppure, se esiste, può essere privo d'ano (*trematodi*, *turbellari*). Il sistema nervoso è per lo più formato da un doppio ganglio che poggia sull'esofago, d'onde partono, in avanti e lateralmente alcuni filamenti nervosi, e due tronchi posteriori. Un gran numero di platodi hanno delle macchie oculari semplici, con o senza corpo rifrangente, più raramente una vescicola uditiva. I vasi sanguigni e gli organi respiratori non esistono che nei *nemertini*. Il sistema dei vasi acquiferi è sempre sviluppato. Gli organi maschili o femminili sono riuniti nello stesso individuo, salvo nei *microstomi* e nei *nemertini*. Le glandole femminili sono ordinariamente composte di un germigeno e di un vitellogeno distinti. Spessissimo lo sviluppo presenta una metamorfosi complicata, in relazione con la generazione alternante (eterogonia).

I. ORDINE. — Turbellari (Turbellaria) (1).

Vermi piatti non parassiti, ovali o fogliacei, a pelle molle, rivestita di ciglia vibratili, muniti di una bocca e di un tubo digerente senz'ano, di un ganglio cerebrale pari e di tronchi nervosi laterali.

I turbellari hanno ordinariamente una forma ovale, appiattita e sono di piccola mole. La presenza di ciglia vibratili su tutto il corpo è in rapporto col loro genere di vita nell'acqua dolce o salata, sotto i sassi, nel fango o anche nella terra umida. Eccezionalmente si osservano organi di fissazione, come piccoli uncini od organi analoghi a delle ventose. La pelle è formata da uno strato semplice di cellule o da uno strato finamente granuloso, disseminato di nuclei, che si adagia su una membrana stratificata e che è ricoperta da uno strato limitante omogeneo, paragonabile ad una cuticola con ciglia vibratili. Vi si trovano spesso dei corpuscoli fusiformi o bacilliformi, che, come i nematocisti dei celenterati, si formano entro cellule e servono probabilmente come

(1) Dugès, Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planaires. *Ann. des. sc. nat.*, Sér. I, Vol. XV. A. S. Oerstedt, Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Kopenhagen, 1844. De Quatrefages, Memoire sur quelques Planariées marines. *Ann. des. sc. nat.*, 1845. M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald, 1851. O. S. Jensen, Turbellaria ad litora Norvegiae occidentalia. Bergen, 1878. P. Hallez, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés. Lille, 1879. E. Selenka, Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Leipzig, 1881. L. Graff, Monographie der Turbellarien. Leipzig, 1882. A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig, 1882. A. Lang, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie des Nervensystems der Platyhelminthen. *Mittheil. der zool. Station Neapel*, Vol. I a III, 1879-1882. Id. Die Polycladen des Golfes von Neapel. Leipzig, 1884. Js. Ijima, Ueber Bau and Entwicklung der Süßwasserplanarien. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie* 1885.

mezzo di difesa. Nella maggior parte dei digonopori queste cellule stanno nell'epitelio, negli altri dendroceli e nei rabdoceli sono più a fondo, però stanno in connessione coll'epitelio per mezzo di sottili processi che si continuano coi bastoncini esterni.

L'epidermide contiene spesso dei pigmenti e delle glandule mucose piriformi. Bisogna anche notare la presenza di corpi contenenti clorofilla, per es. nel *Vortex viridis* (simbiosi). Sotto alla membrana basale su cui sta l'epidermide, si trova il derma composto, oltrechè di una sostanza connessiva formata di cellule rotonde, spesso ramificate, dell'involucro muscolo-cutaneo sviluppatissimo. Per lo più non esiste cavità generale fra la parete del corpo e il tubo digerente; in alcuni rabdoceli, però, essa è rappresentata da un sistema di lacune o da una cavità continua, tutt'intorno al canale intestinale (*nemertini*).

Il sistema nervoso è formato da due gangli riuniti da una commessura trasversale, che manda dei nervi all'innanzi e all'indietro, fra i quali si distinguono soprattutto due grossi tronchi laterali diretti all'indietro, due nervi dorsali e due ventrali (fig. 306). Esistono anche fra questi due nervi delle tenui anastomosi trasversali. In alcuni generi di planarie si dimostrò la presenza di una doppia commessura annulare (*Polycelis*) o di rigonfiamenti gangliari sui tronchi laterali, d'onde partono a raggi dei filamenti nervosi (*Spyrocephalus*, *Polycladus*). Nei rabdoceli il sistema nervoso è più semplice, con due soli filamenti longitudinali partenti dal cervello.

Fra gli organi dei sensi, gli occhi sono abbastanza diffusi, disposti a paia sui gangli cerebrali, e ad essi uniti con corti nervi. Più spesso esistono due occhi più grandi con corpi rifrangenti. I sacchi d'otoliti sembrano assai più rari; si trovano, per esempio, fra i *rabdoceli*, nei *monoceli*, in cui ne esiste uno solo adagiato sul ganglio. La pelle ha certamente una sensibilità tattile sviluppatissima e gli organi che la provocano sono lunghi peli o setole rigide che sporgono oltre le ciglia. Nei turbellari marini vi sono spesso al lato anteriore del corpo dei tentacoli considerati come organi tattili. Più raramente (*Microstomi*, *Prorhynchus*, *Bipalium*) vi sono due fossette ciliari laterali al lato anteriore del corpo, le quali si potrebbero considerare come organi specifici di senso (Vedi i *nemertini*).

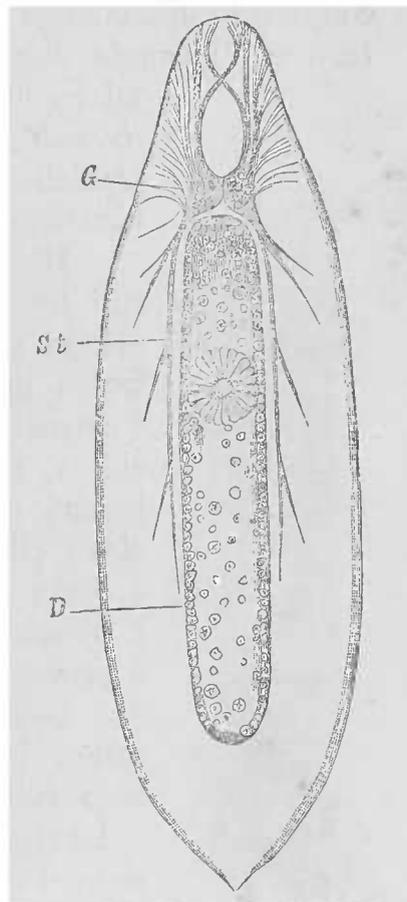


Fig. 306. — Apparecchio digerente e sistema nervoso del *Mesostomum Ehrenbergii* (secondo Graff). *G* I due gangli cerebrali con due macchie oculari; *St* Tronchi nervosi laterali, *D* Tubo digerente con la bocca e la faringe.

La bocca e l'apparato digerente non mancano mai. La prima è alle volte allontanata dall'estremità anteriore fino ad essere alla metà della faccia ventrale e anche più indietro. Tuttavia lo stomaco può in alcuni casi (*Convoluta*, *Schizoprora*) essere rappresentato da un parenchima molle formato da una massa centrale di cellule (*acoela*). La bocca conduce in una faringe muscolosa, ordinariamente protrattile come una tromba. Il canale digerente, spesso ciliato sulla sua faccia interna, è talora biforcuto, e allora è semplice o ramificato (*dendroceli*), talora diritto (*rabdoceli*). L'ano manca sempre. Qualche volta esiste una tromba protrattile senza comunicazione con la faringe (*Prostomum*).

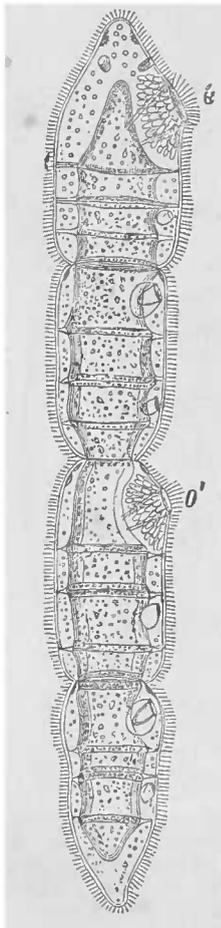


Fig. 307. — *Microstomum lineare* (da Graaff). Catena di individui prodotti per scissiparità, O, O' Bocche.

Il sistema acquifero si compone di due tronchi laterali trasparenti e di molte branche ramificate, le cui origini sono piccole clave ciliate chiuse, che portano di tratto in tratto dei ciuffi di peli sporgenti all'interno. I canaletti capillari decorrono principalmente nel parenchima, ma anche tra i muscoli, e sono costituiti da serie lineari di cellule forate. All'estremità cieca di ciascuna clava ciliata si trova una cellula escrettrice che chiude, e porta delle ciglia vibratili che si avanzano nel lume. I tronchi laterali sboccano nella metà anteriore del corpo, o presentano più orifici sul loro percorso (*dendroceli*).

Come nei celenterati, anche nei turbellari è assai estesa la facoltà di rigenerazione. Pezzi del corpo possono ridiventare animali completi.

La riproduzione di raro ha luogo asessualmente per scissione dopo precedente accrescimento in lunghezza, accompagnato da nuove formazioni corrispondenti, per esempio nei *derostomi* (*Catenula*) e nei *microstomi*. Nel *Microstomum lineare* appare alla parte posteriore del corpo, tra la pelle e l'intestino, un doppio setto trasversale, dietro il quale si formano dei nuovi organi, come un cervello, un anello faringeo ed una faringe. Più tardi il corpo si divide ad anelli in corrispondenza dei singoli setti e così pure si segmenta l'intestino. Prima che questi due animali si stacchino, il posteriore produce alla sua volta un terzo animale, finché si viene ad una catena di quattro individui.

Ripetendosi la segmentazione, il numero degli individui cresce fino ad otto o fino a sedici, e si ha così una vera colonia di vermi, di cui finalmente gli ultimi possono staccarsi (fig. 307).

Ad eccezione dei *microstomi*, i turbellari sono ermafroditi. Del resto nei turbellari la distinzione tra l'ermafroditismo e la separazione dei sessi non è affatto assoluta, poichè, secondo Metschnikoff, nel *Prostomum lineare* ora gli organi maschili sono sviluppati, mentre gli

gli organi femminili sono atrofizzati, ora ha luogo il contrario. Nell'*Acmostomum dioicum* i sessi sono separati. Nelle forme ermafrodite gli organi genitali maschili sono composti di testicoli, che costituiscono per lo più dei tubi pari, da ogni lato del corpo, o che sembrano dissociati in un gran numero di vescicole globulari o piriformi; inoltre di una vescicola seminale e di un organo copulatore, che può estroflettersi ed è munito di uncini; gli organi genitali femminili sono costituiti da un ovario, da vitellogeni, da un ricettacolo seminale, da una vagina e da un utero (fig. 308). L'organo copulatore e la vagina si aprono spesso all'esterno con un orifizio comune situato sulla faccia ventrale; nei policladi marini ciascuno ha un orifizio distinto. Il vitellogeno manca in alcuni rari casi nei rabdoceli (*Macrostomum*); nei dendroceli marini manca di regola. Dopo la fecondazione comincia a formarsi intorno all'uovo un guscio resistente per lo più di color rosso-bruno. In questo caso le uova deposte hanno un guscio duro; però fra i rabdoceli, gli *Schizostomum* per esempio e qualche *Mesostomum* (*M. Ehrenbergii*) hanno delle uova trasparenti circondate da involucri sottili e incolori, che si sviluppano nell'interno del corpo della madre. Secondo Schneider, la produzione delle uova a involucro sottile, o *uova estive*, precede sempre la formazione delle uova a guscio duro, o *uova invernali*, e le prime provengono normalmente da animali che si fecondano da sè.

In alcuni rari casi (*Alaurina composita*) l'apparecchio genitale ermafrodita presenta una segmentazione che ricorda quella dei *cestodi*.

I turbellari d'acqua dolce e anche molte forme marine presentano uno sviluppo diretto, e durante la prima età sono difficilmente distinguibili dagli infusori. Altri dendroceli marini, peraltro, subiscono delle metamorfosi.

Le uova dei turbellari vengono deposte chiuse in bozzoli o riunite in larghi nastri. L'uovo dei dendroceli marini, il cui sviluppo fu soprattutto studiato, subisce una segmentazione irregolare. Le piccole sfere di segmentazione del polo animale finiscono per circondare quasi completamente le grosse sfere inferiori; esse non lasciano che un piccolo orifizio che corrisponde alla bocca definitiva. Le prime formano l'ec-

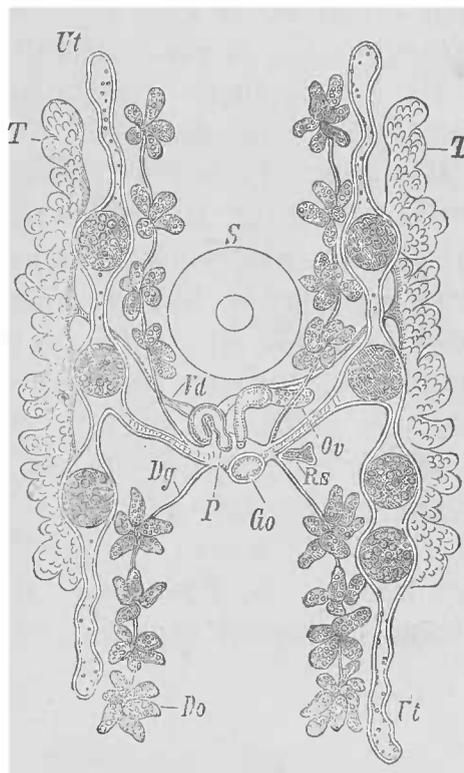


Fig. 308. — Apparecchio genitale del *Mesostomum Ehrenbergii* (combinato da Graaffe e Schneider). *S* Faringe, *Go* Orifizio genitale, *Ov* Ovario, *Ut* Utero con uova invernali, *Do* Vitellogeni, *Dg* Condotto del vitello, *T* Testicolo, *Vd* Vaso deferente, *P* Pene, *Rs* Ricettacolo del seme.

toderma da cui proviene anche la faringe ed il cervello, le altre formano l'endoderma che dà luogo all'intestino medio. Il mesoderma si sviluppa presto; il suo abbozzo è rappresentato da quattro cellule che producono quattro fasce, riunite più tardi in uno strato continuo.

Le larve sono notevoli per la presenza di sei lobi digitiformi (fig. 309).

1. Sottordine. *Rabdoceli* (*Rhabdoceola*). Corpo rotondo più o meno appiattito, tubo digerente diritto, raramente con estroflessioni sacciformi.

I turbellari rabdoceli sono le forme più piccole e di organizzazione più semplice. Il loro apparecchio digerente è tubulare e diritto, talora però munito di rami laterali. La posizione della bocca è variabilissima ed è il principale carattere per distinguere le famiglie. Talora delle glandole salivari sboccano nella faringe. Le ricerche di Ulianin, confermate poi in parecchie riprese, hanno mostrato che il canale digerente può mancare in certe forme (*Acœla*), e che esso è sostituito da una massa centrale composta di cellule contenenti numerosi vacuoli e goccioline di grasso (*Convoluta*, *Schizoprora*). I rabdoceli si nutrono di liquidi organici, di pic-

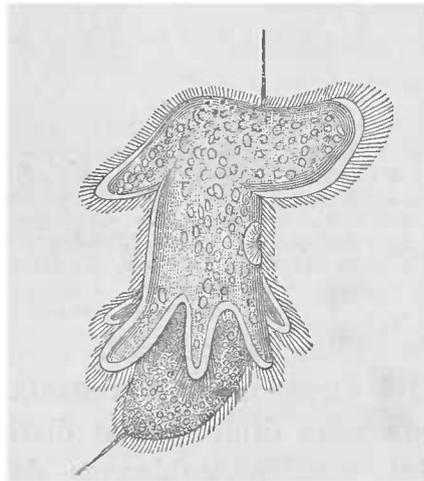


Fig. 309. — Larva di *Eurylepta auriculata* (da Hallez).

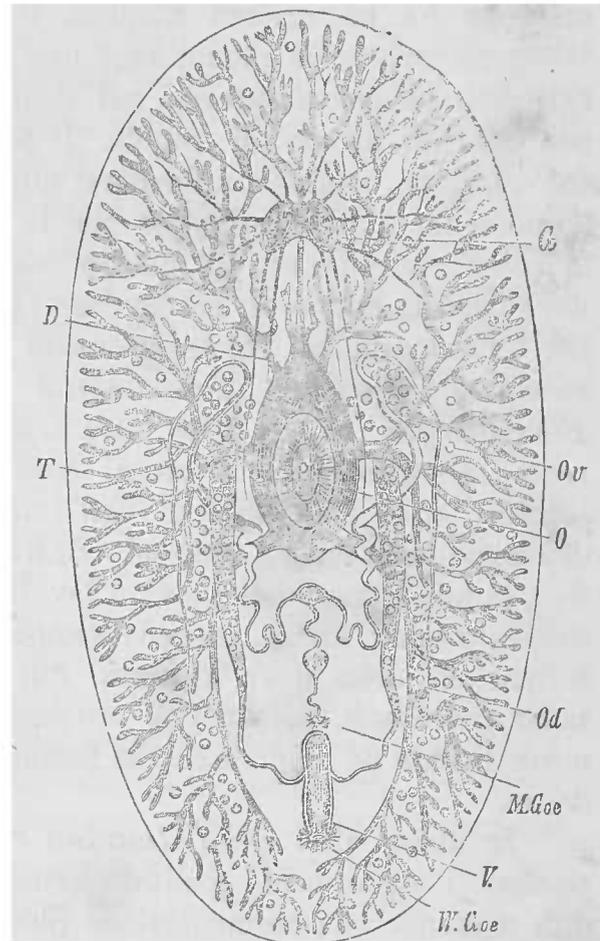


Fig. 310. — Anatomia della *Polycelis* (*Leptoplana*) *pallida* (da Quatrefares). G Ganglio cerebroide coi nervi che ne partono, O Bocca, D Ramificazioni intestinali, Ov Uova, Od Ovidotto, V Vagina, W Goe Orificio genitale femminile, T Canale deferente, M Goe Orificio genitale maschile.

coli vermi, di larve di entomotracci e di insetti, ch'essi avvolgono in una secrezione cutanea filamentosa cosparsa di bastoncini. La maggior parte abitano in acqua dolce; solo alcuni sono marini o terrestri (*Geocentrophora sphyrocephala*).

Fam. *Opisthomidae*. La bocca, situata all'estremità posteriore del corpo, conduce in una faringe tubulare che può estroflettersi come una tromba. *Monocelis agilis* M. Sch. *Opisthomum pallidum* O. S.

Fam. *Derostomidae*. Bocca un po' più indietro dal margine anteriore. Faringe in forma di botte. *Derostomum Schmidtianum* M. Sch. *Vortex viridis* M. Sch., *Catenula lemnae* Dug.

Fam. *Mesostomidae*. Bocca quasi a metà del corpo. Faringe in forma di anello cilindrico o simile ad una ventosa. *Mesostomum Ehrenbergii* Oerst. (fig. 306). *Schizostomum productum* O. S. *Macrostomum* Oerst. Senza vitellogeno.

Fam. *Convolutidae* (*Acoela*). Senza tubo digerente. Germigeno e vitellogeni non separati. *Convoluta* Oerst. *C. paradoxa* Oerst. Mare del Nord e Baltico. *Schizoprora* O. S.

Fam. *Prostomidae*. La bocca, situata sulla faccia ventrale, conduce in una faringe muscolare. All'estremità anteriore è situata una tromba tattile, munita di papille, esertile. *Prostomum* Oerst (*Gyrator* Ehrbg.), *P. lineare* Oerst. Un pene aghiforme all'estremità posteriore; incompletamente ermafrodita; frequente nell'acqua dolce. *Pr. helgolandicum* Kef., completamente ermafrodita. *Alaurina composita* Metschn. con quattro anelli.

Fam. *Microstomidae*. Rabdoceli a sessi separati, la cui bocca, piccola, ma estensibile, è situata presso all'estremità anteriore del corpo. Fossetta ciliata all'estremità anteriore del corpo. Scissiparità trasversale frequente. *Microstomum lineare* Oerst. (fig. 307).

2. Sottordine. *Dendroceli* (*Dendrocœla*). Corpo largo e piatto a margini laterali spesso pieghettati e ad estremità anteriore con appendici tentacoli-formi. Tubo digerente ramificato.

Dal loro aspetto esterno i dendroceli, in generale marini, ma viventi anche in acqua dolce e sulla terra ferma, si avvicinano ai trematodi. Le loro grandi specie presentano come questi un gran tubo diritto o triforcato, sempre ramificato (fig. 310). Paragonati ai rabdoceli, si distinguono da essi per la grossezza del centro nervoso bilobo e degli occhi, il cui numero è variabile. Serie di papille, appendici tentacoli-formi situate sulla parte anteriore del corpo, funzionano come organi di tatto. La bocca è per lo più situata a metà del corpo e conduce in una larga faringe protrattile. La pelle contiene spesso delle glandule, la cui secrezione, in certe planarie terrestri (*Bipalium*, *Rhynchodesmus*) seccandosi, costituisce una specie di tessuto.

Gli organi sessuali maschili e femminili sono quasi sempre riuniti sullo stesso individuo. Le forme d'acqua dolce hanno un orificio genitale comune (*monogonopora*), mentre nelle forme marine gli orifici sessuali sono di regola separati (*digonopora*). Qui non esiste vitellogeno distinto. Lo sviluppo presenta in alcune forme marine una metamorfosi; nelle planarie d'acqua dolce lo sviluppo è diretto.

I. *Monogonopora* Stimps. (*Tricladi*) Dendroceli a orificio sessuale semplice. A questo gruppo appartengono principalmente le planarie terrestri e d'acqua dolce.

Fam. *Planariadae*. Corpo ovale, allungato ed appiattito, spesso con delle appendici in forma di lobi, raramente dei tentacoli. In generale due occhi contenenti ciascuno un cristallino. *Planaria* O. Fr. Müller. Mancano i tentacoli. *Pl. torva* M. Sch. (divisa da

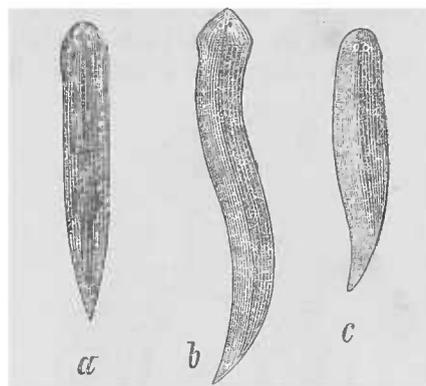


Fig. 311. — *Planaria polychroa* (a), *P. lugubris* (b), *P. torva* (c) ingrandite circa tre volte (da O. Schmidt).

O. Schmidt in tre specie, *lugubris*, *polychroa* e *torva* (fig. 311). *Pl. dioica* Clap., a sessi separati. *Dendrocoelum* Oerst. Si distingue per la presenza di appendici lobate sulla regione cefalica e per il suo organo copulatore situato in una guaina particolare. *D. lacteum* Oerst. *Polycelis* Hembr. Ehrbg. Molti occhi marginali. *P. nigra*, *brunnea* O. Fr. Müller. *Gunda segmentata* Lang, marina.

Fam. *Geoplanidae* (1). Planarie terrestri a corpo allungato ed appiattito, notevoli per la presenza di una fascia pedale. *Geoplana lapidicola* Stimps. *Rhynchodesmus terrestris* Gm. (*Fasciola terrestris* O. Fr. Müller). Europa. *Geodesmus bilineatus* Metschn. Filamenti orticanti nella pelle. Nella torba. *Polycladus* Blanch. Anofalmo. *P. maculatus* Darw.

II. *Digonopora (Polycladi)*. Dendroceli con molte glandule sessuali, senza vitellogeno, a orificio sessuale doppio, quasi tutti marini. La tromba è spesso più volte ripiegata in una tasca particolare; essa può essere proiettata all'esterno ed è allora larga ed appiattita (fig. 310).

Fam. *Stylochidae*. Corpo piatto, abbastanza grosso, con due corti tentacoli alla regione cefalica e per lo più molti occhi sui tentacoli o sulla testa. Orifici genitali posteriori. *Stylochus maculatus* Quatr.

Fam. *Leptoplanidae*. Corpo largo e piatto per lo più sottile. Regione cefalica non distinta; mancano i tentacoli. Occhi più o meno numerosi. Bocca ordinariamente situata innanzi alla metà del corpo, orifici genitali posteriormente. *Leptoplana tremellaris* O. Fr. Müll. Mediterraneo.

Fam. *Euryleptidae*. Corpo largo, liscio o con papilla. Al margine anteriore della testa due lobi tentacolari. Bocca situata innanzi alla metà del corpo. Molti occhi vicini al margine anteriore. *Thysanozoon Diesingii* Gr. Mediterraneo. *Eurylepta auriculata* O. Fr. Müll., Mare del Nord.

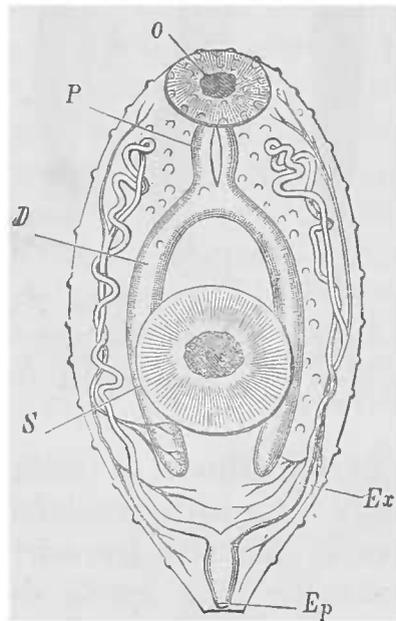


Fig. 312. — Giovane *Distomum* (da La Vallette). *Ex* Tronchi del sistema acquifero, *Ep* Poro escretore, *O* Bocca a metà della ventosa orale, *S* Ventosa addominale, *P* Faringe, *D* Ramo del tubo digerente.

II. ORDINE. — Trematodi (Trematodes) (2).

Vermi piatti parassiti, a corpo non anellato, per lo più foliaceo, raramente cilindrico, con bocca, e tubo digerente biforcuto, senz'ano. Spesso un organo ventrale di fissazione.

(1) Oltre ad M. Schultze, Stimpson, Metschnikoff, Grube, ecc., vedi H. N. Moseley. Notes on the structure of several forms of land Planarians, ecc. *Journal of microsc. Science*, vol. XVII.

(2) A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Kenntniss der wirbellosen Thiere. Berlin, 1832. C. G. Carus, Beobachtung über Leucochloridium paradoxum, ecc. *Nov. Act.*, Vol. XVII. 1835. De Filippi, Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. 1, 2, 3. Turin, 1854—1857. J. J. Moulinié, De la reproduction chez les Trématodes endo-parasites. Genève, 1856. De la Valette St. George, Symbolae ad Trematodum evolutionis historiam. Berlin, 1855. A. Pagenstecher, Trematodenlarven und Trematoden. Heidelberg, 1857. G. Wagener. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer, Haarlem, 1857. Idem, Ueber Gyrodoctylus elegans *Müller's Archiv*, 1860. Van Beneden, Mémoire sur les vers intestinaux. Paris, 1851. Van Beneden e Hesse, Recherches sur les Bdelloïdes ou Hirudinées et les Trématodes marins, 1863. R. Leuckart, Die menschlichen Parasiten, I. Bd., 1863. E. Zeller, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau von *Polystoma integerrimum*. Idem, Untersuchungen

I trematodi derivano assai probabilmente dai turbellari, con cui hanno una grande affinità per la forma del corpo e per l'organizzazione. Per il genere di vita parassita che conducono, si sono sviluppati degli organi di fissazione sotto forma di uncini e di ventose, in modo che il rivestimento ciliare si è conservato solo nel periodo larvale.

Il corpo è coperto da una cuticola, sotto cui sta uno strato di cellule sotto-cuticolari. Assai sviluppate sono le glandule dermiche, le quali non mancano neppure alle forme giovanili (cercarie), e servono allora spesso alla formazione di una cisti dura.

La bocca è sempre situata all'estremità anteriore del corpo, ordinariamente in fondo ad una piccola ventosa (fig. 312). Essa conduce nella faringe muscolosa, poi nell'esofago più o meno allungato, che si continua con un canale digerente biforcuto, spesso ramificato e terminato a fondo cieco. Il sistema escretore consiste in una rete di finissimi vasi che presentano alla loro origine nei tessuti un piccolo rigonfiamento ciliato, e

in due grossi tronchi laterali che sboccano all'estremità posteriore del corpo in una vescicola contrattile comune. Il suo contenuto è un liquido

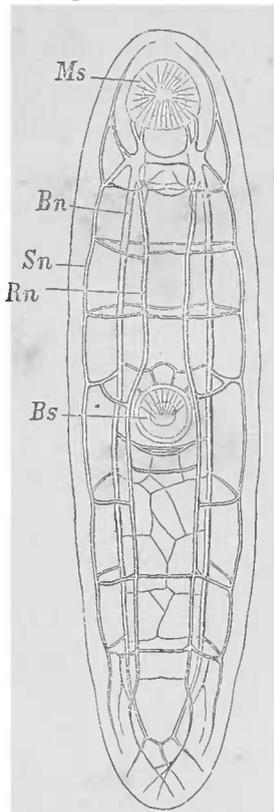


Fig. 313. — Sistema nervoso del *Distomum isostomum* (da A. Gaffron). *Ms* Ventosa orale, *Bs* Ventosa addominale, *Sn* Nervo laterale, *Rn* Nervo dorsale, *Bn* Nervo ventrale.

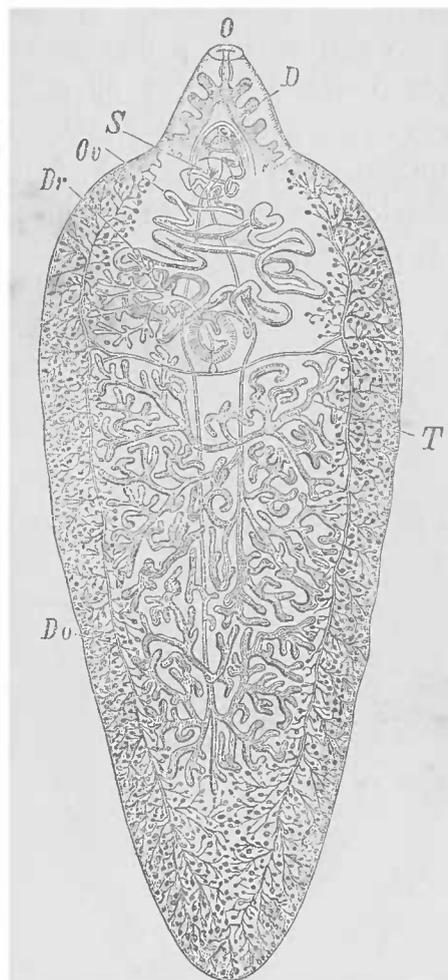


Fig. 314. — *Distomum hepaticum* ingrandito con la lente (da Sommer). *O* Apertura boccale, *D* Ramo del tubo digerente, *S* Ventosa addominale, *T* Testicolo, *Do* Vitellogeni, *Ov* Ovidotto, *Dr* Ovario.

über die Entwicklung von *Diplozoum paradoxum*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol XXII, 1872. Idem, Ueber *Leucochloridium paradoxum* und die weitere Entwicklung seiner Distomumbrut. *Ibidem*, Vol. XXIV. Idem, Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomeen. *Ibidem*, Vol. XXVII, 1876. G. Ercolani, Nuove ricerche sulla storia genetica dei trematodi. *Acad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, Mem. I, 1881; Mem. II, 1882. Hugo Schauinsland, Beitrag zur Kenntniss der embryonalen Entwicklung der Trematoden. *Jen. naturw. Zeitschr.*, Vol. XVI. 1883. E. Gaffron, Zum Nervensystem der Trematoden. *Zool. Beiträge von A. Schneider*, Vol. I, 1884. A. Heckert, Untersuchungen über die Entwicklungs- und Lebensgeschichte des *Distomum makrostomum*. *Bibliotheca zoologica* Heft 4. Cassel, 1889. M. Braun. Wünnner in *Bronn's Kalss. u. Ordn. d. Thierreich*. 1890. V. inoltre le numerose e recenti memorie del Parona e del Monticelli

acquoso con concrezioni granulose, un prodotto d'escrezione probabilmente analogo all'urina degli animali superiori.

Il sistema nervoso si compone di un doppio ganglio, situato sull'esofago, d'onde partono, oltre parecchi nervettini, due grossi tronchi diretti all'indietro (fig. 313). Questi appartengono al lato ventrale e sono riuniti da anastomosi trasversali con due nervi longitudinali dorsali molto più sottili, e due nervi longitudinali laterali. Esistono talora *macchie oculari* munite di corpi rifrangenti nelle larve in via di emigrare e nei *monogenetici*. Gli organi che servono alla locomozione sono rappresentati, oltrechè dall'involucro muscolo-cutaneo, da organi di fissazione, come delle ventose e degli uncini, di cui il numero, la forma e la disposizione offrono delle modificazioni variate. In generale la gran-

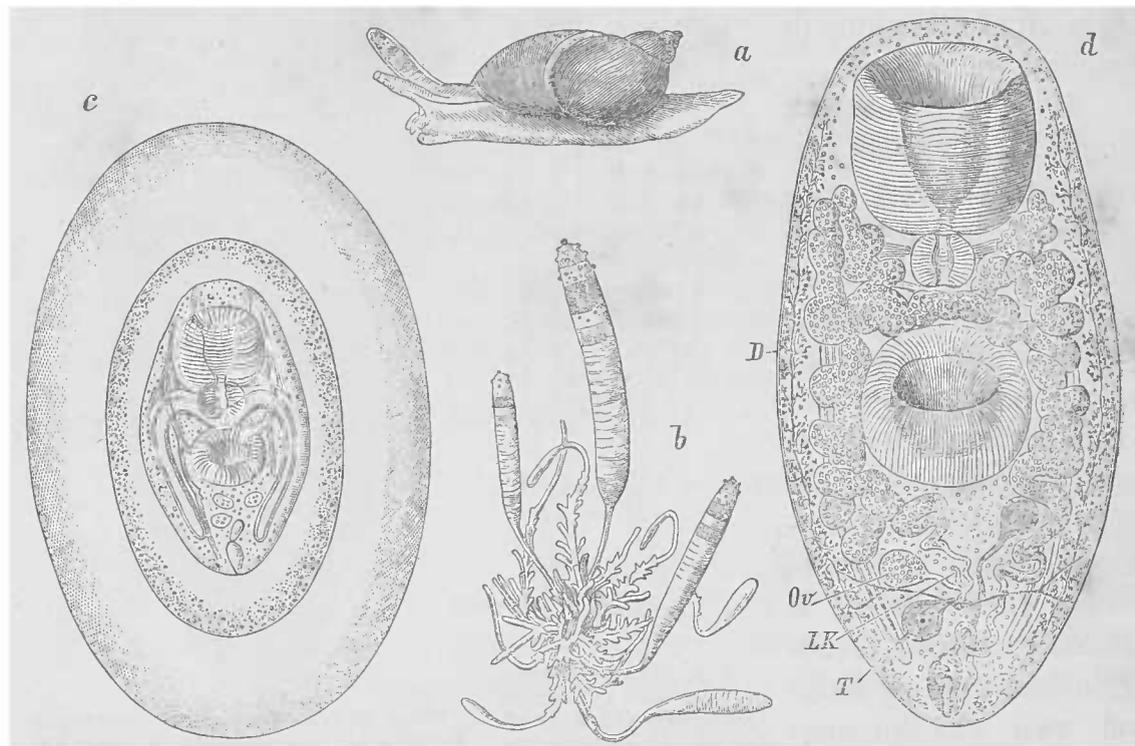


Fig. 315. — Sviluppo del *Distomum macrostomum*, da Heckert. *a* *Succinea amphibia* coi tubi maturi di un *Leucochloridium* nel tentacolo destro, *b* *Leucochloridium paradoxum* isolato, *c* Larva matura acaudata con doppio involucro, *d* Distoma sessuato. I vitellogeni *D* stanno lateralmente tra l'intestino e la parete del corpo; i testicoli *T* e l'ovario *Ov*, e gli sbocchi degli ovidotti stanno posteriormente, *Lk* Canale di Laurer.

dezza e lo sviluppo di questi organi corrispondono al genere di vita, al modo di parassitismo interno o esterno. I trematodi, che vivono nell'interno del corpo degli animali, possiedono degli uncini meno sviluppati, e in generale, di fianco alla ventosa ovale, una seconda grossa ventosa sulla faccia ventrale, ora vicino alla bocca (*Distomum*), ora all'estremità posteriore del corpo (*Amphistomum*). Questa grossa ventosa però può anche mancare (*Monostomum*). I *polistomi* ectoparassiti si distinguono per un armatura molto più potente, poichè possiedono, oltre a due piccole ventose ai lati della bocca, una o più grosse ventose all'estremità posteriore del corpo, che possono essere

rinforzate da bastoncini di chitina. Infine esistono spesso degli uncini chitinosi, particolarmente due abbastanza considerevoli sulla linea mediana, fra le ventose posteriori (fig. 322).

I trematodi sono per lo più ermafroditi. Ordinariamente i due orifici genitali maschile e femminile sono situati sulla faccia ventrale, non lungi dalla linea mediana, l'uno di fianco o dietro all'altro e abbastanza vicino all'estremità anteriore. All'orificio maschile segue la tasca del cirro, sacco che circonda la porzione terminale protrattile (cirro) del canale deferente. Questo si divide in due rami che vanno a due grossi testicoli semplici o lobati. Gli organi femminili sono composti di un utero molto sinuoso e di glandule che secernono le diverse parti dell'uovo, divisi in un ovario e due vitellogeni, a cui talora si aggiunge una glandula del guscio. L'ovario (germigeno) produce le uova primordiali, e costituisce un corpo rotondo, situato in generale avanti ai testicoli; i vitellogeni sono tubi ramificati che occupano le parti laterali del corpo

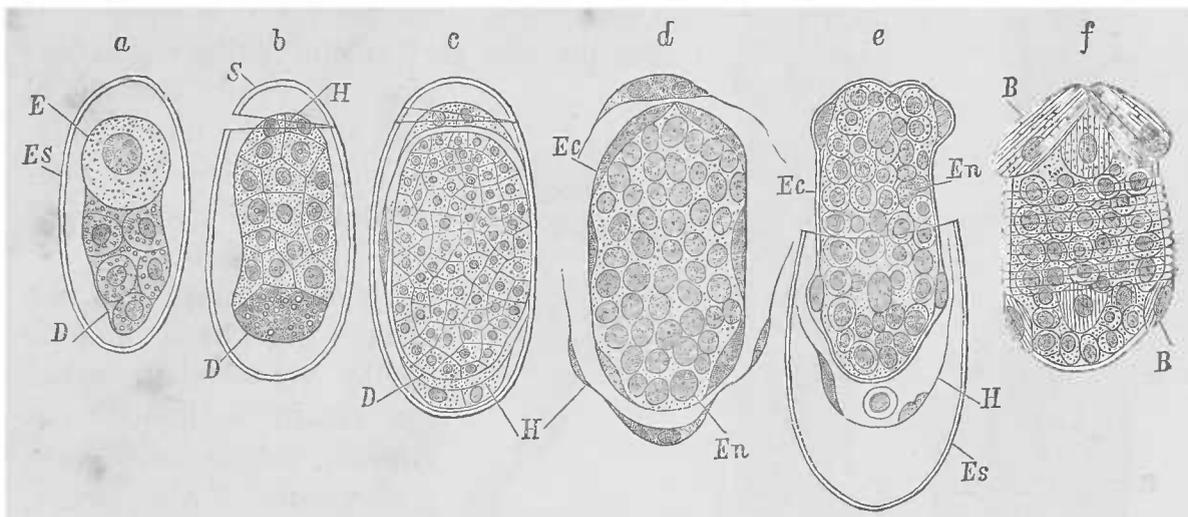


Fig. 316. — Sviluppo embrionale del *Distomum tereticolle* (da H. Schauinsland). *a* Uovo indurito in acido picrosolforico, *Es* Guscio, *E* Cellula-ovo, *D* Cellule del tuorlo; *b* Tuorlo in gran parte racchiuso da cellule embrionali, fra cui si distinguono al polo superiore, entro a un opercolo *S*, due cellule di copertura *H*. *c*. Stadio susseguente, in cui la membrana di copertura *H* circonda un mucchio di cellule embrionali; il tuorlo *D* è quasi tutto racchiuso. *d* Formazione dell'ectoblasto *Ec*, i cui grossi nuclei si distinguono da quelli dell'endoblasto *En*. *e* L'ectoblasto consta solo di 8 cellule di cui si vedono i tondi nuclei, *f* Embrione maturo sgusciato, *B* Piastre a setole, coi loro nuclei.

e secernono la sostanza vitellina (fig. 314 e 315). Questa trova, nella parte iniziale dell'utero, designata sotto il nome di ootipo, le cui pareti rappresentano la glandula del guscio, le uova primordiali, e circonda ciascuno di essi in quantità più o meno grande. Le uova così costituite sono circondate più tardi da un guscio resistente, derivante dalla secrezione della glandula del guscio. Un canale copulatore particolare, che si apre all'esterno, sul dorso (canale di Laurer), e per cui passa lo sperma, giunge pure all'ootipo, dove ha luogo la fecondazione dell'uovo. Le uova si ammonticchiano spesso in masse considerevoli in tutta l'estensione dell'utero e vi subiscono le fasi dello sviluppo embrionale. Per la maggior parte, i trematodi sono ovipari; solo in piccolo numero sono vivipari.

I piccoli, una volta sgusciati, hanno la forma e l'organizzazione degli individui adulti (la maggior parte dei *polistomi*), oppure presentano i fenomeni della generazione alternante, o dell'eterogonia, collegati a delle metamorfosi complicate (*distomi*). Nel primo caso le uova hanno una grossezza relativamente considerevole e sono fissate nel mezzo abitato dall'individuo che le ha prodotte; nel secondo caso, le uova, molto più piccole, vengono deposte in mezzi umidi, generalmente nell'acqua.

Questo processo di segmentazione (fig. 316), già seguito da Schaudinsland in parecchie uova di distoma, riguarda solo l'ovocellula primaria, ed è totale irregolare. Il tuorlo di nutrizione, che è composto di grandi cellule rotonde del vitellogeno, rimane indiviso e viene assorbito durante lo sviluppo. L'ovocellula che si segmenta sta rivolta verso quel polo del guscio, in cui v'è l'opercolo, e ove poi si forma la parte cefalica dell'embrione. Dal mucchio compatto di cellule che si formano nella segmentazione, si rende distinta al polo superiore una cellula, le cui derivate (per segmentazione) finiscono per circondare l'embrione di una veste membranosa, che rimane nel guscio quando quello viene all'esterno. Lo strato cellulare periferico, solo in parte rappresentante l'ectoplasma, produce o una membrana ciliata o un epitelio piatto con cuticola anista e setole chitinose (*D. tereticolle*).

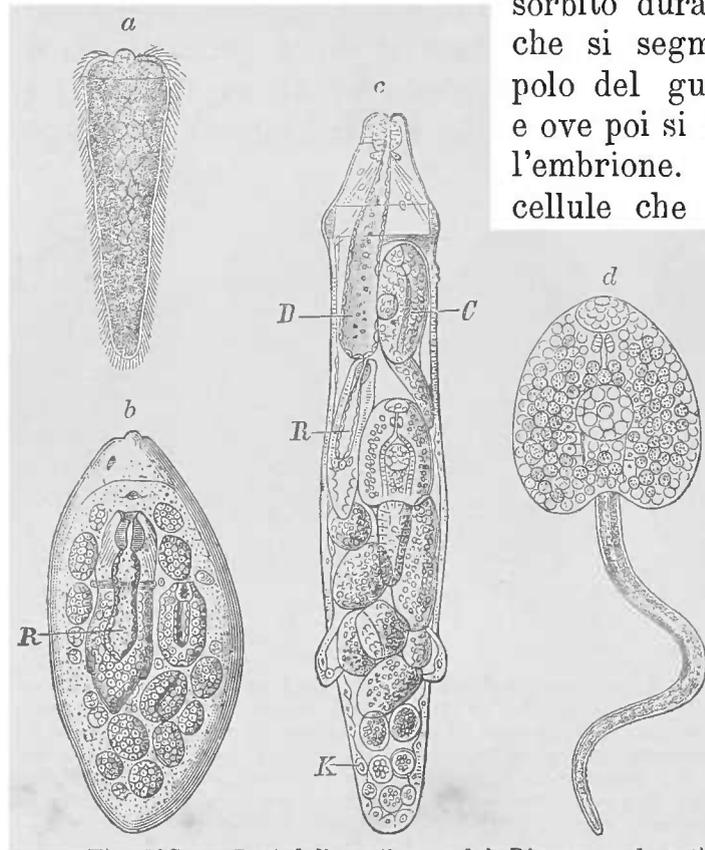


Fig. 317. — Fasi dello sviluppo dei *Distomum hepaticum*. — *a* Embrione ciliato, libero — *b* Sporocisti con redie *R* (da R. Leuckart). — *c* Redia, *D* Tubo digerente, *C* Cercarie, *R* Redia, *K* Corpi germinativi. — *d* Cercaria di *Distomum hepaticum* (da Thomas).

L'ammasso delle cellule racchiuse si cambia in modo, che le cellule periferiche si appiattiscono, e si dispongono a modo di epitelio all'interna parte dell'ectoblasto, altre si ordinano al lato cefalico, costituendo l'abbozzo dell'intestino, e la maggior parte, invariata, costituisce le cosiddette cellule germinali (cellule di segmentazione, rimaste indifferenti, e contenenti il plasma germinativo, *Keimplasma* (1)). È singolare la precoce perdita (spesso prima della nascita del piccolo o dopo l'immigrazione) dell'epi-

(1) È superfluo avvertire che una simile interpretazione è puramente ipotetica e provvisoria, dietro i concetti di Weismann.

telio ectodermico piatto o ciliare, come ha luogo anche la sparizione dell'epitelio ciliare nella larva ciliata del botriocéfalo, dopo l'immigrazione nell'ospite intermedio. Finito lo sviluppo, gli embrioni contrattili, e spesso ciliati, escono (fig. 317 e 319), avendo già un abbozzo del sistema acquifero, più raramente una ventosa con apertura boccale e tubo intestinale, e cercano emigrare in un nuovo animale. Vi è però anche una migrazione passiva per mezzo del nutrimento, e ciò ha luogo specialmente in quei casi in cui, invece d'un rivestimento ciliare, la pelle dell'embrione è coperta da un rivestimento chitinoso (*Distomum tereticolle*, *Leucochloridium*). Generalmente l'ospite è un mollusco acquatico, in cui gli embrioni si trasformano in sacchi germinativi semplici o ramificati, *Sporocisti*, senza bocca e intestino, o in *Redie*, con bocca e intestino.

Questi sacchi producono (per mezzo dei così detti *grani germinativi*, che probabilmente corrispondono alle uova primordiali dell'abbozzo dell'ovario (1)) le *cercarie*, oppure una nuova generazione di sacchi germinativi, d'onde queste poi provengono. Le *cercarie* poi non sono altro che larve di distomi che spesso non giungono nel mezzo in cui si trasformano in individui sessuati, che dopo una doppia emigrazione attiva e passiva. Munite di un apparecchio caudale molto mobile, spesso di un aculeo cefalico, e talora di occhi, esse offrono nel resto della loro organizzazione le più grandi somiglianze coi distomi adulti, salvo che mancano di organi genitali. Sotto questa forma abbandonano il corpo della loro nutrice, come pure l'ospite che le alberga, e si muovono liberamente nell'acqua, ora nuotando, ora strisciando. Esse vi trovano tosto un nuovo animale acquatico (mollusco, verme, larva d'insetto, crostaceo, pesce, batraccio), nel quale penetrano aiutati dai movimenti energici della loro appendice caudale, e, dopo aver perduto questa, si

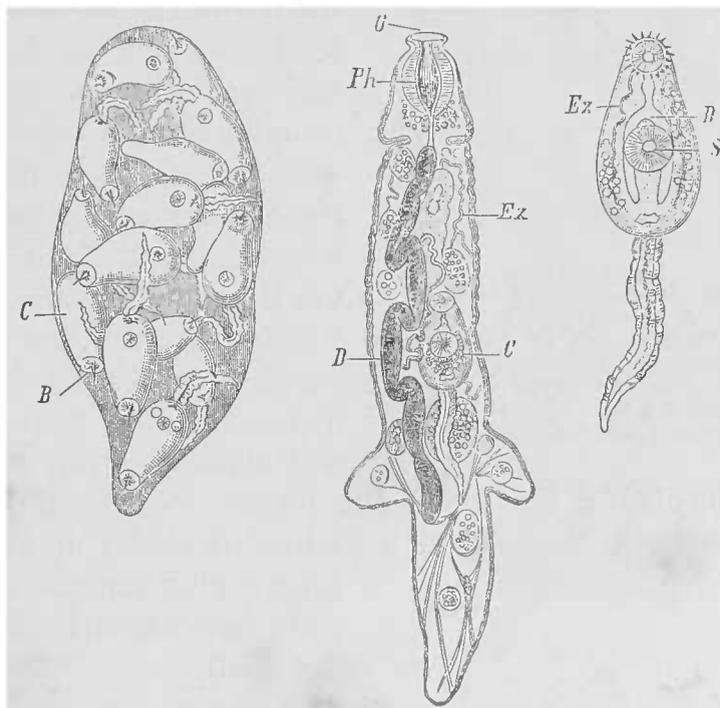


Fig. 318. — a Sporocisti piena di cercarie, proveniente da un embrione di *Distomum*. C Cercaria, B Aculeo di una cercaria. — b Redia, O Bocca, Ph Faringe, D Tubo digerente, Ex Organo escretore, C Cercarie. — c Cercaria libera, S Ventosa, D Tubo digerente, Ex Organo escretore.

(1) Però nello sviluppo del *Distoma* non abbiamo una generazione alternante, ma una eterogonia unita a pedogenesi (C. Grobben).

incistano. Le cercarie che derivano da un mollusco si diffondono anche su animali diversi, e la cercaria munita di coda si trasforma in un giovane distoma incistato e ancora mancante di organi genitali, che sarà trasportato passivamente con la carne del suo ospite nello stomaco di un altro animale, e che, di là, liberato dalla sua cisti, arriverà nell'organo (intestino, vescica urinaria, ecc.) dove finisce il suo sviluppo e diventa sessuato. Esso ha dunque, in generale, tre ospiti diversi, i cui

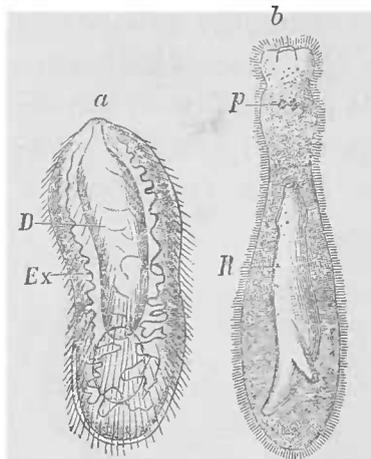


Fig. 319. — *a* Embrione del *Diplo-discus* (*Amphistomum subclavatus*) (da G. Wagener). *D* Tubo digerente, *Ex* Apparecchio acquifero. — *b* Embrione del *Monostomum mutabile*, *P* Macchie oculari, *R* Redia (da Siebold).

organi albergano le diverse fasi evolutive dei distomi (sacco germinativo, forma incistata, individuo sessuato). Il passaggio dall'uno all'altro di questi ospiti ha luogo tanto per migrazioni attive (embrioni, cercarie), quanto per trasporto passivo (forma incistata). Peraltro possono prodursi in certi casi delle modificazioni nel processo generale dello sviluppo, delle complicazioni, o anche delle semplificazioni. In quest'ultimo caso non ha luogo la immigrazione nel secondo ospite, e la cercaria libera raggiunge attivamente o passivamente la sede in cui si può sviluppare, come animale sessuato, attivamente mercè una migrazione autonoma (*cercaria macrocerca* del *Distomum cygnoides*), o passivamente mercè l'introduzione col mezzo dell'alimento (*Leucochloridium* nella *Succinia*

amphibia, larva del *Distomum holostomum* o *Monostomum* dei passeracei). Nè solo si sopprime lo stadio di incistamento, ma può mancare completamente anche la formazione della coda delle cercarie (larve del *Leucochloridium*, fig. 316).



Fig. 320. — *Distomum Rathouisi* Poir, identico col *D. crassum* Busk (da R. Leuckart).

Spesso invece avvengono svariate complicazioni, poichè si sviluppano delle redie dalle sporocisti e delle cercarie dalle redie (*cercaria cystophora* nel *Planorbis marginatus*, G. Wagener). Oppure dai così detti granuli germinali delle redie nascono non già delle cercarie, ma una seconda generazione di redie che poi producono le cercarie. Tal modo di sviluppo ha luogo nel *Distoma hepaticum*, ma anche qui può avvenire una semplificazione, inquantochè le cercarie libere non hanno bisogno di un nuovo ospite intermedio, ma si

incistano sulle piante e vengono introdotte con esse nell'ospite definitivo.

L'embrione può anche produrre una redia senza bisogno di sporocisti, e queste immigrano in un mollusco come parassiti costante (*Mo-*

nostum mutabile e *M. flavum*, fig. 319, b). Più tardi giovani distomi, che non possono raggiungere la maturità sessuale nel loro ospite, escono dalla capsula ed emigrano, andando a finire nel cristallino o nel corpo vitreo dell'occhio dei vertebrati o nel tessuto gelatinoso dei celenterati. Per converso si trovarono delle forme incistate sessualmente mature e producenti uova (*Gasterostomum gracilescens* nelle cisti dell'*Asellus*, e *Distomum agamus* dei gammarini).

Le sporocisti (per esempio della *Cercaria minuta*) e anche le redie (per es. della *Cercaria fulvo-punctata*) possono anche riprodursi per divisione, e così la coda delle cercarie può foggarsi a sporocisti, la quale, rompendosi, dà uscita alle larve. Già Pagenstecher considerò probabile tale fatto nella *Cercaria bucephala* o *Bucephalus polymorphus* e nel *D. duplicatum* dell'*Anodonta*. Lo stesso stabilì Ercolani per la *C. cristata* La Val. del *Limnaeus auricularis*, per la *C. macrocerca* De Filippi, *C. cucumerina* e per il *Bucephalus*. Da ciò appare che l'appendice caudale della cercaria può avere il significato di una parte del corpo produttore larve e fa pensare alla formazione delle proglottidi dei cestodi diventata normale e di cui già si trovano cenni nei trematodi.

Parecchie forme sembrano avere una grande attitudine all'adattamento a diverse condizioni di esistenza, cosicchè possono penetrare nell'organismo di diversi ospiti. La forma sessuata che si sviluppa dalla cercaria echinata della *Paludina vivipara*, raggiunge la sua dimora definitiva come *Distomum echinatum*, nell'intestino dell'anitra e degli uccelli acquatici, ma può trovarsi anche in quello del cane e dei topi.

1. Sottordine *Distomi* (*Distomeae*). Trematodi muniti di due ventose al più, senza uncini, che si sviluppano per generazione alternante (eterogonia).

Le larve e le nutrici vivono principalmente nei molluschi, gli individui sessuati nel canale digerente dei vertebrati. La separazione dei sessi è completa nella *Bilharzia haematobia*, che vive nelle vene dell'uomo (fig. 321). Alcune specie dei generi *Distomum* e *Monostomum* presentano un dimorfismo sessuale, sviluppandosi l'apparecchio genitale maschile esclusivamente in certi individui, l'apparecchio genitale femminile in certi altri. L'abbozzo dell'organo sessuale che non funziona subisce un'atrofia più o meno profonda. Queste specie di distomi sono morfologicamente ermafrodite, ma in realtà hanno gli organi genitali separati.

Sfortunatamente la biologia completa e la storia dello sviluppo non

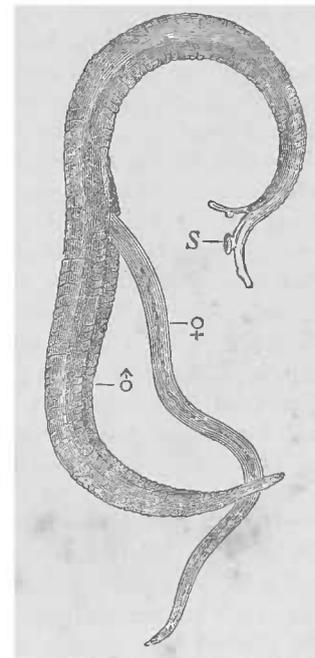


Fig. 321. — *Gynaecophorus haematobius*. Il maschio porta la femmina nel canale ginecoforo S Ventosa addominale.

sono abbastanza conosciute che per un piccolo numero di specie, di cui si sono potute seguire tutte le fasi evolutive.

Fam. *Monostomidae*. Corpo ovale allungato, più o meno arrotondato, con una sola ventosa sulla bocca e intorno alla bocca. *Monostomum* Zeder. Ventosa intorno alla bocca, faringe potente. Orifici genitali poco lontani dall'estremità anteriore. *M. mutabile* Zeder. Nella cavità viscerale, nell'occhio e nell'intestino di parecchi uccelli acquatici; viviparo. *M. flavum* Mehlis. Nell'esofago e nella cavità toracica degli uccelli acquatici; proviene dalla *Cercaria ephemera* dei planorbi. *M. lentis* v. Nordm, forma giovane asessuata nel cristallino dell'uomo. *M. (Didymozoon) bipartitum* Wedl, appaiato in cisti, uno degli individui circondato dalla parte posteriore dell'altro. Branchie del tonno. *Holostomum* Nitsch. *Hemistomum* Dies.

Fam. *Distomidae*. Corpo lanceolato, spesso allargato, più raramente allungato e rotondo; una grande ventosa ventrale. Avanti a questa i due orifici genitali, ordinariamente vicinissimi l'uno all'altro. *Distomum* Retz. Ventosa ventrale vicina alla anteriore. *D. hepaticum* L. (fig. 314). Estremità anteriore conica; molte spine sulla superficie del corpo larga e fogliacea. Intestino ramificato. Lunghezza 30 millim. Vive nei condotti biliari della pecora e di altri animali domestici. Si trova anche, accidentalmente, nell'uomo, e penetra nella vena porta e nel sistema della vena cava. L'embrione allungato si sviluppa dopo un lungo soggiorno delle uova nell'acqua; è interamente coperto di ciglia e possiede una macchia oculare a forma di X (fig. 317). Quanto allo sviluppo, R. Leuckart e Thomas (1) hanno dimostrato che esso avviene nel *Limnaeus minutus* e nel *L. pereger*, e che gli embrioni producono delle redie e queste delle cercarie munite di appendice caudale, le quali, divenute libere, secernono una cisti e possiedono così la facoltà di incistarsi sui corpi stranieri. È incerto se questi penetrano nell'ospite dell'individuo sessuato con le piante su cui sono incistati e di cui questo si nutre, o per mezzo di un ospite intermediario. La prima ipotesi pare la più probabile. *D. crassum* Busk, forse identico al *D. Rathouisi* Poir (fig. 320). Nel tubo digerente dei cinesi; lungo da uno a due pollici, largo un mezzo pollice. Senza spine; rami dell'intestino semplici. *D. lanceolatum* Mehlis. Corpo lanceolato, allungato, lungo da otto a nove millimetri. Stessa ubicazione del *D. hepaticum*. L'embrione si sviluppa prima nell'acqua; è piriforme, ciliato solamente sulla metà anteriore, la quale porta, sopra un tubercolo, un aculeo stiliforme. *D. conjunctum*. Cobb. Lanceolato, lungo 12 mill. nel fegato del cane, raramente dell'uomo. Indie orientali *D. spathulatum* Leuck. uguale al *D. sinense* di Cobb., sottile, allungato posteriormente, lungo 10—12 mill., nel fegato dell'uomo e del gatto in Giappone e Cina. *D. pulmonale*, corpo grosso e massiccio, lungo 8—10 mm., largo 4—6 mm., rosso bruno; vive nei polmoni dell'uomo in Cina e Giappone. *D. ophthalmobium* Dies. Specie dubbia di cui si conoscono solo quattro esemplari trovati nella capsula del cristallino di un bambino di nove mesi. *D. heterophyes* Bilh. v. Sieb. Da uno ad un millim. e mezzo di lunghezza. Nel tubo digerente dell'uomo in Egitto. *D. goliath* van Bened. 80 millim. di lunghezza, nella *Pterobalaena*.

Parecchie specie, come il *D. clavigerum* van Ben. (con la *Cercaria ornata* dei planorbi), il *D. retusum* Rud. (con la *Cercaria armata* nelle sporicisti dei limnei e dei planorbi), il *D. cygnoides* Zed., vivono nel tubo digerente, nei polmoni e nella vescica delle rane e delle salamandre. *D. filicollis* Rud. (*D. Okenii* Köll.). Si trovano a paio negli infossamenti della mucosa della cavità branchiale del *Brama Raji*. Uno degli individui è cilindrico, sottile, e produce degli spermatozoi, l'altro è gonfio nella porzione mediana e posteriore del corpo e pieno di uova. Probabilmente lo sviluppo ineguale dei due individui è dovuto a questo, che l'accoppiamento non è seguito che dalla fecondazione di un solo fra loro, il quale quindi ha solo potuto esercitare le funzioni sessuali femminili.

Bilharzia (2) *haematobia* Cobb. (*Gynaecophorus* Dies) (fig. 321). Corpo allungato. Sessi separati. La femmina sottile, cilindrica; il maschio munito di forti ventose, i margini laterali ricurvi a doccia, formanti un canale ginecoforo in cui è fissata la femmina. Intestino, con faringe, e due rami, che si riuniscono in un unico tubo, dietro l'ovario o le 5-8 vescicole testicolari. Vivono riuniti a paia nella vena porta, nelle vene della milza, dell'intestino e della vescica nell'uomo in Abissinia. Gli embrioni sono, secondo Cobbold, ciliati

(1) R. Leuckart, Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. *Arch. für Naturgesch.*, 1882, e *Zool. Anzeiger*. 1882. — A. P. Thomas, The life history of the Liver-fluke. *Quarterly Journal of microsc. Science*, 1883.

(2) Gustav Fritsch, Zur Anatomie der *Bilharzia haematobia* Cobb. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Vol. 31, 1888.

e possiedono un sistema acquifero sviluppatissimo. Le uova, accumulandosi in grandi masse nei vasi della mucosa degli ureteri, della vescica e dell'intestino crasso, determinano delle infiammazioni che possono cagionare l'ematuria. *Amphistomum* Rud. Ventosa addominale all'estremità posteriore del corpo. *A. subclavatum* Nitsch. Nell'intestino crasso della rana.

2. Sottordine. *Polistomi* (*Polystomeae*). Trematodi muniti di due piccole ventose laterali all'estremità anteriore, e di una o più ventose posteriori, a cui spesso s'aggiungono due grossi ganci chitinosi. Eccezionalmente esistono anche delle serie trasversali di setole (*Tristomum coccineum*). Si trovano spesso degli occhi. I polistomi sono per lo più ectoparassiti, in parte come gli irudinei, e si sviluppano direttamente senza generazione alternante. Le uova si schiudono ordinariamente nel mezzo stesso dove abita l'individuo madre. Talora vi sono delle metamorfosi (*Polystomum*) e le giovani larve vivono in un altro mezzo.

La storia dello sviluppo del *Polystomum integerrimum* della vescica delle rane è la meglio conosciuta, grazie alle belle ricerche di E. Zeller (fig. 322 e 323). La formazione delle uova comincia in primavera, quando la rana si sveglia dal sonno invernale e si dispone all'accoppiamento; essa dura da due a tre settimane. Si può allora facilmente osservare l'accoppiamento reciproco dei polistomi. Durante la deposizione, il parassita spinge la sua parte anteriore, che porta l'orificio sessuale, attraverso l'orificio della vescica urinaria, quasi fino all'ano. Lo sviluppo embrionale ha luogo nell'acqua ed esige parecchie settimane, in modo che le giovani larve non escono dall'uovo che quando i girini hanno già acquistate le branchie interne. Le larve sono simili a dei giridattili; hanno quattro occhi, un esofago con un tubo digerente e un organo di fissazione discoide, circondato da sedici uncini. Portano cinque serie trasversali di ciglia, tre ventrali sulla metà anteriore del corpo e due dorsali sulla metà posteriore. Le larve emigrano nella cavità branchiale dei girini; perdono le ciglia vibratili e si trasformano in giovani polistomi per l'apparizione di due uncini mediani e di tre paia di ventose sul disco posteriore. Questi, otto

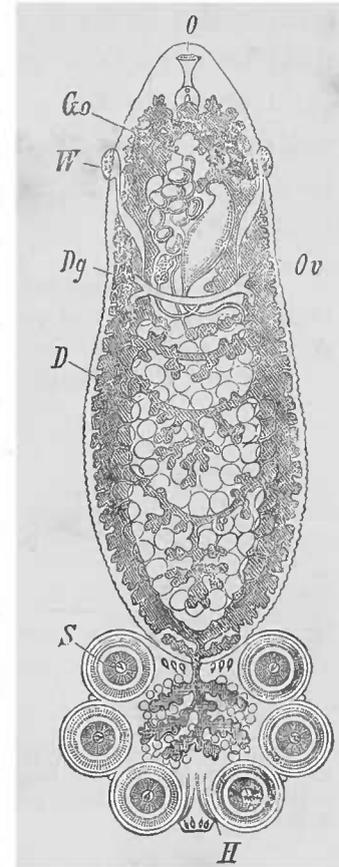


Fig. 322. — *Polystomum integerrimum* (da E. Zeller). O Bocca. Go Orificio genitale. D Tubo digerente. W Orificio di accoppiamento (cercini laterali). Dg Condotta del vitello. Ov Ovario. S Ventosa. H Uncini.

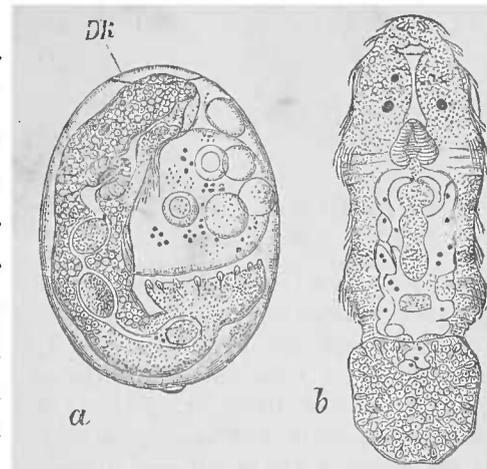


Fig. 323. — a Uovo contenente un embrione, b Larva sgusciata di *Polystomum integerrimum* (da E. Zeller).

settimane circa dopo l'emigrazione nella cavità branchiale, quando quest'ultima comincia ad avvizzire, passano nella vescica urinaria attraverso lo stomaco e l'intestino, e acquistano, anche dopo tre o più anni, degli organi sessuali. Eccezionalmente, e, in questo caso, sempre quando arrivano nelle branchie di girini giovanissimi, le larve diventano sessuate nella cavità branchiale di questi ultimi, ma restano piccolissime, i canali copulatori e l'utero non si sviluppano, e, dopo aver prodotto un solo uovo, muoiono senza essere pervenute nella vescica urinaria.

Fam. *Tristomidae*. Parte posteriore con una grande ventosa e senza armatura chitinosa. Bocca con due piccole ventose. *Tristomum papillosum* Dies. sulle branchie dello *Xiphias*. *Calicotyle* Dies.

Fam. *Polystomidae*. Con parecchi dischi-ventose posteriori, che per lo più sono ordinati a due a due in serie

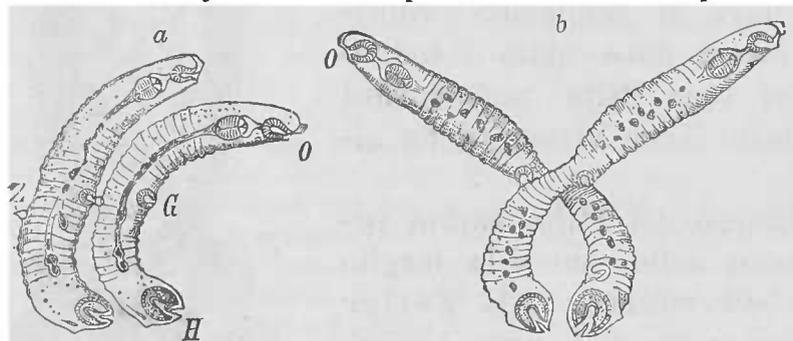


Fig. 324. — Giovani *Diplozoon* (da E. Zeller) a Due *Diporpa* in via di saldarsi fra loro. b Dopo che la saldatura è completa. O Bocca. H Apparecchio adesivo, Z Protuberanza dorsale, G Fossetta ventrale.

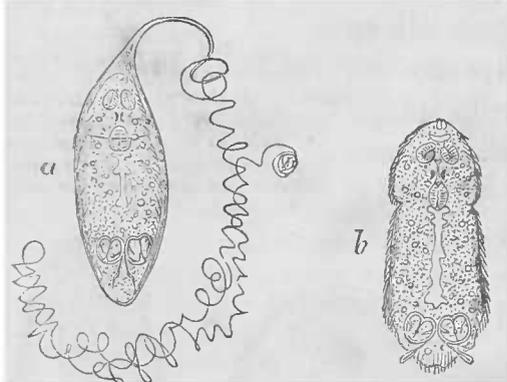


Fig. 325. — a Uovo e b Larva di *Diplozoon* (da E. Zeller).

ordinati a due a due in serie laterali, e sono aiutati nella loro funzione da armature chitinose. Aperture genitali circondate spesso da aculei. *Polystomum* Zed. Con 4 occhi, senza ventose laterali al lato anteriore, ma con ventosa boccale con sei ventose, due grossi uncini mediani e 16 piccoli uncini alla parte posteriore. *P. integerrimum* Rud. nella vescica urinaria della *Rana temporaria* (fig. 322). *P. o-*

cellatum. Cavità faringea dell'*Emys*; quanto alla formazione dei testicoli e all'assenza dell'utero, si comporta come la forma matura del *P. integerrimum* delle branchie. *Octobothrium lanceolatum* Duj. *Onchocotyle appendiculata* Kuhn, sulle branchie degli squali.

Diplozoon Nordm. Animale doppio. Due individui si fondono in individuo composto in forma di X, le cui parti posteriori sono armate di due dischi adesivi divisi in 4 fosse. Allo stato giovanile vivono solitari (*Diporpa*) e posseggono una ventosa ventrale e una salienza dorsale. La formazione delle uova nell'animale doppio ha luogo specialmente in primavera. Le uova sono espulse a uno a uno dopo la formazione dei loro fili adesivi, e due settimane dopo danno nascita

a un embrione, che si distingue dalla *Diporpa*, perché possiede due macchie oculari e un apparato ciliare ai lati e all'estremità posteriore del corpo (fig. 293). Le larve si fissano sulle branchie dei pesci d'acqua dolce, e, perdute le ciglia, diventano *Diporpa*, che già posseggono il caratteristico apparecchio adesivo e suggono il sangue delle branchie. L'unione di due *Diporpe*, che tosto dopo avviene, non ha luogo solo, come si credeva, mercé la coesione delle due ventose ventrali, ma anche mercé la coesione della ventosa ventrale di un animale con la salienza dorsale dell'altro (fig. 324, 325) *D. paradoxum* v. Nordmann, sulle branchie di numerosi pesci d'acqua dolce.

Fam. *Gyrodactylidae*. Piccolissimi trematodi con grande disco caudale o terminale e forte apparecchio di uncini. Il corpo contiene delle generazioni figlie, nipoti e pronipoti, incluse le une nelle altre. Siebold credeva di avere osservato che un giovane girodattilo si era sviluppato a spese di una cellula germinativa, ed aveva formato degli embrioni nel-

l'interno di essa durante la sua evoluzione, e siccome non aveva veduto l'organo che secerne lo sperma, considerava il girodattilo come una nutrice. Ma G. Wagener dimostrò che la riproduzione è sessuale, e pensa che i germi, che danno origine alle generazioni contenute le une nelle altre, provengano dai resti dell'uovo fecondato che ha prodotto l'individuo figlia. Metschnikoff pure emise l'opinione che la formazione degli individui figlie e nipoti abbia luogo simultaneamente a spese della massa comune delle cellule embrionali. *Gyrodactylus* v. Nordm. *G. elegans* v. Nordm. Sulle branchie dei ciprinoidi e d'altri pesci d'acqua dolce.

Qui possono trovar luogo i *diciemidi* parassiti nelle appendici venose dei cefalopodi, gli *ortonettidi* (1) trovati più tardi negli echi-
nodermi e nelle turbellarie. Il corpo vermiforme allungato di questi parassiti, impropriamente chiamati mesozoi, consta solo di due strati

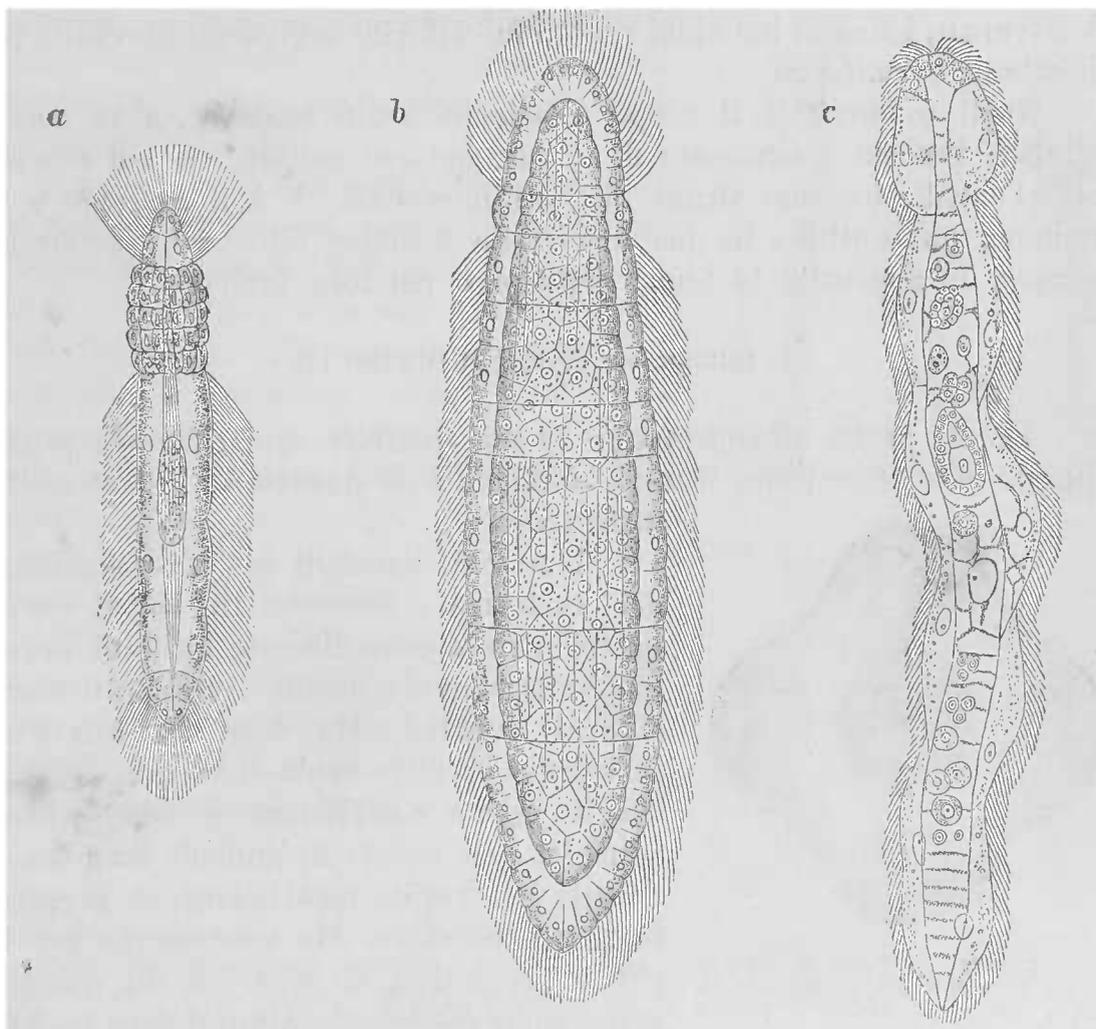


Fig. 326 — a *Rhopalura Giardii* (*ortonettide*) maschio, b Femmina (da Julin). c *Dicyemopsis macrocephalus*, da Ed. van Beneden.

cellulari, un ectoderma ciliato composto di cellule relativamente piccole, e di una massa cellulare interna, che nei *diciemidi* (2) è rappresentata

(1) A. Giard, Les Orthonectides. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*. Tom. XV, 1879. E. Metschnikoff, Untersuchungen über Orthonectiden. *Zeitschr. für wiss. Zoologie*. Vol. 35, 1881.

(2) Ed. van Beneden, Recherches sur les Dicyémides. *Bull. Acad. Belg.* Bruxelles, 1876. C. O. Whitman, A Contribution to the Embryology, Life History, and Classification of the Dicyemids. *Mitth. zool. Stat. zu Neapel*, IV 1882.

da una unica cellula allungata, occupante l'asse. Questa composizione del corpo con due strati cellulari diede motivo al concetto, che queste forme fossero più semplici dei celenterati e siano da considerarsi come gastre-adi, i quali, pel parassitismo, hanno perduto bocca e intestino come i cestodi. Più a ragione essi possono considerarsi come larve di trematodi, arrestate nello sviluppo, ma giunte alla riproduzione sessuale, poichè i loro stadi giovanili hanno uno stesso ordinamento di cellule nel corpo. Come in queste larve alla parte cefalica dei diciemidi, vi sono due o quattro cellule cuneiformi distinte. Le cellule riproduttrici stanno nella cellula assiale, e si conformano in embrioni di due sorta, *vermiformi*, o *infusoriformi*, che danno origine a individui nematogeni e rombigeni. Secondo Whitman, i singoli individui sono infusoriformi negli stadi giovanili, poi diventano vermiformi.

Negli *ortonettidi* il corpo è esteriormente anellato, e la massa cellulare interna è composta di un mucchio di cellule, su cui scorre, sotto l'ectoderma, uno strato di fibre muscolari. V'è il maschio e la femmina, quest'ultima in due forme. Le femmine cilindriche emettono le uova, le appiattite le fanno sviluppare nel loro interno.

III. ORDINE. — Cestodi (Cestodes) (1).

Vermi piatti allungati per lo più anellati, senza bocca e senza apparecchio digerente, muniti di organi di fissazione all'estremità anteriore.

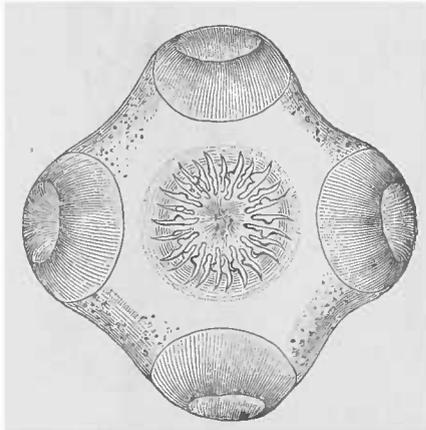


Fig. 327. — Testa di *Taenia solium* vista di fronte col rostello, la doppia corona di uncini e quattro ventose.

I cestodi, parassiti nel tubo digerente dei vertebrati, riconoscibili per il corpo nastriforme e generalmente anellato, erano una volta universalmente considerati come animali semplici. Ma dopo Steenstrup fu seguito un altro modo di vedere, secondo cui il verme nastriforme è una colonia animale, una catena di animali semplici, e l'anello del verme nastriforme, la *proglottide*, un individuo. Ma quantunque per lo più le proglottidi si separino, in qualche caso, anche (*Echineibothrium*) dopo la loro separazione dall'insieme del verme, possono

accrescersi considerevolmente e continuare a vivere per lungo tempo,

(1) Oltre le antiche opere e scritti di Pallas, Zeder, Bremser, Rudolphi, Diesing, ecc. confronta: Van Beneden, Les vers cestoides ou acotyles. Bruxelles, 1850. Küchenmeister, Ueber Cestoden in Allgemeinen und die des Menschen insbesondere. Dresden, 1853. v. Siebold, Ueber die Band- und Blasenwürmer Leipzig, 1854. G. Wa-gener, Die Entwicklung der Cestoden, *Nov. Act. Leop.-Car.*, Vol XXIV., Suppl. 1854. Idem, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Haarlem, 1857. R. Leuckart, Die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung. Giessen, 1856. Idem, Die menschl-

talora in vero non acquistano individualità indipendente; esistono però dei cestodi (*Caryophyllaeus*) che non presentano nè segmentazione esterna, nè ripetizione dell'apparecchio genitale in ogni metamero. Si sarà dunque condotti a conservare al verme nastriforme la sua individualità, e ad attribuire nello stesso tempo alle proglottidi che lo compongono un'individualità subordinata e di grado inferiore. Questo modo di vedere è il solo giusto, poichè non è possibile paragonare se non l'insieme del verme nastriforme, e non la proglottide, ai trematodi da cui i cestodi derivano per semplificazione dell'organizzazione e per scomparsa del tubo digerente.

La parte anteriore assottigliata del corpo può fissarsi per la sua estremità rigonfiata. Questo rigonfiamento, detto testa, non merita questo nome che per la sua forma esterna. L'armatura cefalica è poco sviluppata e formata da un'espansione lobata e frangiata nel *Caryophyllaeus*. Spesso si trova, sulla testa, sopra una certa eminenza detta *rostellum*, una doppia corona di uncini, e indietro sui lati, a eguale distanza le une dalle altre, quattro ventose.

(*Taenia*, fig. 327). In altri casi non esistono che due ventose (*Bothriocephalus*); altre volte ancora esse hanno una struttura complicatissima e sono munite di uncini (*Acanthobothrium*). Finalmente l'armatura

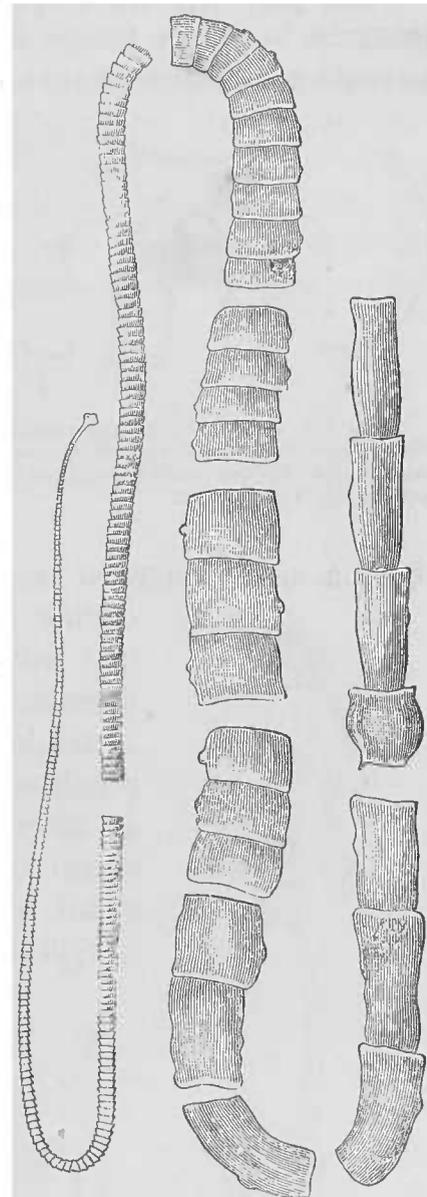


Fig. 323. — *Taenia saginata* (*me-diocanellata*) di grandezza natural^e (da R. Leuckart).

chen Parasiten. 2. Ediz. Vol. I. F. Sommer e L. Landois, Ueber den Bau der geschlechtsreifen Glieder von *Bothriocephalus latus*. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1872. Th. Pintner, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers. *Arbeiten aus dem zool. Institut, ecc. zu Wien*, 1880. M. Braun, Zur Entwicklungsgeschichte des breiten Bandwurmes (*Bothriocephalus latus*). Würzburg, 1883. Hugo Schauinsland, Die embryonale Entwicklung der *Bothriocephalen*. *Jen. Zeitschr.*, Vol., XIX 1885. L. Niemiec, Untersuchungen über das Nervensystem der Cestoden. *Arbeiten des zoolog. Instituts*. Wien, Vol. VII, Fasc. I 1887. Fr. Zschokke, Recherches sur la structure anatomique et histologique des Cestoides. Genève, 1888. B. Grassi e G. Rovelli Embryologische Forschungen an Cestoden, *Centralbl. für Bakteriologie*, Vol. V, 1889. O. Hamann, In *Gammarus pulex* lebende Cysticercoiden mit Schwanzanhängen. *Jen. naturw. Zeitschr.*, 1889. C. Claus, Zur morphologischen und phylogenetischen Beurtheilung des Bandwurmkörpers. *Arbeiten aus dem zoolog. Institute der Universität*. Wien. Tom. VII, Fasc. I, 1889. C. Crety, Ricerche anatomiche e istologiche sul genere *Solenophorus* (Creplin). *Reale Accademia dei lincei*, Serie 4, Vol. VI, 1889, oltre parecchie pubblicazioni dei prof. Grassi e Parona.

cefalica può essere composta di quattro trombe protrattili munite di uncini (*Tetrarhynchus*) (fig. 330 a), che possono presentare in una serie d'altri generi delle svariatissime particolarità.

La porzione del corpo che segue alla testa, detta collo, presenta in generale le prime tracce di segmentazione. Gli anelli, dapprima appena marcati e strettissimi, diventano sempre più distinti e sempre più larghi

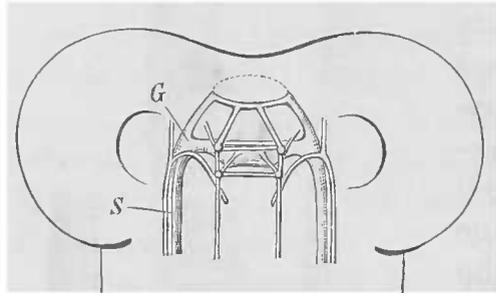


Fig. 329. — Nervi e gangli cefalici con commessure trasversali e nervi che ne derivano, della *Taenia mediocanellata* (schematico) da Niemiec).

quanto più sono lontani dalla testa (*Proglottidi*) (fig. 328). All'estremità posteriore hanno raggiunto la loro maggior mole. Quando sono giunti a maturità, si separano e vivono per qualche tempo isolati, talora anche nello stesso luogo.

A questa conformazione esterna così semplice corrisponde un'organizzazione interna ugualmente semplice.

Sotto alla cuticola si trova uno strato

che già si considerava come matrice o ipoderma, formato di piccole

cellule allungate a fibra. Si tratta probabilmente di uno strato connessivo, con sostanza intercellulare finamente granulosa, in cui sono sparse delle cellule glandulari tubulari o vescicolari. Poi viene un parenchima connessivo in cui sono situati grossi fasci di fibre muscolari longitudinali, come pure uno strato interno di fibre muscolari anulari; questi due strati sono traversati, principalmente sui lati, da gruppi di fibre dorso-ventrali. La disposizione di que-

sti muscoli spiega la grande contrattilità delle proglottidi che possono raccorciarsi considerevolmente, allargandosi e ingrossandosi, o, al contrario, allungandosi fino a raggiungere il doppio della loro lunghezza normale. Il parenchima connessivo del corpo contiene non solo i muscoli, ma tutti gli altri organi. Nella sua porzione periferica, massime in vicinanza alla testa,

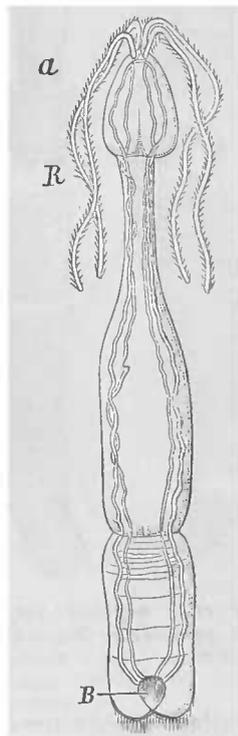


Fig. 330 a. — Giovane *Tetrarhynchus* con segmentazione iniziale. Si vedono i quattro tronchi acquiferi con la vescicola terminale (B), e le trombe unciniate R sul capo.

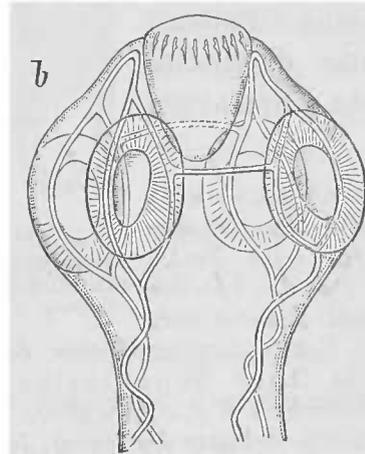


Fig. 330 b. — Testa di un *Tetrabotheirium* con quattro ventose e i tubi vascolari.

si osservano delle piccole concrezioni calcari agglomerate che si sogliono considerare come cellule connessive calcificate.

Il sistema nervoso è formato da due cordoni laterali, situati al-

l'esterno dei tronchi del sistema acquifero; le loro estremità, alcun po' rigonfie, sono riunite nella testa da una commessura trasversale; l'insieme rappresenta il ganglio cefalico (fig. 329). Mancano assolutamente gli organi dei sensi; tuttavia si può attribuire una certa *sensibilità tattile* alla pelle, massime a quella della testa e delle ventose. L'*apparecchio digerente* manca pure completamente. Il liquido nutritore, già elaborato e pronto ad essere assorbito, penetra per endosmosi nel parenchima attraverso i tegumenti. Invece l'*apparecchio escretore* presenta un grande sviluppo, costituisce un sistema di canali che si ramifica in tutta l'estensione del corpo. È formato originariamente da ogni lato da due canali longitudinali, uno dorsale e uno ventrale, che comunicano nella testa, per mezzo di due anse trasversali (fig. 330), e in ogni anello, per mezzo di anastomosi ugualmente trasversali. Questi tronchi non sono che i condotti escretori di una rete di finissimi vasi, ramificati in tutte le parti del parenchima, nei quali sboccano molti tubi lunghi e infundibuliformi, che cominciano nel parenchima per mezzo di un imbuto chiuso contenente un lobulo vibratile (fig. 330,c). In molti casi, per esempio nei *ligulidi* e nel *Caryophyllaeus*, questi tronchi longitudinali si dividono in molti

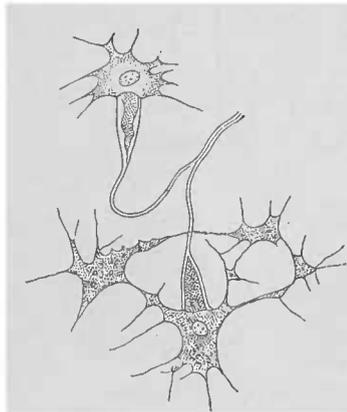


Fig. 330 c. — Corpi ciliati del *Phyllobothrium*, assai ingranditi.

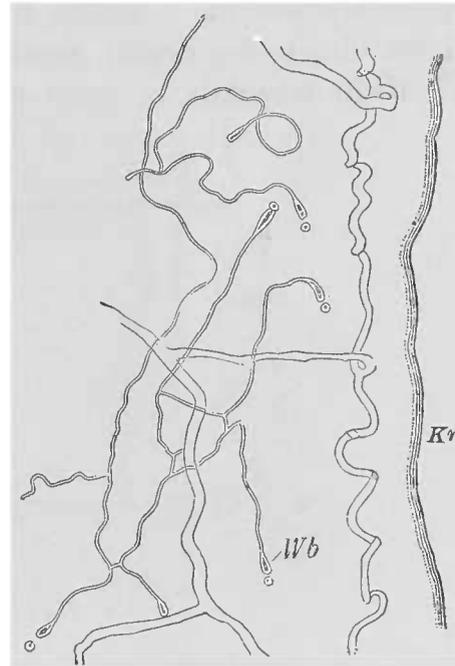


Fig. 330 d. — Frammento del sistema acquifero del *Caryophyllaeus mutabilis* (da Pintner). *Wb* Origine dei canalicoli acquiferi, *Kr* Margine dell'anello.

vasi egualmente longitudinali e riuniti da anastomosi trasversali. I due tronchi ventrali si ingrossano spesso nelle proglottidi, a spese dei due dorsali, che possono anche atrofizzarsi completamente. Il punto, in cui il sistema acquifero sbocca all'esterno, è in generale situato all'estremità posteriore del corpo, al margine posteriore dell'ultimo anello, dove i tronchi longitudinali si terminano in una piccola vescicola munita di un poro esterno. Talora, ma raramente, i vasi acquiferi presentano anche degli orifici, all'estremità anteriore del verme dietro alle ventose.

L'apparecchio genitale mostra anche una segmentazione corrispondente alle proglottidi. Ogni proglottide possiede i suoi organi genitali maschili e femminili, e può per conseguenza, nei casi in cui essa si separa completamente, essere considerata come un individuo sessuato di ordine inferiore. L'apparecchio maschile è composto di molte

vescicole testicolari piriformi situate sulla faccia dorsale, ed i condotti deferenti sboccano in un canale escretore comune. L'estremità sinuosa di questo canale è contenuta in una tasca muscolare (*tasca del cirro*), e può, rovesciandosi, sporgere dall'orificio genitale; essa costituisce il *cirro* od organo copulatore, munito spesso di punte ricurve all'indietro. L'apparecchio femminile è formato da un *ovario*, da un *vitellogeno* (glandula dell'albumina), da una glandula del guscio, da un utero e da una vagina (canale copulatore con un ricettacolo seminale), che ordinariamente sbocca dietro l'orificio genitale maschile, per lo più in un seno genitale comune circondato da un cercine, sia sulla faccia ventrale dell'anello (*Bothriocephalus*), sia sul margine laterale e alternativamente a destra e a sinistra (*Taenia*, fig. 331). Può anche darsi che i due orifici genitali siano posti lontani l'un dall'altro, che l'orificio maschile si trovi sul margine laterale, mentre l'orificio fem-

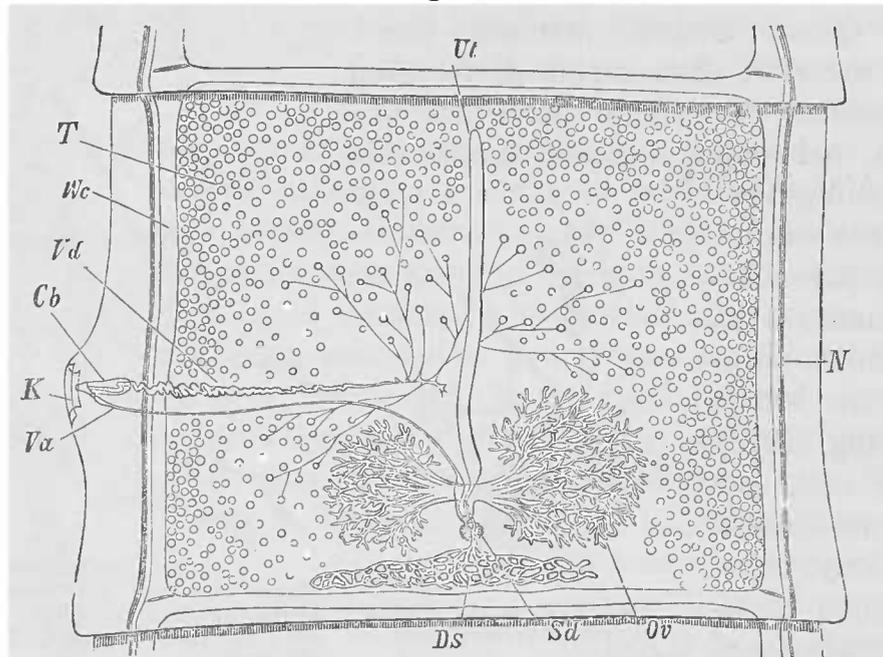


Fig. 331. — Proglottide di *Taenia mediocanellata* in cui gli organi genitali maschili e femminili sono sviluppati (da Sommer). *Ov* Ovario, *Ds* Vitellogeno (glandula dell'albumina), *Sa* Glandula del guscio, *Ut* Utero, *T* Vescicole testicolari, *Vd* Canale deferente, *Cb* Tasca del cirro, *K* Cloaca, *Va* Vagina (canale copulatore), *Wc* Canale acquifero.

minile si trova su una delle faccie dell'anello. Infine l'apparecchio genitale può essere doppio e simmetrico in ogni proglottide, e in questi casi vi sono degli orifici genitali a destra e a sinistra (*Dipylidi*).

Quanto più gli anelli ingrandiscono e si allontanano dalla testa, lo sviluppo dell'apparecchio genitale progredisce dall'innanzi all'indietro, in modo tale che gli organi maschili arrivano a maturanza un po' prima degli organi femminili; poi ha luogo l'accoppiamento, e il ricettacolo seminale si riempie di filamenti spermatici; solo allora gli organi femminili raggiungono il loro sviluppo. Le uova sono fecondate e arrivano nell'utero. L'utero, primitivamente semplice, acquista la sua forma e la sua grossezza caratteristica, mentre i testicoli, come gli ovarî e i vi-

tellogeni, vengono riassorbiti più o meno completamente di mano in mano che l'utero si riempie (fig. 332).

Le proglottidi posteriori, pronte a staccarsi, sono le sole i cui organi sessuali abbiano percorso tutte le fasi del loro sviluppo; talora anche le uova nell'interno dell'utero contengono degli embrioni già formati. Si riconosce quindi, nella serie continua degli anelli, la legge che riguarda la nascita e lo sviluppo progressivo degli organi genitali e dei loro prodotti, e il numero degli anelli, dal punto in cui questi organi cominciano ad abbozzarsi, fino al punto in cui le proglottidi contengono un utero sviluppato, mostra il numero di fasi per cui ogni anello deve passare prima di arrivare alla sua maturità sessuale. I cestodi sono *ovipari*, sia che gli embrioni si sviluppino già negli involucri dell'uovo, nell'interno dell'individuo madre (*Cystotaenia*), o che si sviluppino all'esterno della proglottide, per esempio nell'acqua (*Bothriocephalus*).

Le uova dei cestodi hanno una forma

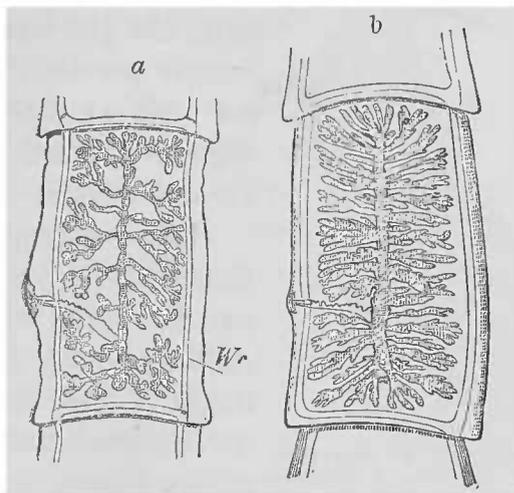


Fig. 332. — Proglottidi mature vicine a separarsi. *a* Proglottide di *Taenia solium*, *b* di *T. mediocanellata*. *We* Tronco del sistema acquifero.

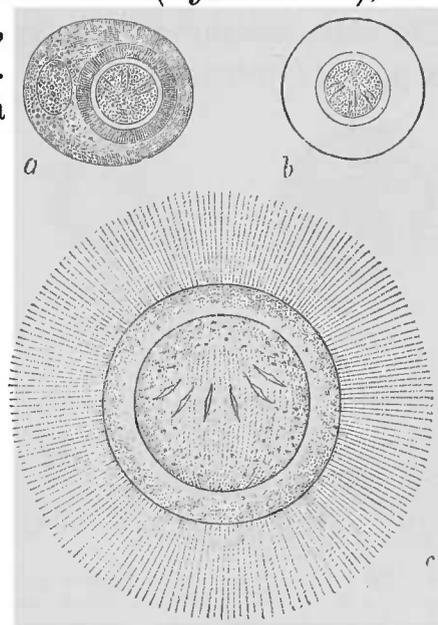


Fig. 333. — Uovo con embrione. *a* di *Taenia solium*, *b* di *Microtaenia*, *c* di *Bothriocephalus latus* (da R. Jeuckart)

rotonda od ovale e una grossezza mediocre (fig. 333). Il loro involucro è semplice o composto di parecchie membrane sottili, oppure costituisce una capsula grossa e resistente che, nelle *cistotenie*, è formata di bastoncini addossati gli uni agli altri, saldati da una sostanza intermedia, e offre quindi un aspetto granuloso. In molti casi lo sviluppo embrionale ha luogo nello stesso tempo che la formazione dell'uovo, e l'uovo al momento della deposizione contiene già un embrione esacanto, raramente quadracanto, bell'e formato; nei botriocefalidi lo sviluppo ha luogo fuori della proglottide e solo dopo una fermata prolungata delle uova nell'acqua; l'involucro è semplice e l'embrione, all'uscire dell'uovo, è ciliato. Lo stesso vale per le uova a grosso guscio dei botriocefali, le quali si aprono col mezzo di un opercolo, dopo che l'embrione ciliato si è sviluppato nell'acqua. Gli embrioni sviluppatisi da uova a

guscio sottile sono coperti di una membrana chitinoso, e si sviluppano già nel corpo stesso del verme, come in alcune tenie. I processi embriologici sono simili nelle tenie e nei botriocefali (1). Solo l'ovocellula, spesso circondata completamente dal tuorlo di nutrizione, si divide nella segmentazione. La segmentazione è generalmente regolare, e già dai primi momenti si distingue a un polo una cellula di singolare grandezza. Questa sembra dividersi, e, insieme con la cellula opposta dell'altro polo, circonda intorno intorno le cellule embrionali, in modo da formar loro una membrana involgente. Mentre il tuorlo di nutrizione va consumandosi, nel gruppo cellulare si fa una distinzione fra ectoblasto ed endoblasto. Quello si foggia a strato ricoprente, con una superficie chitinoso (*B. rugosus*) o ciliata (*B. latus*), mentre l'endoblasto dà origine ai sei uncini embrionali, e, avuto riguardo alla successiva perdita della membrana o dello strato cutaneo, esso comprende del tutto il corpo dell'embrione e della larva. Anche nelle tenie si formano simili

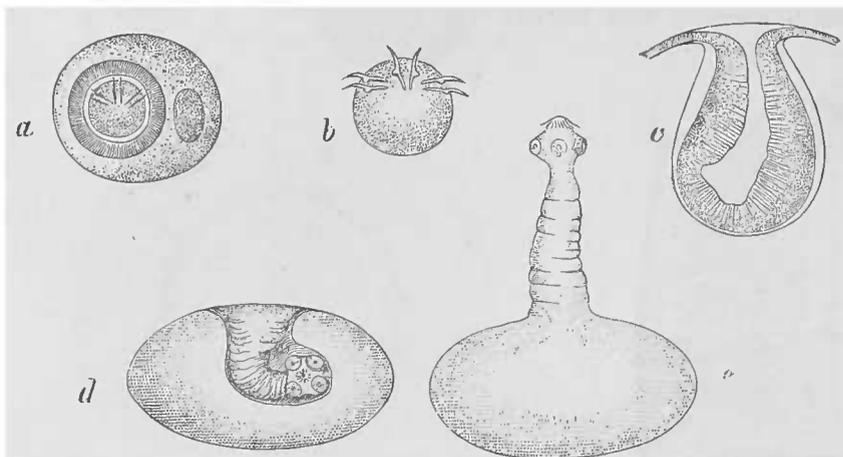


Fig. 334. — Sviluppo della *Taenia solium*, fino alla fase di cisticerco (in parte da R. Leuckart). a Uovo contenente un embrione, b Embrione libero, c Gemma cava sulla parete del verme cistico, in cui si sviluppa la testa, d Cisticerco con la testa invaginata, e Lo stesso con la testa estroflessa, ingrandito quattro volte circa.

involucri embrionali, che più tardi vanno perduti, e per ciò si volle negare ai cestodi un ectoderma.

La trasformazione dell'embrione in verme nastriforme non ha luogo forse mai direttamente nello stesso luogo, nel tubo digerente dell'ospite primitivo.

Ordinariamente si osserva una metamorfosi complicata, collegata talora ai fenomeni della generazione alternante (*Echinococcus*, *Coenurus*), con differenti fasi successive che vivono in differenti luoghi e per lo più trovano le condizioni del loro sviluppo nell'interno di specie animali differenti, in cui arrivano per migrazioni ora passive, ora attive. Le uova abbandonano in generale, con le proglottidi, l'ospite della tenia; vengono disseminate su mucchi di letame, su piante, o immerse nell'acqua, e di là passano con gli alimenti nello stomaco di animali erbivori od onnivori. Dopo che gli involucri delle uova vengono distrutti per l'azione del succo gastrico del nuovo ospite, gli embrioni, divenuti liberi

(1) Cfr. specialmente: V. Beneden, Recherches sur le développement embryonnaire de quelques Tenias, *Archiv de Biologie*. Vol. II, 1881. — H. Schaninsland, Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. *Jen. naturw. Zeitschr.* XIX, 1886.

col mezzo dei loro sei (raramente quattro) uncini, le cui punte sulla periferia del piccolo corpo embrionale sferico possono ravvicinarsi ed allontanarsi alternativamente, si introducono nei vasi dello stomaco e dell'intestino (fig. 334). Giunti nel sistema circolatorio, sono spinti dalle ondate sanguigne, per vie più o meno dirette, nei capillari degli organi più diversi, fegato, polmoni, muscoli, cervello, ecc. Dopo aver perduto i loro uncini, si involuppano in una cisti di tessuto connessivo e si trasformano in una grossa vescicola a contenuto liquido e a parete contrattile. La vescicola costituisce a poco a poco un *verme cistico*; sulla

sua parete si sviluppano nell'interno una (*cisticerco*) (1) o più (*cenuro*) gemme cave, in fondo a cui si vede l'armatura di una testa di tenia, ossia delle ventose ed una doppia corona di uncini. Se queste gemme cave si estroflettono come un dito di guanto, offrono l'aspetto di una testa di tenia portata da un collo più o meno sviluppato, ed anche già seguito dal corpo in via di segmentazione del verme nastriforme. Può anche darsi (*Echinococcus*) che la vescicola madre, di forma irregolare, produca

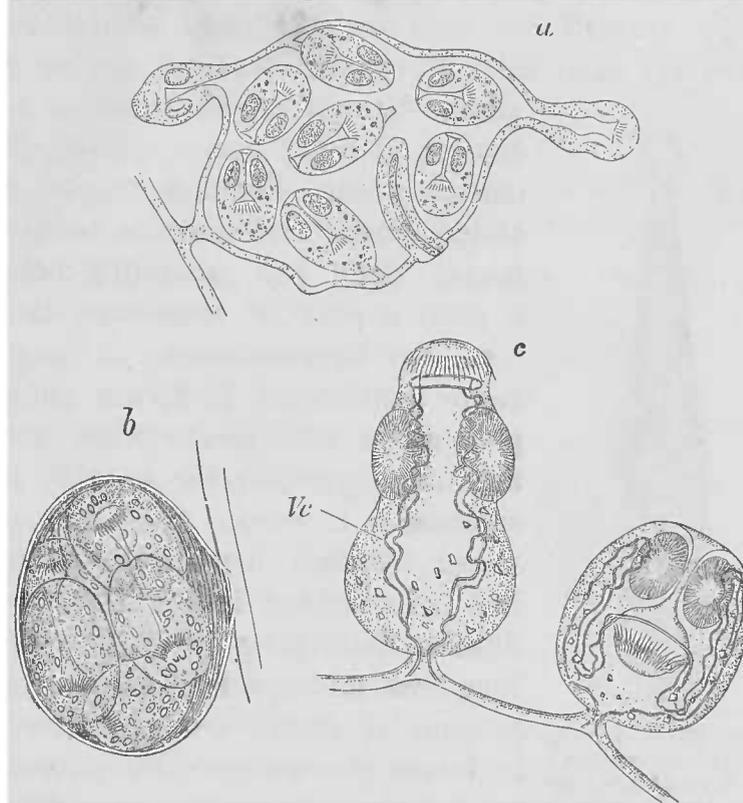


Fig. 335. — *a* Vescicola proligera di *Echinococcus* con delle teste in via di sviluppo (da R. Leuckart). — *b* Vescicola proligera (da G. Wagener). — *c* Teste di *Echinococcus* ancora aderenti alla parete della vescicola proligera, una di esse è estroflessa. *Ve* Canali escretori.

nell'interno della sua parete delle vescicole figlie e nipoti (2). Le teste di tenia nascono in piccole capsule proligere nell'interno di queste vescicole (fig. 335). Il numero delle teste derivanti da un solo embrione è allora enorme; la vescicola madre può prendere uno sviluppo considerevole, raggiungere talora la grossezza di una testa d'uomo, e per il suo grande accrescimento acquistare talora una forma irregolare. Al contrario, il verme nastriforme che ne deriva resta sempre piccolissimo e spesso non presenta che una proglottide matura (fig. 336).

(1) Eccezionalmente si trovano due o più teste in alcune forme di cisticerchi.

(2) Possono anche svilupparsi nei cisticerchi (*C. longicollis*, *C. tenuicollis*) delle vescicole figlie sterili.

Finchè aderisce alla vescicola e soggiorna nello stesso ospite, la testa non pare che si trasformi in verme nastriforme, quantunque possa raggiungere in parecchi casi una lunghezza considerevole (*Cysticercus fasciolaris* del topo). Il verme cistico deve giungere nel tubo digerente di un altro animale, affinchè la testa (*scolex*) si trasformi, dopo la sua separazione dalla vescicola, in un verme sessuato. Il trasporto ha luogo passivamente con gli alimenti, quando questi sono composti di carni panicate o di organi infetti di cisticerchi. Così sono principalmente i carnivori, gli insettivori, gli onnivori che li inghiottiscono con la carne degli animali che servono alla loro nutrizione, e che fanno sviluppare nel loro tubo digerente i cestodi che ne derivano. La vescicola è



Fig. 336. — *Taenia scolice*, da *Echinococcus*, da R. Leuckart, ingrandito 12 volte.

allora digerita nello stomaco e la testa della tenia, o *scolice*, diventa libero; questo, protetto dalle concrezioni calcari contro l'azione troppo energica del succo gastrico, passa nell'intestino tenue, si fissa alle pareti per mezzo della sua armatura cefalica, e, segmentandosi a poco a poco, si trasforma in tenia. Dallo *scolice* deriva, per accrescimento in lunghezza e per segmentazione simultanea, la forma annulata o *strobilo*, che si può anche considerare come una forma di riproduzione asessuale (gemmazione secondo l'asse longitudinale). Ma siccome è il corpo dello *scolice* che cresce e si segmenta, sembra ben più naturale partire dall'individualità della catena intera e subordinare ad essa l'individualità delle proglottidi. Lo sviluppo della tenia è allora una metamorfosi caratteristica, per l'individualizzazione, di certe fasi evolutive. Solo nel caso in cui la forma giovane produca parecchie teste di tenia, sembra giusto interpretare lo sviluppo come un fenomeno di generazione alternante.

Lo sviluppo, del resto, si semplifica considerevolmente in vari cestodi. Spesso durante la fase di incistamento, la vescicola è ridotta ad un'appendice piccolissima, il cisticerco diventa una forma *cisticercoide* o un'appendice munita di uncini e distinta da una parte molto più grande che rappresenta lo *scolice* (fig. 337 *a* e *b* e 338). I cisticercoidi trovano specialmente negli invertebrati le condizioni di sviluppo, e furono finora rinvenuti nei gammaridi, ciclopi, insetti (baco della farina, *Silpha*, *Forficula*, pulce del cane, ecc.), molluschi nudi e vermi oligocheti (lombrici e *Tubifex*). In rari casi essi si trovano anche nel corpo stesso dell'ospite del cestode, e allora lo sviluppo ha luogo senza ospite intermedio; secondo Grassi, ciò avviene per la *Taenia murina*, il cui cisticercoide sta nei villi intestinali del ratto. Evidentemente il cisticercoide rappresenta un stadio originario, il cui rapporto con la forma giovanile dei distomi è riconoscibile nell'appendice caudale simile

a quella delle cercarie (fig. 337). Quand'essa non appare nel cisticercoide, può essergli avvolta intorno a mo' di copertura esterna.

In altri casi la fase cistica manca completamente e l'embrione si trasforma direttamente in scolice, in modo che questo è lo stadio successivo dell'embrione (*Bothriocephalus*). Ma anche gli anelli prodotti dallo scolice hanno un assai diverso grado di individualizzazione, o non sono per anco formati. Capo e corpo non sono delimitati, e rappresentano un solo individuo, caratterizzato anche per l'unità dell'apparecchio sessuale, e simile a un

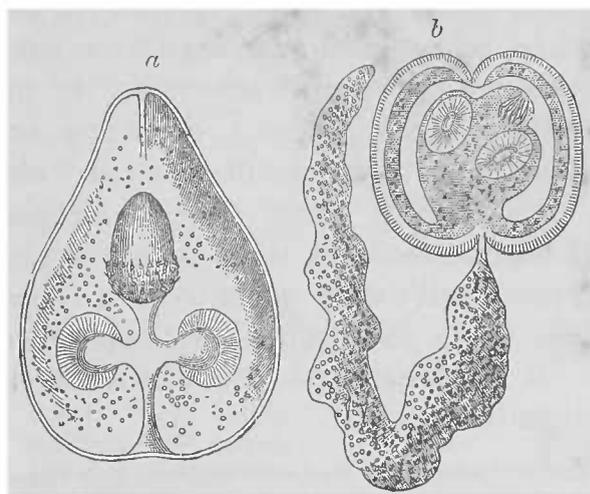


Fig. 337. — a Cisticercoide della *Taenia cucumerina*, ingrandito 60 volte da R. Leuckart. — b. Cisticercoide della *Taenia sinuosa* del Gammarus pulex, secondo O. Hamann.

phyllaeus fig. 339), il cui sviluppo dev'essere considerato come una metamorfosi d'un solo individuo, ma in due ospiti differenti (la forma giovanile nei *Tubifex*).

Vicino al genere *Caryophyllaeus*, è l'*Archigetes*, trovato nella cavità viscerale dei limicoli (*Tubifex rivulorum*), piccolo cestode avente ancora gli uncini embrionali, provvisto di una appendice caudale, che acquista degli organi sessuali senza cambiar di mezzo e senza formare altri anelli, e che perciò è considerato come un cisticercoide sessua-

to. Questo animale, per la sua forma, può essere paragonato a una cercaria, e d'altra parte rischiarla la significazione della vescicola del cisticerco, che corrisponde alla

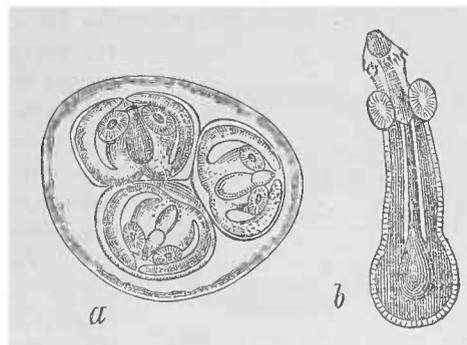


Fig. 338. — Cisticercoide del celoma del lombrico (da Metschnikoff). a Capsula con 3 cisticercoidi, b Cisticercoide con capo emesso.

trematode (*Caryo-*

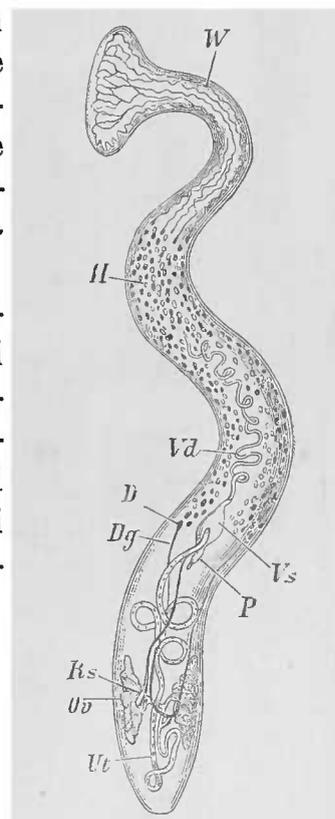


Fig. 339. — *Caryophyllaeus mutabilis* da V. Carus (Icones). W Vasi sanguigni, H Testicoli, Vd Vaso deferente, Vs Vescicola seminale, P Pene, Ov Ovario, D Vitellogeno, Dg Condotto del vitello, Ut Utero, Rs Ricettacolo del seme.

parte posteriore del corpo del verme, e che circonda la parte anteriore come un apparecchio protettore. Non potendo mettere in dubbio, soprattutto per le forme di transizione fra trematodi e cestodi, come

Amphilina e *Amphiptyches*, che queste derivino da trematodi ridotti con apparecchio digerente regresso e con apparecchio di fissazione modificato e portato all'avanti, abbiamo una spiegazione filogenetica della forma di cisticerco, non considerandola come uno stadio primitivo, ma secondario, modificato per adattamento, ed ereditato in seguito a condizioni di vita sfavorevoli. Queste forme giovanili, smarritesi in un ospite insolito, si semplificarono in esso, si svilupparono, dapprima eccezionalmente (vedi la teoria di Siebold che

considera i cisticerchi come cestodi idropici sviati), poi normalmente in stadi di passaggio, finchè, tornati nell'ospite primitivo, e dopo aver perduto certe parti adatte a temporanee condizioni di esistenza, si trasformarono in animali sessuati.

Fam. *Caryophyllaeidae*. Corpo allungato, non annulato, a margine anteriore pieghettato; senza uncini; otto o più vasi acquiferi longitudinali sinuosi. Apparecchio sessuale semplice. Lo sviluppo è una metamorfosi semplificata. *Caryophyllæus mutabilis* Rud. (fig. 339). Nel tubo digerente dei ciprinoidi. La forma giovane vive forse nel *Tubificæ rivulorum*, se è vero che sia identica all'elminto osservato da Udekem. In questo verme vive un secondo parassito, scoperto da Ratzel, e recentemente studiato da R. Leuckart, che è un cestode sessuato che presenta ancora una appendice portante gli uncini embrionali. *Archigetes Sieboldii* Lkt. Due piccole ventose all'estremità anteriore e un' appendice caudale (fig. 341).

Fam. *Ligulidae* (*Pseudophyllidae*). Per lo più senza ventose propriamente dette; ora muniti, ora privi di uncini. Corpo non annulato, ma parecchi apparecchi genitali. Vivono nella cavità viscerale dei pesci ossei e nel tubo digerente degli uccelli. *Ligula* Bloch. Corpo nastriforme non segmentato. *L. simplicissima* Rud. nella cavità viscerale dei pesci e nel tubo digerente degli uccelli acquatici. *L. tuba* Sieb. nel tubo digerente delle tinche.

Fam. *Bothriocephalidae*. Solo due ventose appiattite.

Gli organi genitali si aprono di regola sulla superficie della proglottide. Le proglottidi non si separano individualmente. Stato vescicolare rappresentato in generale da uno scolice incistato (fig. 340, b).

Bothriocephalus. Brems. Corpo annuloso, testa con due fossette laterali mancanti di uncini. Orifici genitali nel mezzo della faccia ventrale. Fase lar-

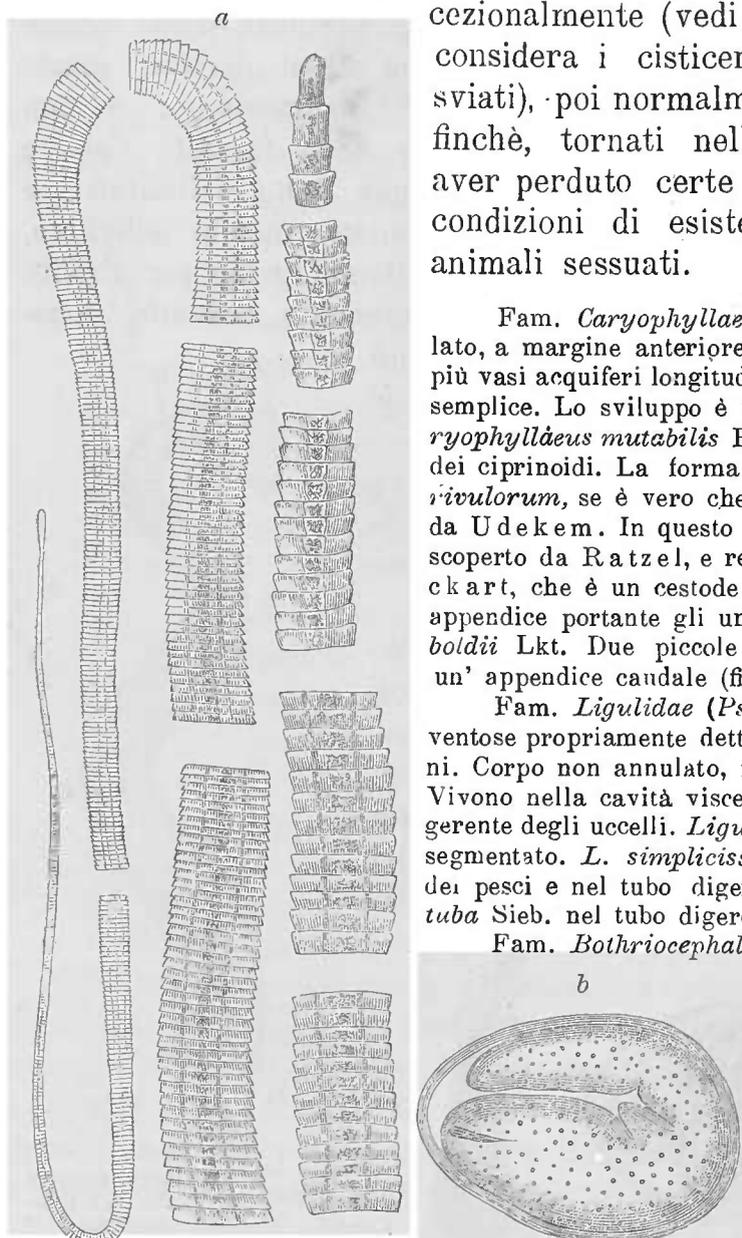


Fig. 340 a. — *Bothriocephalus latus*, da R. Leuckart. — b. Larva di un *Bothriocephalus*, da R. Leuckart.

vale per lo più nei pesci. *B. latus* Brems. Il più grande dei vermi nastriformi parassiti dell'uomo, misurando dai 7,68 ai 9,60 metri di lunghezza principalmente in Russia, in Polonia, in Svizzera e nel mezzogiorno della Francia (fig. 340 a). Gli anelli maturi sono più larghi che lunghi (circa 10—12 mm. di larghezza e 3—5 mm. di lunghezza; non si staccano a uno a uno, ma per gruppi più o meno numerosi. Gli anelli posteriori sono più stretti e più lunghi. Testa clavata con due fossette a guisa di fessure.

Le parti laterali degli anelli contengono nel loro strato corticale una quantità di pic-

coli ammassi di granuli, i vitellogeni, il cui contenuto sbocca per mezzo dei canali gialli nella glandula del guscio (glandula a gomitololo, fig. 342). Gli orifici genitali sono situati l'uno dietro all'altro a metà degli anelli. L'anteriore, più grande, appartiene all'apparecchio maschile e quindi all'ultima porzione muscolare del canale deferente, che è contenuta nella tasca del cirro e che, svolgendosi all'esterno, costituisce il cirro o pene. Il canale deferente, immediatamente dopo la sua entrata nella tasca del cirro, forma una dilatazione globulare muscolare (vescicola seminale?), diventa poi sinuoso, segue l'asse longitudinale dell'anello contro la faccia dorsale e si divide in due rami. Questi ricevono i canalicoli escretori delle vescicole testicolari, che riempiono le parti laterali della zona mediana. L'orificio femminile conduce in una vagina posta dietro la tasca del cirro, spesso piena di sperma, che si dirige quasi direttamente in dietro, sulla linea mediana della faccia ventrale, e che sbocca per mezzo di un canalicolo corto e stretto nel condotto escretore del germigeno. La vagina adempie anche all'ufficio di ricettacolo seminale. Dietro a questi due orifici maschile e femminile e ad una distanza abbastanza grande si trova un terzo orificio, quello dell'utero, che, ripiegato in forma di rosetta a metà dell'anello, produce una figura particolare (*Wappentilie* Pallas). Vicino al margine posteriore degli anelli, sboccano, nella porzione iniziale, stretta e ripiegata dell'utero, i condotti escretori dei vitellogeni e dei germigeni, come pure le cellule delle glandule del guscio. Dietro la rosetta dell'utero e in parte fra i rami posteriori, è situata la glandula a gomitololo e sui lati le glandule laterali (Eschricht). Queste ultime sono, secondo Eschricht, gli ovarii o germigeni (già considerati da Leuckart come vitellogeni); la glandula a gomitololo (ovario di Leuckart), un ammasso di cellule piriformi, è considerata da Stieda come una glandula del guscio, opinione adottata anche da Landois e Sommer. Le uova si sviluppano per lo più nell'acqua ed escono dal guscio da un'apertura situata al polo superiore e chiusa da una specie di coperchio. L'embrione è ricoperto di un epitelio vibratile, con cui può nuotare per un certo tempo nell'acqua (fig. 333 c). Braun ha tentato dimostrare in questi ultimi tempi che le forme giovani di scolice di botriocefalo sono albergate dal luccio e dalla lota. Esse vi giungono probabilmente dopo essere passate per un ospite intermedio, in cui si è effettuata la trasformazione dalla larva ciliata in scolice. *B. cordatus* Lkt. testa grossa cordiforme, senza

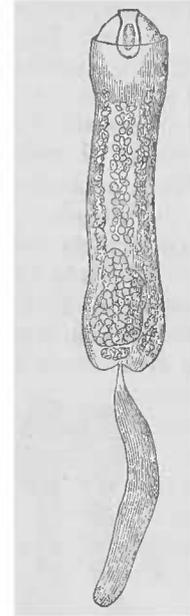


Fig. 341. — *Archigetes Sieboldii* Lkt. da R. Leuckart.

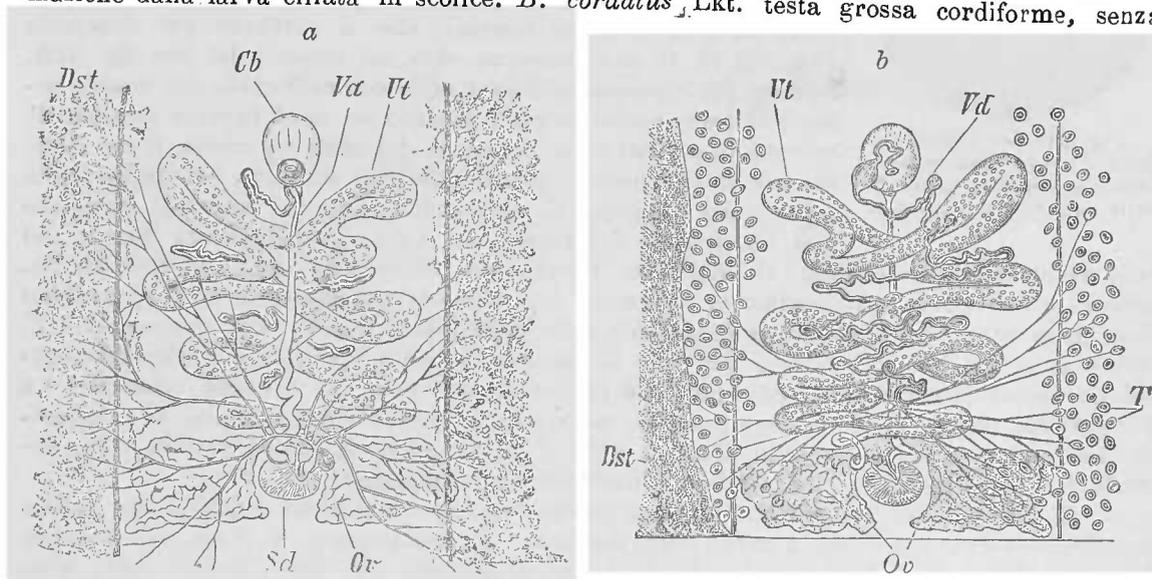


Fig. 342. — Organi sessuali di una proglotide matura di *Bothriocephalus latus*, da Sommer e Landois. *a* lato ventrale, *b* lato dorsale. *Ov* Ovario, *Ut* Utero, *Sd* Glandula del guscio, *Dst* Vitellogeno, *Va* Vagina con apertura, *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Cb* Tasca del cirro.

collo filiforme; molti depositi di corpuscoli calcari nel parenchima. Lunghezza di circa tre piedi. Nel tubo digerente dell'uomo e del cane in Groenladia. *B. liguloides* Lkt., forma giovane di 20 cm., nel tessuto connessivo peritoneale. China e Giappone. *B. rugosus* Rud., nell'intestino della lota.

Schistocephalus Crepl. Testa fessa con una ventosa da ogni lato. Corpo annulato. *S. solidus* Crepl. vive nella cavità viscerale del *Gasterosteus*, passa di là nell'acqua e diventa sessuato nel tubo digerente degli uccelli acquatici. *Triaenophorus* Rud. Testa non distinta, con due ventose poco sviluppate e due paia di uncini tridenti. Corpo non annuloso. Orifici sessuali marginali. *T. nodulosus* Rud. nel canale digerente del luccio, non sviluppato e incistato nel fegato dei *Cyprinus*.

Qui si pongono le famiglie *Tetrarhynchidae* (*Tetrarhynchus lingualis* Cuv). La forma giovane vive nelle sogliole, la forma adulta nel tubo digerente delle razze e degli squali) e *Tetraphyllidae* (*Echineibothrium minimum* van Ben).

Fam. *Taeniadae*. Armatura della testa formata di quattro ventose muscolose, a cui s'aggiunge spesso una corona semplice o doppia di uncini sul rostello. Proglottidi a orificio sessuale marginale. Vagina ordinariamente lunga, allargata all'estremità per formare un ricettacolo seminale. Utero chiuso. Fasi giovanili rappresentate da cisticerchi o cisticercoidi, di rado completamente mancanti di vescicola caudale; negli animali a sangue caldo e a sangue freddo.

Subfam. *Cystotaeniae*. Cestodi vescicolati, rostello con doppia corona di uncini, fatta astrazione da poche eccezioni. Sviluppo col mezzo di cisticerchi.

Taenia L. (*Cystotaenia* R. Lkt). Le teste derivano direttamente dalle vescicole dei cisticerchi. *T. solium*, Da 2—3 metri. Doppia corona formata da 26 uncini (fig. 327). Proglottidi mature con 9—10 mm. di lunghezza e da 6—7 di larghezza; utero da 7—10 rami che si dividono (fig. 332 a). Vive nel tubo digerente dell'uomo. Il suo cisticerco, detto *Cysticercus cellulosae*, vive principalmente nel tessuto cellulare sottocutaneo e nei muscoli del porco, si trova anche nel corpo dell'uomo (muscoli, occhi, cervello), che ne può essere direttamente infestato, quando esiste una tenia nel suo tubo digerente, e più raramente nei muscoli del capriolo e anche del cane e del gatto.

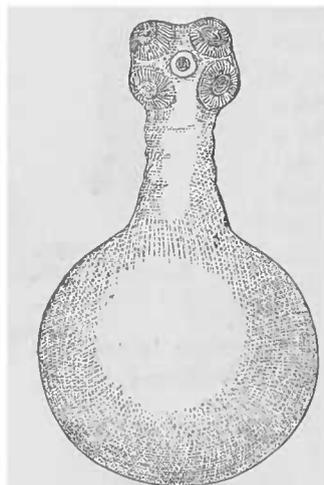


Fig. 343. — Cisticerco della *Taenia mediocanellata*, ingrandito circa 8 volte, con capo estroflesso.

Nel cervello dell'uomo il cisticerco si accresce in un corpo vescicoloso, senza talvolta formare un capo. *T. saginata* Goeze = *mediocanellata* Küchenm., nell'intestino dell'uomo, già descritta da antichi elmintologi come varietà della *T. solium* (fig. 328). Testa senza corona di uncini né rostello, ma con quattro ventose assai bene sviluppate. Il verme nastriforme raggiunge una lunghezza di quattro metri e pare più grosso della *T. solium*. Le proglottidi mature sono lunghe circa 18 mm., larghe 7—9 mm. L'utero presenta da 20 a 35 rami laterali, che si dividono per dicotomia (fig. 332 b). Il suo cisticerco vive nei muscoli del bue (fig. 343). Sembra principalmente diffuso nelle contrade calde del mondo antico; si trova anche in gran numero nel nord in certe località. *T. serrata* Goeze nel tubo digerente del cane da caccia, il suo cisticerco è il *Cysticercus pisiformis*, che si trova nel fegato della lepre e del coniglio. *T. crassicollis* Rud. nel gatto, il cisticerco è il *Cysticercus fasciolaris* del topo. *T. marginata* Batsch. del cane da macellaio e del lupo; il cisticerco, *Cysticercus tenuicollis*, nell'epiploon dei ruminanti e dei porci, accidentalmente in quello dell'uomo (*Cyst. visceralis*). *T. crassiceps* Rud. della volpe, col *Cysticercus longicollis* nella cavità toracica dei topi campagnoli. *T. coenurus* v. Sieb., nell'intestino del cane da pastore, lo stato vescicolare è rappresentato dal *Coenurus cerebralis* nel cervello delle pecore di un anno. Si è anche constatata la presenza del cenuro in altri luoghi, per es. nella cavità viscerale del coniglio. *T. tenuicollis* Rud. nel tubo digerente della *Mustela* e del *Putorius*, con un cisticerco che vive, secondo Küchenmeister, nei condotti biliari dei topi campagnoli.

T. (Echinococcifer Weinl.) Le teste nascono in capsule speciali in modo che la loro introflessione è rivolta verso la cavità della vescicola. *T. echinococcus* v. Sieb. nell'intestino del cane, lungo da 3-4 mm. composto di poche proglottidi (fig. 336); uncini della testa numerosi, ma piccoli. Lo stato vescicolare, o echinococco, notevole per lo spessore della sua cuticola stratificata, vive principalmente nel polmone e nel fegato dell'uomo (*E. hominis*) e degli animali domestici (*E. veterinorum*). La prima forma, detta *E. altricipariens*, per la frequente produzione di vescicole figlie, e di vescicole nipoti, presenta ordinariamente una mole considerevole e una configurazione irregolarissima, mentre la forma parassita degli animali domestici, *E. scolicipariens*, conserva più spesso l'aspetto di una semplice vescicola. Del resto queste idatidi restano spesso sterili, non presentano capsule e costituiscono allora ciò che si chiamano *acefalocisti*. Un'altra forma, questa patologica, è l'echinococco mult

oculare che per lungo tempo si è preso per un carcinoma colloide. Esso trovasi anche nei mammiferi (bue) e spesso presenta una singolare somiglianza con nodi tubercolari. La malattia prodotta dagli echinococchi (idatidi) è diffusissima in Islanda e nel Mecklemburg, e sembra endemica in alcune località dell'Australia.

Subfam. *Microtaeniae*. Manca spesso il rostello, o è inerme, o armato solo di piccoli uncini. Sviluppo con forma giovanile cisticercoide.

1. *Dipylidia*. Microtenie con apparecchio sessuale pari e aperture genitali ai due lati.

T. (Microtaenia). Forma giovane cisticercoide di piccola mole e con una piccola quantità di liquido nella parte poco sviluppata corrispondente alla vescicola. Testa della tenia piccola, con un rostello a forma di clava o di tromba con piccoli uncini. Uova a involucri multipli; gli embrioni hanno per lo più dei grossi uncini. La forma giovane cisticercoide vive principalmente negli invertebrati; nei lumaconi, negli insetti, ecc., più raramente nei vertebrati a sangue freddo (*Tinca*) *T. cucumerina* Bloch. Nel tubo digerente dei cani da appartamento. Il cisticercoide manca affatto di vescicola caudale e vive, secondo Melnikoff e R. Leuckart, nella cavità viscerale del pidocchio dei cani (fig. 337 a). L'infezione ha luogo perchè il cane inghiottisce i parassiti che lo tormentano, mentre il parassita, dal canto suo, inghiottisce le uova fissate sulla pelle cogli escrementi. La *T. elliptica* Batsch., che vive nell'intestino del gatto e accidentalmente in quello dell'uomo, è identica. Al gruppo dei *Dipylidi* appartengono: la *T. expansa* Rud. nella pecora, la *T. denticulata* Rud. nel bue, la *T. pectinata* Goeze, la *T. Leuckartii* Riehm. nella lepre.

2. *Brachytaeniae*. Corpo assai largo e corto, e sbocco laterale delle aperture sessuali. *T. perfoliata* Goeze (*T. plicata* Rud. forma giovanile) nel cavallo, *T. mamillana* Mehl. nel cavallo. *T. nana* Bilh. v. Sieb., nell'intestino degli abissini; si trovò anche in Italia lunga appena cm. 2,7, assai vicina, se non identica, alla *Tenia murina*, il cui cisticercoide, secondo Grassi e Rovelli, si sviluppa nei villi intestinali del topo, senza ospite intermedio. *T. flavopunctata* Weinl., nell'intestino umano, scoperta nell'America settentrionale da Weinland, trovata anche da Grassi in Italia, e considerata come identica alla *T. diminuta* Rud. = *leptocephala* Crepl.

Un gruppo speciale di tenie è formato dalla tenia con aperture genitali superficiali. *T. litterata* Batsch. *T. lineata* Goeze, nell'intestino del cane. A un altro gruppo appartengono le tenie dell'intestino degli uccelli. *T. sinuosa* Zed., nell'intestino dell'oca e dell'anitra. *T. tenuirostris* nel *Mergus* e nell'*Anas*, entrambe con cisticercoide caudato, forma giovanile che vive nel *Gammarus*.

IV. ORDINE. — Nemertini (1) (Rhynchocoela).

Vermi piatti allungati, spesso a nastro, con un tubo digerente erminato da un ano, con una tromba protrattile distinta, con vasi sanguigni e generalmente con due fossette ciliate alla regione cefalica. Sessi separati.

I nemertini si distinguono non solo per la forma del corpo allungato, ma anche per le loro dimensioni considerevoli e la loro organizzazione superiore. Sotto la pelle, che contiene pigmenti e glandule mucose, si stendono strati muscolari spessi, traversati da fasci congiuntivi. Lo strato esterno di muscoli longitudinali, assai sviluppato negli schizonemertini, manca negli altri nemertini (*Paleonemertini*, *Oplone-*

(1) A. de Quatrefages, Mémoire sur la famille des Némertines. *Ann. sc. nat.* Serie 3, Tom. VI, 1846. Mac Intosh, On the structure of the British Nemerteans. *Transact. Edinburg Royal Society*, Tom. XXV, 1.^o e 2.^o Barrois, Mémoire sur l'Embryologie des Némertes. Paris 1877. Hubrecht, The genera of europ. Nemerteans, ecc. Notes from the Leyden Museum Vol. I, 1879. Id. Zur Anatomie und Physiologie der Nemertinen. Amsterdam 1880. R. Dewoletzky. Das Seitenorgan der Nemertinen. *Arbeiten aus dem zool. Institute.* Wien, Tom VII, 1888.

mertini), cosicchè presso questi animali v'è un solo strato di muscoli annulari e uno strato interno di muscoli longitudinali. V'è sempre, all'estremità anteriore del corpo, sopra l'intestino boccale, una lunga tromba tubulare, protrattile, spesso armata di stiletto, che esce da un orifizio particolare anteriormente alla bocca e che può inguainarsi in una tasca muscolare speciale separata dalla cavità viscerale (fig. 344). Essa

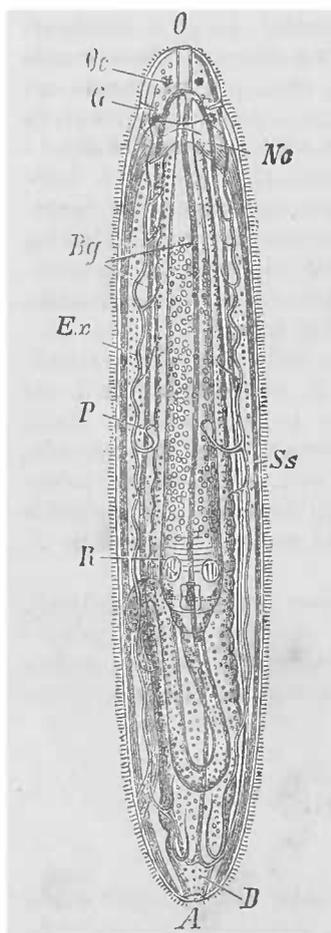


Fig. 344. — *Tetrastemma obscurum*, da M. Schultze. Esemplare e giovane lungo 3 linee. O Bocca, D Intestino, A Ano, Bg Vasi sanguigni, Ex Tronco laterale del sistema sanguigno, P Pori dello stesso, G Organolaterale, Ne Centro nervoso, Ss Tronchi nervosi laterali. O₂ Occhi.

contiene in molti nemertini (*Oplonemertini*) un grosso ago diretto all'innanzi, e sui lati, in tasche accessorie, degli aghi più piccoli. La porzione glandulare della tromba, situata all'indietro e su cui si inseriscono dei muscoli retrattori, dev'essere considerata, con Claparède, come un apparecchio di veleno. Il cervello acquista uno sviluppo considerevole; le sue metà si dividono in più parti, ordinariamente in una massa gangliare superiore e in una massa gangliare inferiore, e sono riunite da una doppia commessura che circonda la tromba. I due gangli inferiori si continuano coi due tronchi nervosi laterali, i quali, in alcuni casi (*Oerstedtia*), si avvicinano sulla faccia ventrale. I tronchi nervosi contengono non solo delle fibre, ma anche uno strato superficiale di cellule nervose, che costituiscono spesso dei rigonfiamenti gangliari nei punti donde partono i rami nervosi. Negli embrioni del *Proserochmus Claparèdii* i tronchi nervosi si terminerebbero in un rigonfiamento. Nella regione cefalica si trovano due infossamenti muniti di molte ciglia, detti fossette ciliate o fenditure cefaliche, sotto cui sono posti degli organi laterali innervati dal cervello e funzionanti come organi dei sensi. Gli occhi sono diffusissimi; sono ordinariamente macchie pigmentarie, contenenti talora dei corpi rifrangenti. Raramente si trovano, come nell'*Oerstedtia pallida*, due otocisti sul cervello.

I nemertini si distinguono da tutti gli altri vermi piatti per la presenza di sepimenti interni metamerici e di un apparecchio circolatorio. Esso è composto di due vasi laterali sinuosi, in cui il sangue circola dall'innanzi all'indietro, e di un vaso dorsale diritto, in cui il sangue scorre in un senso opposto. Quest'ultimo comunica, alla sua estremità posteriore e in vicinanza al cervello, coi due altri per mezzo di larghe anse vascolari; ed è anche in relazione con essi nel suo percorso per molte anastomosi trasversali. I vasi hanno delle pareti contrattili. Il sangue è per lo più inco-

loro; in alcune specie è rosso. Nell' *Amphiporus splendens*, nella *Borlasia (Amphiporus) splendida*, la colorazione rossa (emoglobina) è anche dovuta a dei globuli sanguigni ovali, appiattiti.

I sessi, salvo qualche eccezione (*Borlasia hermaphroditica*), sono separati. Le due sorta di organi genitali hanno la stessa struttura; sono tubi pieni d'ova o di nemaspermi situati nelle parti laterali del corpo fra le tasche laterali dell'intestino, e si aprono all'esterno per mezzo di orifici pari situati nella parete del corpo. Le uova deposte sono spesso riunite da una sostanza gelatinosa in masse irregolari o in cordoni, dal cui mezzo l'individuo madre esce, come la sanguisuga dal bozzolo. Alcune forme, come il *Prosochmus Claparèdii* e il *Tetrastemma obscurum*, sono vivapari.

Lo sviluppo negli *Schizonemertini* ovipari presenta delle metamor-

fosi; ora esistono larve ciliate, sotto i cui involucri direttamente nasce il giovane animale (larve di Desor), ora larve in forma di elmo che erano già state descritte sotto il nome di *Pilidium*. In quest'ultimo caso, dopo la segmentazione che è totale, il vitello si trasforma in un embrione globulare ciliato che attraversa la membrana vitellina e nuota liberamente; l'inizio del tubo digerente si forma per in-

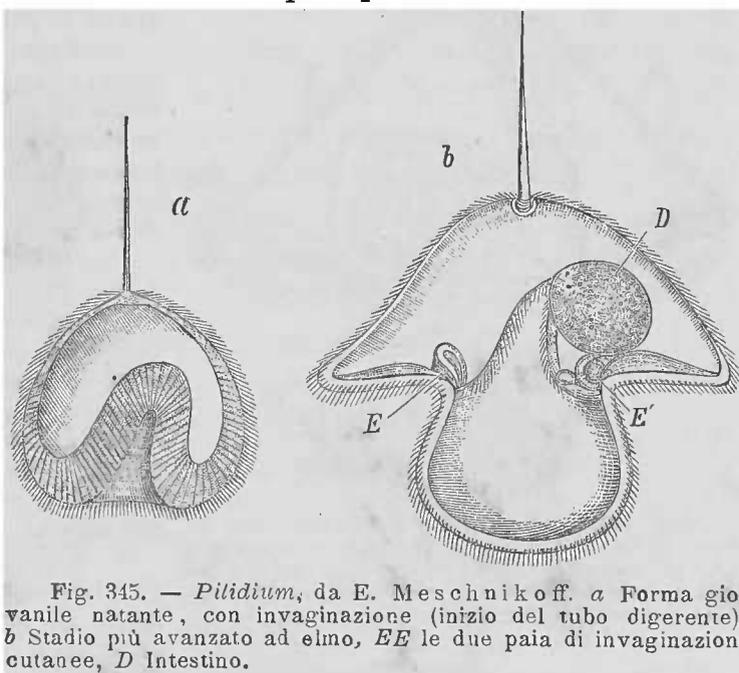


Fig. 345. — *Pilidium*, da E. Meschnikoff. *a* Forma giovanile natante, con invaginazione (inizio del tubo digerente), *b* Stadio più avanzato ad elmo, *EE* le due paia di invaginazioni cutanee, *D* Intestino.

troflessione, e all'estremità opposta del corpo appare un lungo flagello vibratile (fig. 345 *a*). Da ogni lato della bocca si sviluppa una larga appendice, che è circondata da una fascetta ciliata (fig. 345 *b*). Il corpo del nemertino deriva da due paia di dischi formati da introflessioni dell'ectoderma. Saldandosi, costituiscono una striscia primitiva in forma di navicella, che ingloba il tubo digerente. Questa striscia primitiva corrisponde alla testa e al ventre del futuro nemertino. Il dorso si forma più tardi; la tromba deriva da una introflessione all'estremità anteriore della striscia (fig. 346). Più tardi il giovane nemertino esce per la rottura delle pareti della larva. Gli *oplonemertini* si sviluppano direttamente.

I nemertini vivono principalmente nel mare sotto i sassi nel limo: le specie piccole nuotano.

Esistono forme terrestri e forme pelagiche. Alcune specie costrui-

scono dei tubi, delle guaine, che esse rivestono di una secrezione mucosa. Il loro nutrimento si compone, per le forme grandi, specialmente di vermi tubicoli da loro estratti dai loro nicchi per mezzo della tromba. Vi sono anche dei nemertini parassiti, armati, come gli irudinei, di una ventosa posteriore (*Malacobdella*). I nemertini sono notevoli per la grande facilità che hanno a rigenerare gli organi distrutti. Le parti separate dal corpo, che si rompe facilmente in certe specie, possono, in circostanze favorevoli, riprodurre ciascuna un animale completo.

1. Sottordine. *Palaeonemertini* (*Anopla* e. p.). Tromba inerme. Fenditure cefaliche rappresentate dagli orifici corti, infundiboliformi degli organi laterali. Questi ultimi sembrano uniti al cervello. Uno strato di fibre muscolari annulari e uno strato interno di fibre longitudinali. Tronchi nervosi situati all'esterno dello strato di fibre annulari. Bocca dietro al ganglio cefalico.

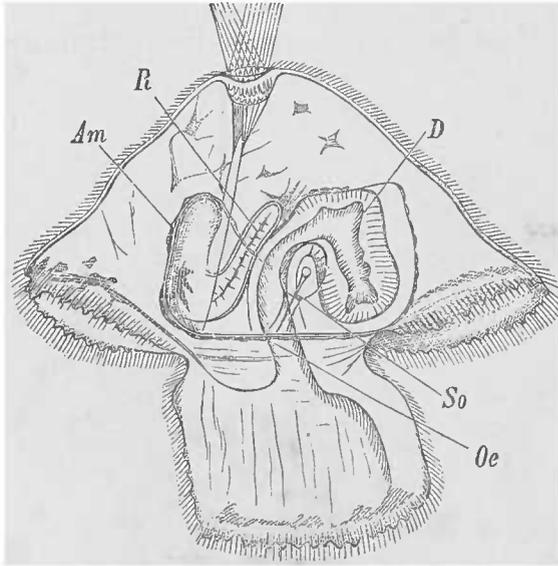


Fig. 346. — *Pilidium* più avanzato, con un ciuffo di ciglia e il corpo del verme abbozzato nel suo interno. da Bütschli. Oe Esofago, D Intestino, Am Rivestimento amniotico, R Abbozzo della tromba, So Organo laterale.

a m. 4,80 e anche più di lunghezza. Coste d'Inghilterra. *Cerebratulus marginatus* Ren. (*Mekelia somatotomus*, F. S. Lkt), Adriatico e Mediterraneo. *Micrura fasciolata* Ehrbg, Coste del mare del Nord e Adriatico.

Sottordine *Hoplönemertini* (*Enopla*). Tromba armata di stiletti. Fenditure cefaliche corte e infundibuliformi. Organi laterali uniti al cervello per mezzo di un lungo nervo. Muscoli formati da uno strato annulare e da uno strato longitudinale interno. Manca lo strato longitudinale esterno. Tronchi nervosi situati al di dentro dello strato longitudinale interno. Bocca posta all'innanzi del ganglio cefalico.

Fam. *Amphiporidae*. Gangli arrotondati. Corpo corto e largo. *Amphiporus laetiflorus* Johnst. Vive sotto i sassi, dal mare del Nord al Mediterraneo; lungo da otto a 10,8 cm. *Drepanophorus spectabilis* Quat. *Tetrastemma obscurum* M. Sch. viviparo. Baltico fig. 344). *T. agricola* Will. Suhm. terrestre. *Proserochmus Claparèdii* Kef. ovoviviparo. *Nemertes gracilis* Johnst.

Fam. *Cephalothrichidae*. Vicina alla precedente. Senza fenditure cefaliche, nè organi laterali. Testa non distinta, lunghissima e acuminata. *Cephalothrix bioculata*. Oerst. Sund.

Fam. *Carinellidae*. *Carinella* Johnst. Corpo allungatissimo, restringentesi gradualmente all'indietro partendo dalla testa. Estremità cefalica arrotondata. *C. annulata* Mtg. Coste d'Inghilterra, di Francia, del Mediterraneo, dell'Adriatico. *Polia Delle* Ch. *P. delineata*. Mediterraneo.

Sottordine. *Schizonemertini* (*Anopla* p. e.). Tromba inerme. Le fenditure cefaliche occupano l'intero margine della testa. Gli organi laterali sono prolungamenti immediati del cervello. La muscolatura si compone, oltre allo strato di fibre muscolari annulari e allo strato interno di fibre longitudinali, di un altro strato esterno di fibre longitudinali, sotto il quale sono situati i tronchi nervosi. Bocca dietro al ganglio cefalico.

Fam. *Lineidae*. Ganglio allungato. Corpo più o meno appiattito. *Lineus marinus* Mont. *L. longissimus* Lim. (*Borlasia anglica* Oerst., *Nemertes Borlasii* Cuv) giunge

II. CLASSE. — Nematelminti (Nemathelminthes).

Vermi cilindrici, fusiformi o filiformi, muniti di papille o di uncini alla loro estremità anteriore, a sessi separati.

Il corpo non annulato è cilindrico, più o meno allungato, talora filiforme e in generale attenuato alle due estremità. Mancano sempre i parapodi, e così pure, fatte rare eccezioni, le setole mobili: invece esistono spesso organi di difesa o di fissazione, come denti e uncini all'estremità anteriore del corpo, e in alcuni casi anche piccole ventose addominali che servono a fissare l'animale durante l'accoppiamento. Ordinariamente la pelle ha una forte cuticola e un involucro muscolare completamente sviluppato, che permette al corpo non solo di piegarsi e incurvarsi, ma anche, nei nematodi filiformi, di muoversi serpeggiando. La cavità viscerale circondata dall'involucro muscolo-cutaneo, contiene il liquido sanguigno e gli organi digerenti e riproduttori. L'apparecchio circolatorio e gli organi della respirazione mancano completamente. Il sistema nervoso esiste sempre. Occhi semplici sono abbastanza diffusi nelle forme non parassite. La sensibilità tattile ha probabilmente sede principale all'estremità anteriore del corpo, soprattutto quando vi si trovano delle papille e dei rigonfiamenti labiali o delle setole: mentre gli *acantocefali* mancano di bocca e di tubo digerente, i nematodi hanno sempre un tubo digerente, che generalmente finisce con l'ano sulla faccia ventrale vicino all'estremità posteriore del corpo. Gli *organi d'escrezione* sono svariati; nei nematodi sono canali pari che sboccano in un poro comune, situati nei *campi laterali* o *linee laterali*; negli *acantocefali* v'è un sistema di canali sotto-cuticolari ramificati. Salvo alcune eccezioni, i nematelminti hanno i sessi separati e si sviluppano direttamente o con metamorfosi. Le larve e gli individui sessuati sono abbastanza spesso divisi su due animali diversi.

La maggior parte sono parassiti, sia per tutta la loro vita, sia per certi periodi solamente: esistono anche delle forme che conducono una vita indipendente e che presentano spesso i più stretti rapporti con le forme parassite.

I ORDINE. — Nematodi (Nematodes) (1):

Vermi cilindrici con bocca e tubo digerente, per lo più parassiti in animali superiori.

I nematodi hanno un corpo filiforme allungatissimo, la cui arma-

(1) Oltre i lavori antichi di Rudolphi, Bremser, Cloquet, Dujardin, vedi: Diesing, *Systema helminthum*, 2 vol., Vienna, 1850, 1851. — Idem, *Revision der Nematoden*, *Wiener Sitzungsberichte*, 1860. — Claparède, *De la formation et de la fécon-*

tura, quando esiste, è composta di papille o di noduli al polo anteriore del corpo, intorno alla bocca, o di aculei e uncini nell'interno della cavità boccale. La bocca conduce in un esofago stretto, ordinariamente formato da un tubo chitinoso prismatico, circondato da uno strato di

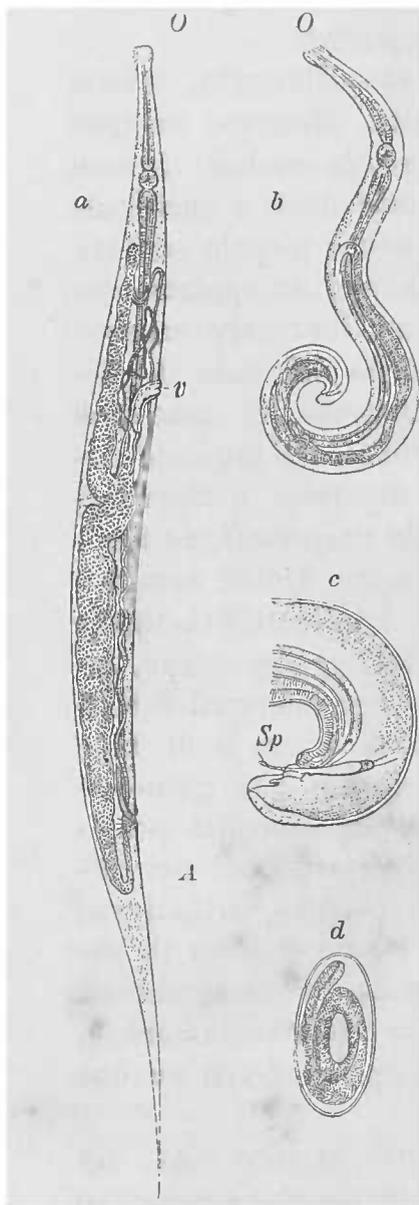


Fig. 347. — *Oxyuris vermicularis* da R. Leuckart
a femmina, O Bocca, A Ano, V Apertura genitale. b Maschio con parte posteriore ricurva. c La stessa ingrandita Sp Spicula. d Uovo con embrione racchiuso.

grossi muscoli e spesso dilatato in un bulbo muscolare (faringe). In alcuni generi (*Rhabditis*, *Oxyuris*) il tubo chitinoso della faringe presenta delle protuberanze longitudinali, dei denti, verso cui convergono i muscoli raggianti, riuniti in fasci conici. Per la sua funzione, l'esofago è essenzialmente un tubo succhiante, che, dilatandosi progressivamente dall'innanzi all'indietro, aspira i liquidi e li conduce nel tubo digerente. All'esofago segue un canale digerente, a pareti cellulari, terminato dall'ano, situato sulla faccia ventrale, non lontano dall'estremità posteriore (fig. 347). Manca di muscoli, salvo che nella sua porzione posteriore, dove esistono fibre muscolari alla faccia esterna della parete, il che dà a quest'organo la possibilità di contrarsi. Spesso anche si estendono dalla pelle al retto delle fibre della stessa natura. In alcuni nematodi (*Mermis*), l'ano manca, nei *Gordius* la bocca e la parte anteriore del tubo digerente si atrofizzano. In altri casi, per obliterazione del lume, l'intestino diventa un cordone cellulare massiccio (*Mermis albicans*, *Attractonema*), che ha il significato di apparecchio contenente materiale di riserva, oppure, durante lo sviluppo, la bocca e l'ano spariscono, senza lasciar traccia (*Allantonema mirabile*). L'alimento viene introdotto dalla superficie del corpo. Il cosiddetto corpo cellulare del *Gordius* è probabilmente da ricondursi a un'espansione delle cellule peritoneali (1).

La cuticola resistente, spesso annulata e

dation des oeufs chez le vers nématods. Gineyra, 1856. — A. Schneider, Monographie der Nematoden. Berlino, 1866.

— R. Leuckart, Untersuchungen über *Trichina spiralis*, Lipsia e Heidelberg, 1876, 2.^a Ediz. — Idem, Die menschlichen Parasiten, ecc., Vol. II, Lipsia e Heidelberg, 1876.

— C. Claus, Ueber *Leptodera appendiculata*, Marburg, 1868. — O. Bütschli, Untersuchungen über die beiden Nematoden der *Periplaneta orientalis*, *Zeitschr. für wiss. Zoologie*, Vol. XXI, 1871. — Idem, Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden. *Archiv für mikr. Anatomie*, Vol. X. — A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Lipsia, 1882. II. — R. Leuckart, Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Lebensgeschichte, der Nematoden, Lipsia, 1887

(1) Vejdo vsky, Zur Morphologie der Gordiiden, *Zeitschr. für wiss. Zool.* XLIII, 1886.

stratificata, sta sopra uno strato sotto-cuticolare (*ipoderma*) molle, granuloso, contenente nuclei, che è la matrice della prima; all'interno di questa è situato l'involucro sviluppatissimo, composto di muscoli longitudinali nastriformi o fusiformi. La superficie del corpo può presentare talora delle elevazioni particolari, sotto forma di coste longitudinali, di campi poliedrici, di tubercoli, di peli, di spine (1). Le mute, ossia la caduta e il cambio degli strati cuticolari, hanno luogo durante l'età giovanile. I muscoli, che si possono considerare come cellule, si continuano spesso con delle appendici vescicolari, munite talora di prolungamenti che hanno un contenuto trasparente o granuloso e fibrillare (sostanza midollare), e che sporgono dalla cavità viscerale (fig. 348). A seconda che il numero delle cellule muscolari, disposte secondo leggi determinate, è più o meno grande, i nematodi sono detti *meromiarî* o *polimiarî*. In questi ultimi le cellule muscolari sono spesso in relazione le une con le altre per mezzo di prolungamenti trasversali della sostanza midollare, che si riuniscono su ogni linea mediana in un cordone longitudinale.

Quasi sempre, fuorchè nel *Gordius*, esistono ai lati del corpo, due strisce longitudinali che non presentano muscoli; sono le *linee laterali* o *campi laterali*, che acquistano talora la stessa larghezza dei campi muscolari. Sono formati da una sostanza finamente granulosa cosparsa di nuclei, vi si trova un vaso trasparente contenente delle granulazioni, che si riunisce all'innanzi col suo corrispondente del lato opposto, e viene a sboccare in una fenditura trasversale comune, il *poro vascolare*, sulla linea mediana, alla faccia ventrale. Per la loro posizione e la loro struttura le linee laterali rappresentano organi d'escrezione, omologhi al sistema dei vasi acquiferi. Oltre a queste linee laterali, si distinguono anche delle linee mediane (*linea dorsale* e *linea ventrale*), o delle linee mediane accessorie (*linee submediane*) situate ognuna fra la linea mediana e la linea laterale. Il *Gordius* presenta un cordone ventrale sviluppatissimo, corrispondente ad una linea mediana e che ha forse la funzione di un cordone nervoso. Si osservarono delle glandule cutanee unicellulari vicino all'esofago e nella coda.

Il *sistema nervoso* fu riconosciuto in un modo certo solo in un piccolo numero di forme, per la difficoltà di questo studio. Si compone di un anello nervoso intorno all'esofago, che manda due tronchi ner-

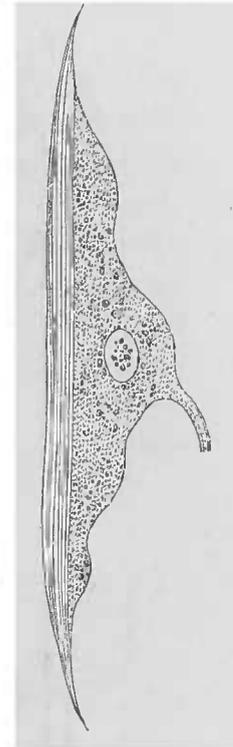


Fig. 348. — Cellula muscolare di un nematode.

(1) La cuticola può anche portare svariatisime appendici, e, in certi casi, anche un rivestimento completo di aculei (*Cheiracanthus* Dies. = *Gnathostoma* Ow. *Ch. hispidum* Fedtsch.).

vosi in dietro e sei avanti (*Ascaris megalcephala*). I primi seguono la linea dorsale e la linea ventrale (nervo dorsale, nervo ventrale) delle sei altre, due sono situate nelle linee laterali (nervi laterali), e quattro nello spazio compreso dalle linee laterali e dalle linee mediane (nervi submediani); si distribuiscono nelle papille intorno alla bocca. Le cellule nervose sono poste in parte lateralmente, avanti e dietro l'anello nervoso, in parte sui filamenti nervosi stessi, e sono riunite in gruppi, a cui si può dare il nome di ganglio dorsale, ganglio ventrale, gangli laterali. Esistono inoltre degli ammassi di cellule nervose, tanto nella linea

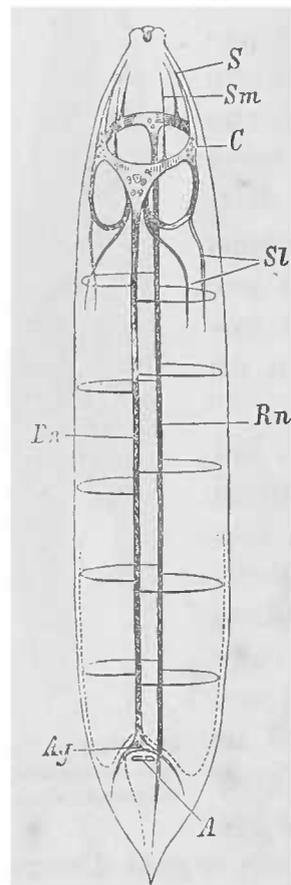


Fig. 349 — Sistema nervoso dei nematodi, schematico, da Bütschli. C Ganglio laterale sull'anello nervoso, S Nervi laterali anteriori, Sm Nervi submediani, Sl Nervi sublaterali, Bn Nervo ventrale, Rn Nervo dorsale, Ag Ganglio anale, A Ano.

mediana, come nelle laterali della regione caudale.

Questa conformazione del sistema nervoso, così differente da quella dei plattelminti, si spiega ammettendo che il nervo ventrale risulti dall'unione, sulla linea mediana, dei due tronchi laterali, e il nervo dorsale mediano dalla fusione dei due nervi dorsali (fig. 349).

Gli organi dei sensi sono rappresentati dai due occhi, esistenti nei nematodi non parassiti e dalle papille e setole che stanno intorno alla bocca. Le papille sono incurvate, ciascuna dà una fibra nervosa, che all'estremità si gonfia a clava e forma l'asse della papilla rivestita dalla cuticola.

I nematodi hanno i sessi separati, eccettuato il *Pelodytes*, che è ermafrodita, e il *Rhabdonema nigrovenosum*, il *Rh. strongyloides* e l'*Allantonema mirabile* (che dopo la scomparsa dell'intestino si riduce a un corpo reniforme nell'*Hylobius pini*); questi producono prima degli spermatozoi e più tardi delle uova. I maschi si distinguono dalle femmine per la mole minore e per la curvatura frequente dell'estremità posteriore. Gli organi genitali maschili e femmili sono formati da tubi semplici o pari, spesso molto sinuosi, la cui parte superiore genera elementi sessuali e la cui parte inferiore rappresenta un canale vettore e un serbatoio. I tubi ovarici generalmente pari, che producono all'estremità le uova primordiali (le

quali si ingrossano poi alla periferia di un cordone centrale (*rhachis*) posto più in basso, conducono ad una corta vagina che sbocca sulla faccia ventrale, verso il mezzo del corpo, raramente all'estremità posteriore. L'apparecchio maschile, coi suoi spermatozoi conici, è ordinariamente composto di un tubo impari, e giunge ad una cloaca che gli è comune col tubo digerente, sulla faccia ventrale, vicino all'estremità posteriore. Spesso la cloaca contiene, in un diverticolo della pa-

rete posteriore, due pezzi di chitina, o *spicule*, che possono essere proiettate all'esterno da muscoli speciali, e che servono a fissare la femmina durante l'accoppiamento. Spesso (*Strongylides*) esiste inoltre una tasca a forma di cloaca che serve d'organo copulatore, oppure la parte terminale della cloaca può rovesciarsi all'esterno e costituisce così un pene (*Trichina*). L'apertura della cloaca è allora all'estremità del corpo (*Acrophalli*), ma però ancora sulla faccia ventrale. Quasi sempre si trovano nel maschio, presso l'estremità posteriore del corpo, delle papille, il cui numero e disposizione danno dei caratteri specifici importanti.

I nematodi sono per lo più ovipari: solo di rado sono vivipari. Le uova hanno per lo più un guscio duro e resistente e possono essere deposte a diversi periodi dello sviluppo embrionale, o prima che questo abbia cominciato: nei nematodi vivipari le uova hanno delle membrane sottili, e gli embrioni le lacerano nell'utero (*Trichina*, *Filaria*). La fecondazione si opera per la penetrazione di un nemasperma nell'interno del vitello ancora privo di membrana involgente. La segmentazione è eguale; si forma una specie di gastrula per invaginazione. Da questi due strati di cellule derivano la parete del corpo e il tubo digerente. Il foglietto medio deriva da due cellule poste simmetricamente sul margine posteriore della bocca, che producono due strisce mesodermatiche, in ciascuna delle quali una cellula notevole per la sua grossezza costituisce l'abbozzo degli organi genitali. L'embrione acquista gradatamente una forma cilindrica allungata e si arrotola nell'interno del guscio. Il poro vascolare, gli organi laterali e l'anello nervoso esistono già nell'embrione munito di bocca e ano. Le fasi posteriori dell'evoluzione presentano una metamorfosi complicata, perchè non hanno luogo nello stesso mezzo abitato dall'individuo madre. La maggior parte dei nematodi durante la prima età vive in un mezzo diverso da quello dell'individuo adulto; organi diversi dello stesso animale (muscoli, tubo digerente, *Trichina*) o di animali diversi albergano le forme giovani e le forme sessuate dei nematodi. Le prime vivono per lo più negli organi parenchimatosi, libere o incistate in una capsula di tessuto connessivo; le altre principalmente nel tubo digerente: queste possono anche avere il loro *habitat* nell'acqua limacciosa o nella terra, e in questo caso non sono incistate.

Quasi sempre gli embrioni hanno una particolare configurazione dovuta alla forma dell'estremità boccale e dell'estremità caudale; talora possiedono anche un dente o una corona di aculei (*Gordius*). Dopo un tempo più o meno lungo sono soggetti ad una muta ed entrano allora in una seconda fase, che deve spesso considerarsi come un'altra forma larvale, tanto più che, prima di giungere a maturità sessuale, subiscono ancora delle nuove mute.

Lo sviluppo post-embrionale dei nematodi presenta molte modificazioni. Nel caso più semplice il trasporto degli embrioni ancora chiusi

negli involucri dell'uovo ha luogo passivamente con gli alimenti (*Oxyuris vermicularis* e *Trichocephalus*). In molti *ascaridi*, a giudicarne dalla specie parassita del gatto, gli embrioni muniti di un dente passano dapprima in un ospite intermedio (R. Leuckart), dove vanno, cogli alimenti e le bevande, nel tubo digerente dell'ospite definitivo; secondo Grassi, l'ascaride dell'uomo s'introduce senza bisogno di ospite intermedio.

In altri casi le forme giovani si incistano nell'ospite intermedio, e, circondate dalla cisti, vengono trasportate nello stomaco e nell'intestino dell'ospite definitivo (fig. 350). Per esempio gli embrioni, ancora chiusi nell'involucro dell'uovo, della *Spiroptera obtusa* del topo, sono inghiottiti con gli alimenti dai bachi della farina (*Tenebrio molitor*), nella cui cavità si incistano. Nella *Trichina spiralis*, che è vivipara,

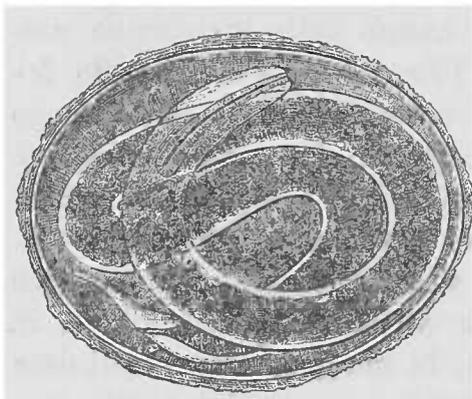


Fig. 350. — *Sclerostomum tetraacanthum*, incapsulato, da R. Leuckart.

il modo di sviluppo differisce in ciò, che l'emigrazione degli embrioni e la loro trasformazione in trichine incistate nei muscoli, ha luogo nello stesso individuo che tiene nell'intestino delle trichine giunte a maturità sessuale.

Talora l'evoluzione delle larve di nematodi emigrati in un ospite intermedio, fa rapidi progressi. Così è nel *Cucullanus elegans*, i cui embrioni emigrano nei ciclopidi, subiscono due mute nella cavità viscerale di questi piccoli crostacei, cambiando considerevolmente di forma e mostrando già la capsula caratteristica dell'animale adulto, di cui acquistano definitivamente l'organizzazione nell'intestino della perca. La *Filaria medinensis* presenta, secondo Fedtschenko (1), un modo di sviluppo analogo. Gli embrioni, giunti nelle pozze d'acqua, emigrano nella cavità viscerale dei ciclopidi, e, dopo aver subito la muta, assumono una forma che, salvo la mancanza di capsula boccale, ricorda quella delle larve di *Cucullanus*. Dopo due settimane ha luogo una muta con cui scompare la lunga coda. Non si sa se l'emigrazione delle larve di filaria abbia luogo passivamente coi ciclopidi, o attivamente dopo che è avvenuto l'accoppiamento allo stato libero; probabilmente vengono introdotte con l'acqua potabile.

Gli embrioni di alcuni nematodi si trasformano nella terra umida dopo la muta, in piccole *Rhabditis* caratterizzate da un doppio rigonfiamento dell'esofago e da una armatura faringea tridentata: esse vi conducono una vita indipendente, emigrano più tardi nell'ospite in cui

(1) Vedi Fedtschenko, Ueber den Bau und Entwicklung der *Filaria medinensis*, nei Rendiconti dei *Freunde der Naturwissenschaften*, Mosca, Vol. VIII e X.

devono definitivamente fissarsi e vi subiscono più mute e più cambiamenti di forma, finchè sono giunti allo stato adulto. Questo modo di sviluppo ci è offerto dal *Dochmius trigonocephalus*, che si trova nel tubo digerente del cane, da una specie vicina, il *D. (Ancylostomum) duodenalis* dell'uomo, e dagli sclerostomi degli animali domestici.

Finalmente i discendenti dei nematodi parassiti, vivendo nella terra umida sotto forma di *Rhabditis*, possono acquistarsi degli organi sessuali; essi rappresentano una generazione particolare, i cui discendenti emigrano di nuovo e diventano parassiti. Il modo di riproduzione rientra allora nell'eterogonia. Tale è, per esempio, il *Rhabdonema nigrovenosum*, che si trova nei polmoni dei batraci. Questi parassiti dei polmoni, lunghi dai 13 ai 20 mm., hanno tutta la struttura di femmine, ma con-

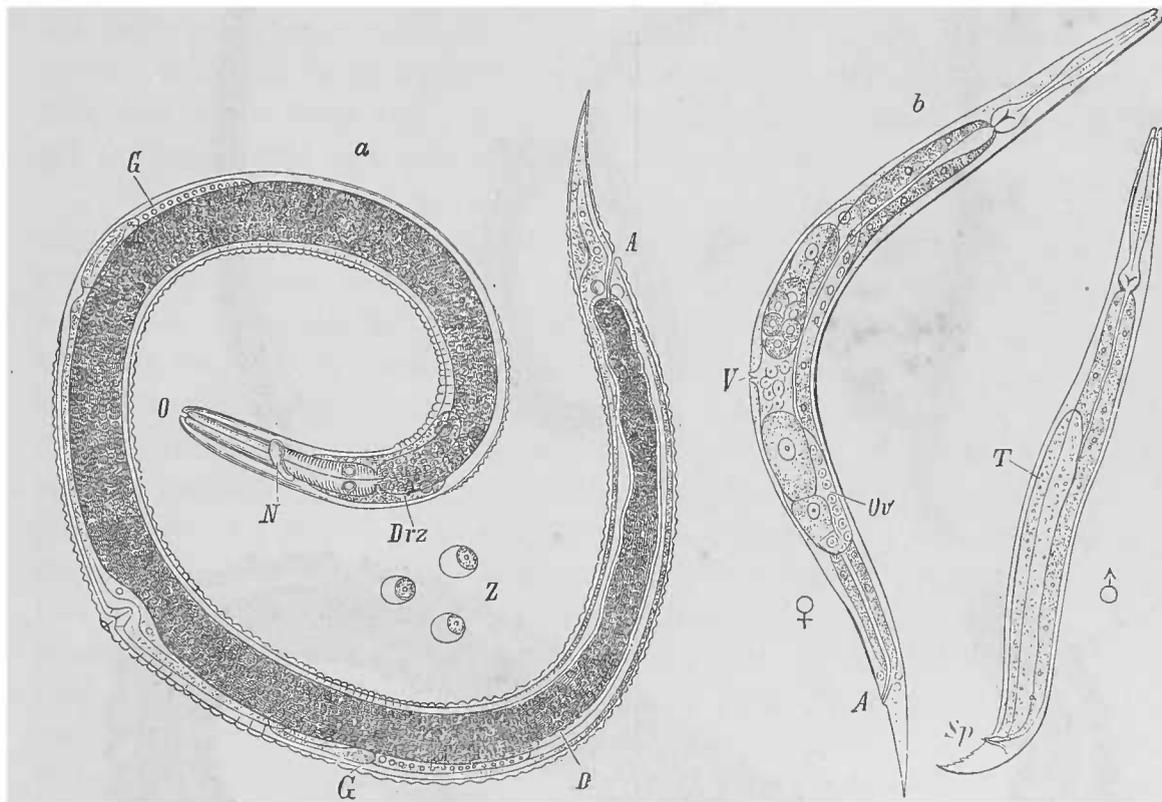


Fig. 351. — *a* *Rhabdonema nigrovenosum*, di circa mm. 3,5 di lunghezza, nello stadio di maturità maschile. *G* Glandole genitali. *O* Bocca. *D* Intestino. *A* Ano, *n* Anello nervoso, *Drz* Cellule glandulari *z* Zoospermi isolati. *b* Forme di *Rhabditis* maschio e femmina, lunghe mm. 1,5—2. *Ov* Ovario, *V* Apertura genitale femminile, *T* Testicoli, *Sp* Spicula.

tengono nemaspermi che si sono formati nei loro tubi genitali più presto delle uova (come nel *Pelodytes viviparo*), e sono vivipari.

La loro progenitura attraversa l'intestino del loro ospite, si accumula nel loro retto e finalmente passa con gli escrementi nella terra umida o in acqua limacciosa, e là assume in poco tempo la lunghezza di appena 1 mm. e la forma di *Rhabditis* dioica (fig. 351 *a* e *b*). Nelle femmine fecondate di queste ultime si sviluppano da due a quattro embrioni, che diventano liberi nell'interno del corpo materno, penetrano nella sua cavità viscerale e si nutrono a spese degli organi che esso

contiene, che si risolvono in *detritus* granuloso. Finalmente gli embrioni, che sono allora abbastanza grandi, sottili e allungati, penetrano attraverso la cavità boccale e la glottide nei polmoni dei batraci. Si osserva un egual modo di evoluzione nel *Rhabdonema strongyloides* (*Anguillula stercoralis*), come pure nel parassita ermafrodita dell'ilobio del pino (*Allantonema mirabile*). La *Leptodera appendiculata*, che vive

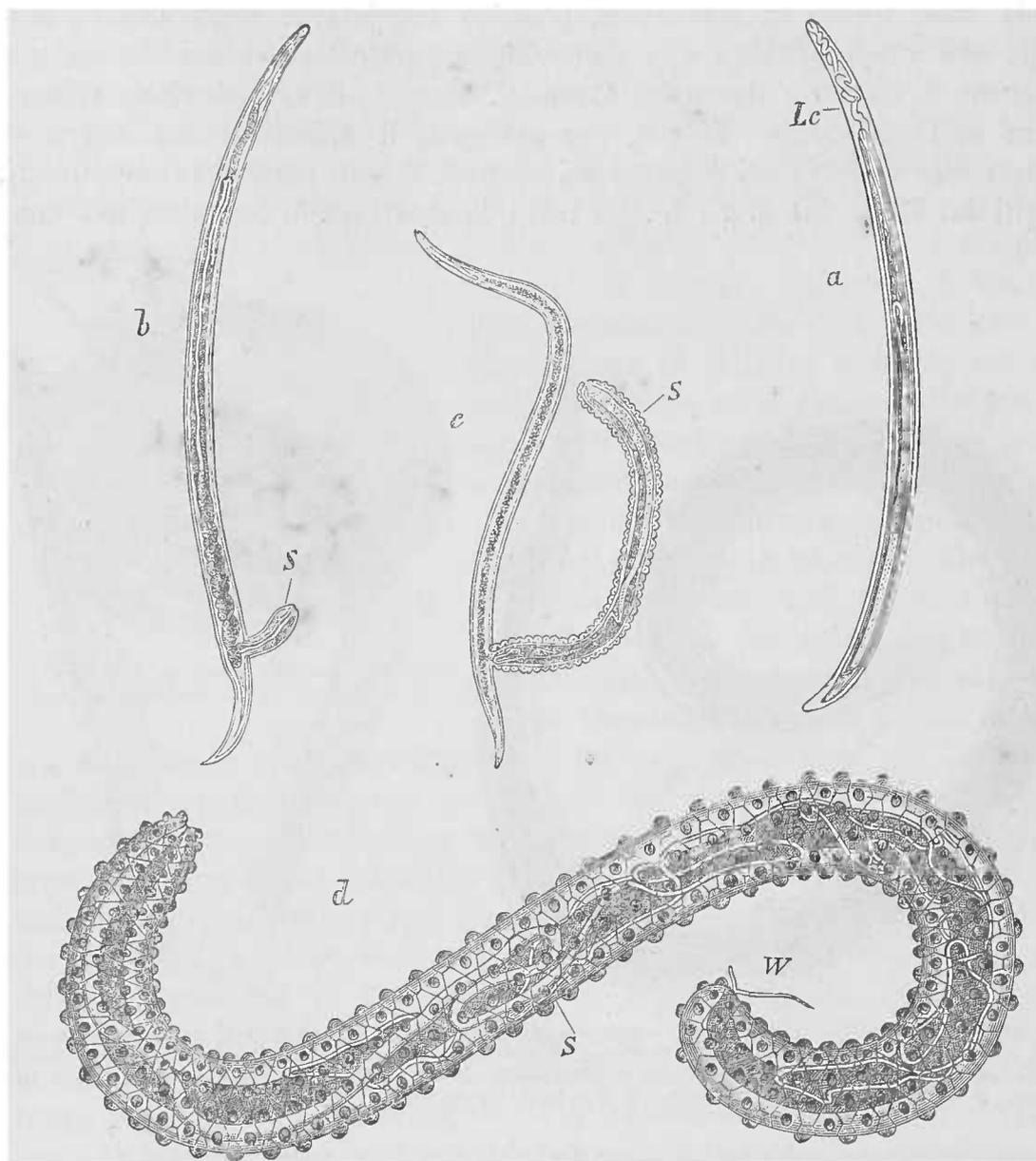


Fig. 352. — *a* *Sphaerularia* maschio nell'involucro larvale (*Lc*), *b* Femmina con vagina semi-estroflessa (*S*). *c* La stessa con vagina estroflessa a tubo. *d* Tubo completo della vagina coll'incluso ovario, ovidotti, utero e corpo del verme, aderente (*W*), da R. Leuckart.

nel limacide rosso (*Arion empiricorum*), presenta nel suo sviluppo una simile alternanza di generazione eteromorfa, ma che non è così regolare, poichè parecchie generazioni di *Rhabditis* possono succedersi. La *Leptodera* offre anche questa particolarità, che la forma parassita nel limacide è mancante di bocca; essa rappresenta una larva caratterizzata

dalla presenza di due lunghe appendici caudali nastriformi, la quale, dopo essere giunta nella terra umida, dopo aver fatto la muta e aver perdute le sue appendici, rapidamente diventa sessuata e adulta.

I nematodi si nutrono di succhi organici, alcuni anche di sangue, e possono allora fare delle ferite con la loro armatura boccale, e rodere i tessuti. Si muovono con ondulazioni rapide della faccia ventrale e della faccia dorsale, le quali, quando il corpo è in movimento, sembrano essere le faccie laterali. Sono quasi tutti parassiti, talora conducono una vita indipendente per certi periodi della loro esistenza (*Strongylides*), o durante certe generazioni (generazioni di rabinieri delle specie di *Rhabdonema*). Molti piccoli nematodi non sono mai parassiti; vivono liberamente nell'acqua dolce e salata o sulla terra. Alcuni sono parassiti sulle piante, per esempio l'*Anguillula tritici*, *A. dipsaci*, ecc. Altre vivono nelle sostanze vegetali in fermentazione, per esempio, l'anguillula dell'aceto, della colla di farina agra; possono anche cagionare degli accrescimenti analoghi alle galle (*Tylenchus*).

L'emigrazione dei parassiti può anche essere una condizione necessaria per raggiungere la maturità sessuale, che ha luogo solo durante il soggiorno nella terra umida (*Mermis*) o nell'acqua (*Gordius*), e conduce all'accoppiamento. Aberranti sono anche alcuni casi recentemente scoperti di piccoli nematodi, le cui femmine sono le sole che, dopo l'accoppiamento, emigrano in insetti, e con le migliorate condizioni di nutrizione, come parassiti, non solo ingrossano, ma subiscono delle speciali modificazioni di organizzazione e di forma del corpo, utili per la produzione dei piccoli. Nell'*Attractonema gibbosum* e nel notevole parassita del *Bombus* (*Sphaerularia bombi*) le femmine trasmigrano, dopo l'accoppiamento avvenuto allo stato libero, quelle, nelle larve di *Cecidomyia pini*, queste, nella femmina ibernante del bombo; l'intestino si riduce a un cordone cellulare, i relativi corpi adiposi spariscono, la vagina si estroflette, includendo utero e ova, ovario e intestino, mentre il corpo dell'animale si avvizzisce in una piccola appendice (fig. 352). Le uova, già nel corpo dell'ospite, contengono embrioni sviluppatissimi, donde nascono le larve; queste diventano libere, e giungono alla maturità sessuale o dopo pochi giorni (*Attractonema*), o dopo parecchi mesi. Notevole è la facoltà dei piccoli nematodi, di resistere lungamente all'essiccamento, e di ritornare in vita se vengono rimessi nell'acqua.

Fam. *Ascaridae*. Corpo alquanto tozzo. Bocca con tre labbra, munite di papille, e di cui l'una è dorsale, le altre due si toccano sulla linea mediana ventrale. Estremità posteriore del corpo ricurva dal lato ventrale nel maschio, e per lo più con due spicule cornee.

Ascaris L. Polimiarii, con tre forti labbra il cui margine è dentato, nelle grandi specie. La faringe non forma un bulbo distinto. Estremità caudale ordinariamente corta e conica, sempre munita, nel maschio, di due spicule (fig. 353). *A. lumbricoides* Cloquet. Nell'intestino tenue dell'uomo; lungo da 30 a 50 cm. Una piccola varietà (*A. suilla* Duj.) nel maiale. Le uova arrivano nell'acqua o nella terra umida e vi restano per più mesi fino alla fine dello sviluppo embrionale; non giungono probabilmente nell'intestino dell'ospite

definitivo che dopo essere passati per un ospite intermedio. Secondo le ricerche di Grassi, vi giungerebbero direttamente *A. megalcephala* Cloquet, nel cavallo e nel bue. *A. mystax* nel gatto e nel cane, accidentalmente anche nell'uomo.

Oxyuris Rud. Meromiarii, ordinariamente con tre labbra, che portano piccole papille. Estremità posteriore dell'esofago rigonfia a bulbo sferico munito di denti. Estremità posteriore del corpo prolungata in punta acuta nella femmina, munita, nel maschio solo di due papille pre-anali e di un piccolo numero di papille post-anali; una sola spicula (fig. 347) *O. vermicularis* L. nell'intestino crasso dell'uomo, diffuso in tutti i paesi. Femmina lunga circa 10 mm. *O. curvula* Rud. nel cieco del cavallo.

Fam. *Strongylidae* Orificio genitale maschile situato all'estremità posteriore del corpo, al fondo di una borsa campaniforme, il cui margine porta un numero vario di papille, all'estremità di sporgenze raggianti a forma di c ste, determinate da fibre muscolari.

Eustrongilus Dies. Sei papille sporgenti intorno alla bocca, una serie di papille in ogni linea laterale. Borsa campanuliforme, mancante di coste e completamente chiusa, a pareti muscolari dappertutto dello stesso spessore e con molte papille marginali. Una sola spicula. Orificio genitale femminile vicinissimo all'estremità anteriore. Le larve sono incistate nei pesci (*Filaria cystica* del *Symbranchus*). *E. gigas* Rud. Corpo della femmina lungo tre piedi, largo solamente 12 mm. Vive isolato nel bacino del rene delle foche e delle lontre, raramente dell'uomo.

Strongylus Rud. Bocca piccola, circondata da sei papille. Due papille cervicali coniche sulle linee laterali. Estremità posteriore del maschio con una borsa discoidale incompletamente chiusa, per lo più con un organo di sostegno impari. Orificio genitale femminile vicino talora all'estremità posteriore. Vivono per lo più nei polmoni e nei bronchi. *St. longevaginus* Dies. Corpo lungo circa 26 mm., largo da 5 a 7 mm. Orificio genitale femminile situato immediata-

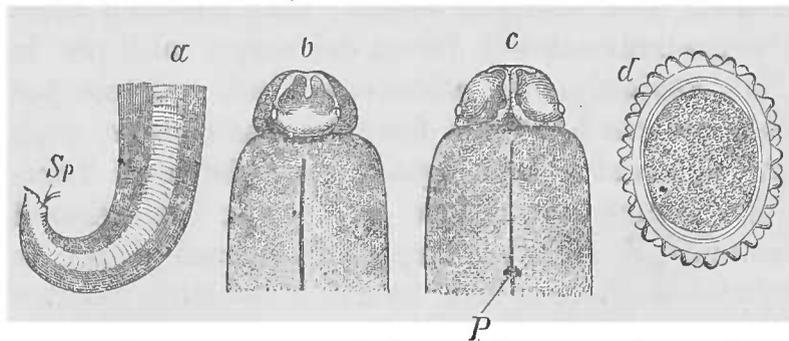


Fig. 353. — *Ascaris lumbricoides*, da R. Leuckart. a Estremità posteriore di un maschio con due spicule (Sp). b Estremità anteriore vista di sopra, con le labbra dorsal portanti due papille. c La stessa dal di sotto, con le due labbra laterali ventrali e il foro di escrezione (P). d Uovo col rivestimento esterno fatto da globetti ialini.

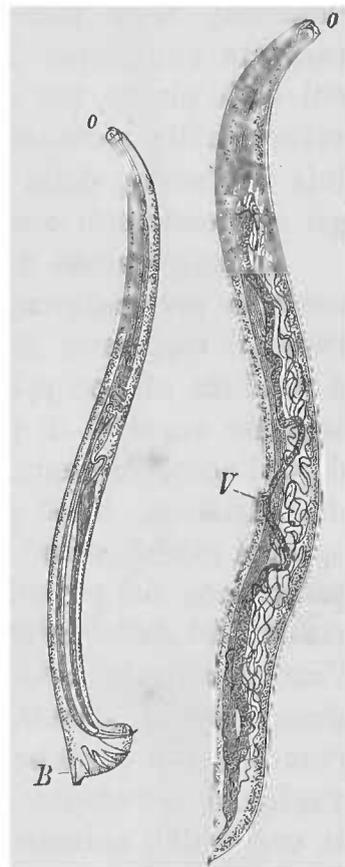


Fig. 354. — *Dochmius duodenalis*, da R. Leuckart. a Maschio. O Bocca. B Borsa. b Femmina. O Bocca. A Ano. V Vulva.

mente avanti all'ano; un solo tubo ovarico. Trovato una sola volta nel polmone di un fanciullo di sei anni a Klausenburg. *St. paradoxus* Mehlis, nei bronchi del maiale. *St. filaria* Rud. nei bronchi del montone. *St. commutatus* Dies. nella trachea e nei bronchi della lepre e del coniglio. *St. auricularis* Rud., nell'intestino tenue dei batraci.

Dochmius Duj. Bocca larga e capsula boccale cornea fortemente dentellata sul margine. Al fondo della capsula due denti sulla parete ventrale e una punta conica sporgente obliquamente in avanti sulla parete dorsale. *D. duodenalis* Dub. (*Ancylostomum duodenale* Dub). Lungo da 10 a 18 mm. scoperto in Italia nell'intestino tenue dell'uomo; frequentissimo nella regione del Nilo (Bilharz e Griesinger) (fig. 351). Con la sua potente armatura boccale ferisce le pareti dell'intestino e succhia il sangue dei vasi intestinali. Le emorragie determinate da questi parassiti sono la causa della malattia designata col nome di clorosi egiziana. Recentemente si osservò la presenza di questo verme al Brasile e s

riconobbe che si sviluppava come il *D. trigonocephalus* nelle pozzanghere d'acqua (Wucherer) *D. trigonocephalus* Rud. nel cane. *Sclerostomum* Rud. Caratteri dei *Dochmius*, ma con una capsula boccale differente, in cui sboccano due lunghi tubi glandulari. *Sc. equinum* Duj. = *Sc. armatum* Dies. Nell'intestino e nei vasi mesenterici del cavallo. Come Böllinger (1) dimostrò, i fenomeni della colica dei cavalli derivano da emboli ragionati dalla trombosi delle arterie intestinali. Ogni aneurisma contiene circa nove vermi. *Sc. tetra-canthum* Mehlis. ugualmente nell'intestino del cavallo. Le forme giovani emigrano nell'intestino, si incistano nelle pareti del cieco e del colon prendono nell'interno della cisti la loro forma definitiva, la perforano e tornano nell'intestino (fig. 350). *Cucullanus elegans* Zed. nella perca

Fam. *Trichotrachelidae*. Parte anteriore del corpo lunga e sottile. Bocca piccola senza papille. Lunghissimo esofago che attraversa un cordone cellulare particolare.

Trichocephalus Goeze. Parte anteriore del corpo lunghissima, capillare, molto distinta dalla parte posteriore gonfiata, cilindrica, contenente gli organi genitali e ravvolta nel maschio. Senza campi laterali con linee mediane. Pene tenue con una guaina che si rovescia all'esterno quando esso sporge. Le uova, con guscio resistente, hanno la forma di limoni; le prime fasi di sviluppo hanno luogo nell'acqua. *Tr. dispar* Rud., nel colon dell'uomo. I vermi sono sprofondati con la parte anteriore nella mucosa dell'intestino (fig. 355). Le uova sono espulse dal corpo dell'ospite con gli escrementi senza presentare ancora alcuna traccia di sviluppo. Questo ha luogo dopo un lungo stanziamento nell'acqua o nei luoghi umidi. Secondo le esperienze istituite da R. Leuckart col *Tr. affinis* della pecora e il *Tr. crenatus* del porco, gli embrioni, ancora contenuti negli involucri dell'uovo trasportati nell'intestino, vi si trasformano in tricocefali adulti, ed è permesso concludere che il tricocefalo dell'uomo viene introdotto direttamente con le acque o con gli alimenti sporchi senza passare per un ospite intermedio. I giovani sono dapprima filiformi e simili a delle trichine; più tardi la loro parte posteriore si allarga progressivamente.

Tricosomum Rud. Corpo filiforme, la parte posteriore del corpo è rigonfia nella femmina. Campi laterali e linee mediane. Estremità caudale del maschio con una ripiegatura cutanea; pene semplice (spicula) con una guaina. *Tr. muris* Crepl., nell'intestino crasso del topo. *Tr. crassicauda* Bellingh., nella vescica urinaria del topo. Secondo R. Leuckart, il maschio, piccolissimo vive nell'utero della femmina. In generale si trovano nella femmina da due a tre maschi di rado quattro o cinque. Esiste ancora un'altra specie nella vescica urinaria del topo, *Tr. Schmidtii* v. Linst. di cui il maschio, più grande, era stato preso per quello del *Tr. crassicauda*.

Trichina Owen (2). Corpo capillare. Linee mediane e campi laterali. Orificio genitale femminile anteriore. Estremità posteriore del maschio con due piccole eminenze coniche, fra cui la cloaca si può rovesciare all'esterno. *Tr. spiralis* Owen. Nell'intestino dell'uomo e di molti mammiferi, massimamente dei carnivori. Lunga solo quattro millimetri (fig. 356). Le femmine vivipare cominciano a produrre embrioni otto giorni dopo la loro entrata nel tubo digerente, questi attraversano la parete intestinale e la cavità viscerale dell'ospite e arrivano nei muscoli striati, in parte per emigrazione attiva attraverso i fasci di tessuto

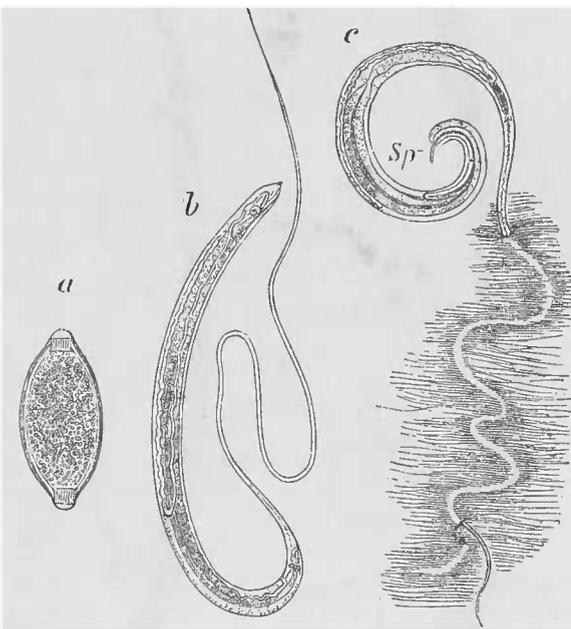


Fig. 355. — *Trichocephalus dispar*, da R. Leuckart. a Uovo, b Femmina, c Maschio, colla parte anteriore del corpo immerso nella mucosa intestinale. Sp Spicula.

(1) Böllinger, Die Kolik der Pferdes und das Wurmaneurysma der Eingeweidearterien. Monaco, 1870.

(2) Vedi le memorie di R. Leuckart, Zenker, R. Virchow, Pagenstecher, etc.

connessivo, in parte portati dalla corrente sanguigna. Essi forano il sarcolemma, penetrano nel fascio primitivo, la cui sostanza subisce una degenerazione, mentre i nuclei si moltiplicano attivamente, e, nell'interno di un rigonfiamento sacciforme della fibra muscolare, si trasformano; dopo una quindicina di giorni, in piccoli vermi arrotolati in spirale, intorno

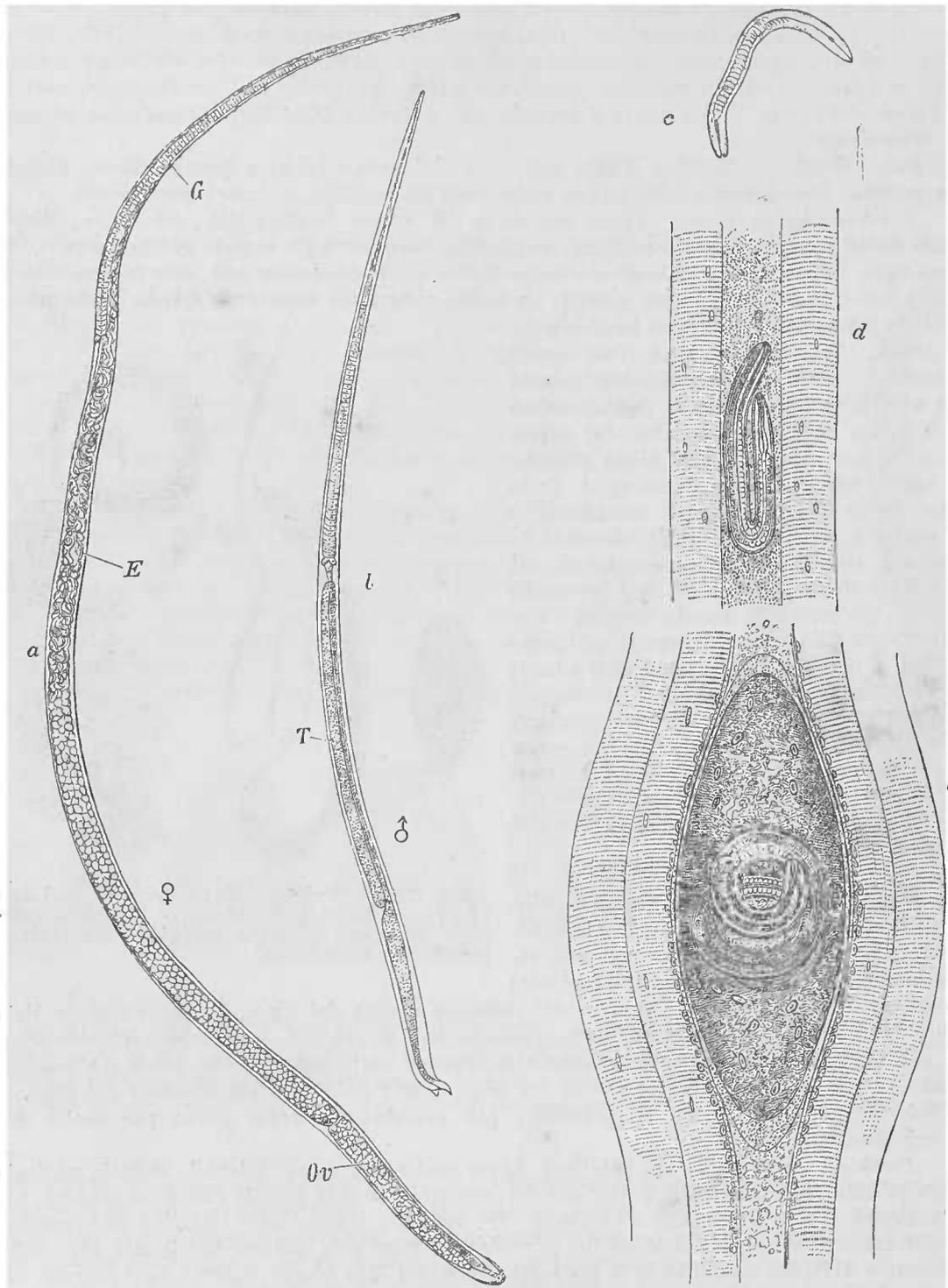


Fig. 356 — *Trichina spiralis*. *a* Trichina femmina matura. *Ov* Ovario, *G* Apertura genitale, *E* Embrioni. *b* Maschio, *T* Testicoli, *c* Larva (cosidetto embrione), *d*. Lo stesso in una fibra muscolare, ingrandito, *e* Lo stesso sotto forma di trichina arrotolata, muscolare, incistata.

ai quali vien secreta, nell'interno del sarcolemma, una capsula trasparente a forma di limone a spese della sostanza muscolare degenerata. Le giovani trichine muscolari possono restare per degli anni in queste cisti dapprima assai sottili, ma poi ispessite dal deposito di nuovi strati incrostati più tardi di calcare. Se esse vengono introdotte con la carne del loro

ospite nell'intestino di un animale a sangue caldo, si liberano dalla cisti per l'azione del succo gastrico, e i loro organi genitali, già abbastanza sviluppati, arrivano rapidamente a maturanza. Già due o tre giorni dopo la loro introduzione, le trichine muscolari sono trasformate in trichine sessuate, che si accoppiano e producono una nuova generazione che emigra nell'interno dello stesso animale (una femmina può produrre 1000 embrioni).

Ma l'ospite naturale della trichina è sempre il topo, il quale non disdegna i cadaveri di individui della propria specie e nel quale la trichinosi si trasmette così di generazione in generazione. Accidentalmente i cadaveri affetti da trichinosi sono mangiati dal porco, e con la loro carne la trichina passa nell'intestino dell'uomo, cagionando la nota malattia che può condurre alla morte.

Fam. *Filariidae*. Corpo filiforme allungato; spesso sei papille boccali; talora una capsula boccale cornea. Estremità posteriore rotolata a spirale nel maschio, con quattro paia di papille pre-anali, a cui può aggiungersi anche una papilla impari; due spicule ineguali o una sola spicula.

Filaria. O. Fr. Müll. Apertura boccale piccola; esofago stretto. Le specie, mancanti talora di papille, vivono all'esterno dei visceri, per lo più nel tessuto connessivo, spesso sotto la pelle (Divise da Diesing in molti generi). *F. (Dracunculus) medinensis* Gmel. (2). Verme di Medina. Nel tessuto connessivo dell'uomo, nelle contrade tropicali del mondo antico, raggiunge una lunghezza di 65 centimetri e più. Testa con due labbra mediane e tre paia di papille laterali. Femmina vivipara priva d'orificio sessuale; maschio sconosciuto. Vive nel tessuto cellulare fra i muscoli e la pelle, e, dopo essere giunta a maturanza sessuale, produce un tumore (fig. 357). Recentemente fu dimostrato (Fedtschenko) che gli embrioni di filarie emigrano nei ciclopidi e che vi subiscono una muta. Allora, dentro ancora nel corpo dei ciclopidi, vengono essi trasportati nell'acqua che serve di bevanda, o diventano liberi e si accoppiano? Non si sa. *F. immitis* Leidy. Nel ventricolo destro del cane; frequentissima nell'Asia orientale; vivipara. Gli embrioni passano direttamente nel sangue, ma non vi subiscono il loro sviluppo ulteriore. Si trovano dei giovani ematozoi simili nel sangue dell'uomo sotto i tropici dell'antico e del nuovo mondo. Furono descritti sotto il nome di *F. sanguinis hominis* Lew. La *F. Bancrofti* Cobb. dei tumori linfatici è stata riconosciuta come la loro forma sessuata. Siccome queste giovani filarie si mostrano anche nell'urina, la loro apparizione pare abbia un legame etiologico con l'ematuria. Nelle Indie orientali vivono anche nel sangue dei cani erranti certe giovani filarie che vanno considerate come la progenitura della *Filaria sanguinolenta* Rud., poichè, secondo Lewis, si trovano regolarmente sull'aorta e sull'esofago dei rigonfiamenti con questa filaria. *F. papillosa* Rud. nel peritoneo del cavallo, *F. loa* Guyot, nella congiuntiva dei negri al Congo. *F. labialis* Pane. Osservata una sola volta a Napoli. Una giovane filaria non adulta, descritta sotto il nome di *Filaria lentis* (oculi humani), fu trovata nella capsula del cristallino nell'uomo. *F. attenuata*. Nella cornacchia.

Fam. *Mermittidae*. Nematodi mancanti di ano, con corpo lungo e filiforme e sei pa-

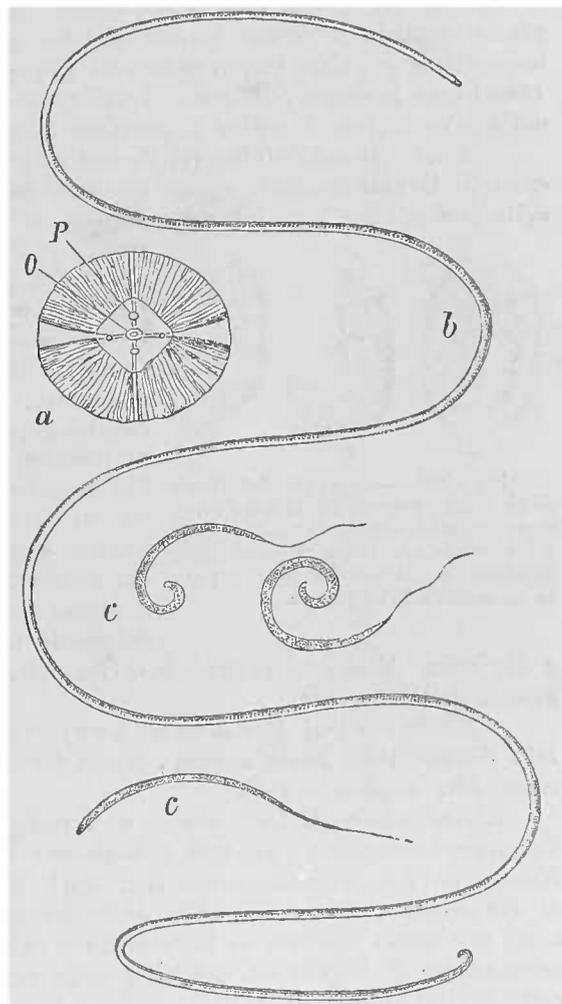


Fig. 357. — *Filaria medinensis*, da Bastian e R. Leuckart, a Estremità anteriore vista dalla faccia boccale, O Bocca, P Papille. b Femmina, ridotta di più che metà. c Embrioni assai ingranditi.

(1) Vedi H. C. Bastian, On the structure and nature of the *Dracunculus*. *Transact. Linn. Society*, Vol. XXIV, 1863, e Fedtschenko oc. cit.

pille boccali. L'estremità caudale del maschio è allargata e munita di due spicule e di tre serie di numerose papille. Vivono nella cavità viscerale degli insetti ed emigrano nella terra umida, dove diventano adulti e si accoppiano. *Mermis nigrescens* Duj. Diede luogo alla favola della pioggia di vermi. *M. albicans* v. Sieb. V. Siebold constatò sperimentalmente l'entrata dell'embrione nei bruchi di *Tinea evonymella*.

Fam. *Gordiidae*. Con corpo allungato, filiforme, senza papille boccali e campi laterali, con cordone ventrale. La bocca e la parte anteriore del tubo digerente si obliterano allo stato adulto, nell'interno del corpo cellulare perienterico. Gli ovai ed i testicoli pariboccano, insieme all'ano, vicino all'estremità posteriore del corpo. Utero impari, con ricettacolo seminale. L'estremità caudale del maschio è biforcata, senza spicula. Nell'età giovanile, hanno la bocca e vivono nella cavità viscerale degli insetti carnivori, ma nel tempo della riproduzione emigrano nell'acqua, dove diventano sessualmente maturi. Gli embrioni, muniti di una corona di aculei (fig. 358), traforano la membrana dell'ovo ed emigrano in larve di insetti (larve di *Chironomus*, efemere) dove si incistano. I coleotteri acquatici e gli altri insetti carnivori acquatici ingoiano, con la carne delle efemere, le giovani forme incistate, le quali si sviluppano allora in giovani gordi nella cavità viscerale del nuovo ospite. *Gordius aquaticus* Duj.

Fam. *Anguillulidae* (1) Nematodi liberi, di piccole dimensioni, talora con glandule caudali. Canali laterali, spesso sostituiti da glandule ventrali. Alcune specie sono parassite sulle piante o nel loro interno, altre stanno nelle materie in putrefazione o in fermentazione,

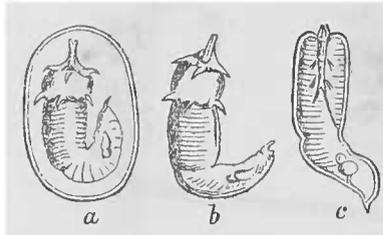


Fig. 358. — Larve del *Gordius subbifurcus*, da Meissner. *a* nella membrana dell'ovo con proboscide protratta, *b* fuori dalla membrana dell'ovo, *c* con la parte anteriore invaginata.

per lo più sono libere sulla terra o nell'acqua. *Tylenchus* Bast. Con piccola cavità boccale in cui è situato un aculeo. Orificio genitale femminile posteriore. *T. scandens* Seh. = *tritici* Needham, anguillula del frumento, nel grano guasto. Quando i chicchi cadono sul suolo umido, le forme giovani, disseccate, ritornano in vita, attraversano le membrane rammollite e penetrano nella pianticella che si sviluppa. Esse vi restano un certo tempo, forse tutto l'inverno, senza subire cangiamenti, finché si forma la spiga. Esse vi penetrano, vi si sviluppano e diventano adulte mentre la spiga fiorisce e matura. Si accoppiano, depongono delle uova da cui escono degli embrioni, che finalmente costituiscono tutto il contenuto dei grani. *T. dipsaci* Kühn, nei capitoli florali del cardo fullone. *T. Davainii* Bast. sulle radici del musco

e dell'erba. *Heterodera Schachtii* Schmidt, sulle radici delle barbabietole, dei cavoli, del grano, dell'orzo, ecc.

Rhabditis Duj. Divisi da Schneider in due generi, *Leptodera* Duj. e *Petodera* Schn. *Rh. flexilis* Duj. Testa aguzza, bocca bilabiata. Nelle glandule salivari del *Limax cinereus*. *Rh. anguistoma* Duj.

Rhabdonema R. Lkt. simili a filarie; esofago quasi cilindrico, leggermente rigonfio. Sviluppo eterogeneo con una generazione libera di maschi e di femmine della forma di *Rhabditis*. *Rh. nigrovenosum* (fig. 351). Nei polmoni dei rospi e delle rane; generazione di *Rhabditis* piccolissima. *Rh. strongyloides* R. Lkt. (*Anguillula intestinalis*) nell'intestino dell'uomo, trovato in Lombardia e in Cocincina, provoca una fortissima diarrea. La generazione di *Rhabditis*, descritta sotto il nome di *Anguillula stercoralis*, appartiene al ciclo evolutivo del *Rh. strongyloides* e si trasforma in libertà in una generazione di *Rhabditis* sessuata, adulta (2). *Rh. (Leptodera) appendiculata* Schn. nella terra umida; lunga 3 mm. La larva senza bocca, munita di due fasce caudali: nell'*Arion empiricorum*.

(1) Davaine, Recherches sur l'Anguillule du blé niellé. Paris, 1857. Kühn, Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blütenköpfen von Dipsacus fullonum Zeitschr. für wiss. Zool., Vol. IX, 1859. Bastian, Monograph of the Anguillulidae or free Nematoids, marine, land and freshwater. London, 1864. O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden, Nov. Acta, Vol. XXXVI, 1873. J. G. De Man. Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederl. Fauna, Leiden, 1884.

(2) R. Leuckart, Ueber die Lebensgeschichte der sogenannten Anguillula stercoralis und deren Beziehungen zu der sogenannten Anguillula intestinalis. Berichte der k. sächs. Gesellschaft d. Wissensch., 1882. C. Golgi e A. Monti. Sulla storia naturale, e sul significato clinico-patologico delle così dette anguillule stercorali e intestinali. Archivio per le scienze mediche. Vol. X. Torino 1886, e inoltre le memorie di B. Grassi E. Parona.

Allantonema mirabile R. Lkt. nei curculionidi del pino (*Hyllobius pini*), lungo 3 mm. a forma di salsiccia, circondato da una membrana, fissata nella cavità del corpo da rami tracheali, senza bocca, né intestino, né ano, con corpo cellulare peritoneale, ermafrodito proterandro con una generazione di raddite liberamente vivente, maschile e femminile

Attractonema gibbosum R. Lkt. nella cavità del corpo della *Cecidomyia pini*, senza bocca e ano, con un cordone cellulare invece di intestino, vagina ravvolta, ripiena di germi (come il tubo della *Sphaerularia*). Accoppiamento dei due animali sessuati libero. L'invasione nell'ospite si limita all'individuo femminile, il quale subisce una speciale metamorfosi.

Sphaerularia bombi Léon Duf. nella cavità del corpo della femmina ibernante di *Bombus*. La *Sphaerularia* femmina ha spesso al lato posteriore del corpo un piccolo filo a mo' di nematode, il quale fu già preso pel maschio. Schneider (1) dimostrò pel primo che questo corpo si forma con la sferularia, anzi è lo stesso corpo del verme, mentre la pretesa sferularia altro non è che l'utero estroflesso con l'ovario e un diverticolo intestinale in esso racchiuso. Questa interpretazione fu completata da Leuckart (2), secondo cui la sferularia, lunga 15 millimetri, è la vagina estroflessa coll'apparato genitale femminile, e ad esso aderisce il corpo del verme, straordinariamente piccolo (fig. 352, d, W). I giovani vermi in esso contenuti diventano liberi nel *Bombus*, e quando, usciti, raggiungono 1 mm. di lunghezza, divengono sessualmente maturi. Dopo l'accoppiamento, le femmine fecondate emigrano nel corpo delle femmine di *Bombus* ibernanti.

Anguillula aceti = glutinis O. F. Müll. dell'aceto e della colla di farina, lunghi 1-2 mm.

Fra le numerose anguillule senza dilatazione faringea (*Enoplidae*) ricorderemo: *Dorylaimus maximus* Bütsch. nella terra, *D. stagnalis* Duj. nel fango, in tutta Europa. *Enchelidium marinum* Ehr. *Enoplus tridentatus* Duj. entrambi marini.

I *Chetognati* (3) col genere *Sagitta* si avvicinano ai nematodi (figura 359). Sono vermi cilindrici allungati, con un'armatura boccale speciale e delle pinne orizzontali situate sui lati, il cui margine membranoso è sostenuto da raggi. La porzione anteriore del corpo, o testa, è nettamente distinta e porta da ogni lato della bocca due gruppi di uncini piuttosto ventrali, che funzionano come mascelle. Il sistema nervoso è formato da un ganglio cerebrale che porta gli occhi, e da un ganglio ventrale situato circa a metà della lunghezza del corpo. Esistono inoltre, vicino alla bocca,

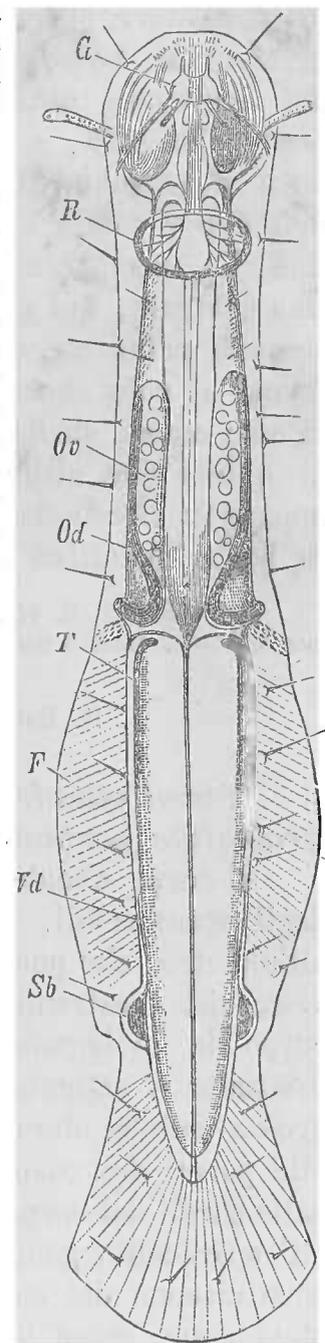


Fig. 359. — *Sagitta* (*Spadella*) *cephaloptera* (X 30), dal dorso (Hertwig). F Natatoia posteriore, G Ganglio. Te Tentacoli, R Organo olfatto-rio, Ov Ovario, Od Ovidotto, T Testicoli, Vd Vaso deferente, Sb Vescicola seminale.

(1) A. Schneider, Ueber die Entwicklung der *Sphaerularia bombi*. *Zoolog. Beitr.* Breslau, 1885.

(2) Leuckart. Entwicklung der *Sphaerularia bombi*. *Zool. Anz.*, 1885. Id. Neue Beiträge zur Kenntniss der Nematoden. Leipzig, 1887.

(3) Vedi A. Krohn, Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die *Sagitta bipunctata*. Hamburg, 1884. R. Wilms. De *Sagitta mare germanicum* circa insulam Helgoland incolente. Berolini, 1846. Kowalevski Embryologische Studien an Würmern und Artropoden. *Mém. de l'Acad. St. Pétersbourg* Vol. XVI. O. Hertwig, Die Chaetognathen, eine Monographie. Jena, 1880. B. Grassi, I Chetognati, Leipzig, 1883.

due gangli che si devono considerare come gangli sotto-esofagei, riuniti fra loro e col ganglio cerebrale da una commessura esofagea. Il tubo digerente diritto, fissato, a partire dall'esofago, alle pareti del corpo da un mesentere, sbocca alla base della lunga coda terminata da una pinna orizzontale. Le sagitte sono ermafrodite: hanno degli ovarî pari con dei ricettacoli seminali che si aprono per mezzo di due orifici alla base della coda, e altrettanti testicoli posti dietro ad essi, i cui prodotti si versano all'esterno, da ogni lato della coda. La segmentazione dell'ovo è totale e dà luogo ad una blastosfera. Questa si introflette fino alla scomparsa della cavità di segmentazione, in modo che si forma una gastrula, nel cui endoderma si possono già distinguere due cellule sessuali primitive. Quando esse si separano dall'endoderma, quest'ultimo forma al polo aborale due ripiegature, che dividono la cavità gastrica in una cavità mediana e in due cavità laterali. Il rivestimento cellulare di queste due ultime costituisce la parete del tubo digerente, su cui appare la bocca definitiva, al polo opposto a quello in cui era situata la bocca primitiva obliterata.

Sagitta Slab. *S. bipunctata* Krohn. *S. germanica* Lkt. Pag. *S. (Spadella) cephaloptera* Busch. Mari d'Europa.

II. ORDINE. — Acantocefali (Acanthocephali) (1).

Vermi cilindrici lunghi e stretti a forma di tubo con proboscide protrattile portante uncini, senza bocca e ano.

Il corpo ovoido oblungo o cilindrico, spesso striato trasversalmente, degli acantocefali, presenta all'avanti una tromba, con uncini ricurvi all'indietro, che può fissarsi in una guaina che fa salienza nella cavità viscerale. L'estremità posteriore di questa guaina è fissata alle pareti del corpo da un legamento e da muscoli retrattori (*retinaculi*). Sul fondo è situato il *sistema nervoso*, formato da un solo ganglio composto di grosse cellule, che invia dei nervi in avanti alla tromba e lateralmente alle pareti del corpo, attraverso ai retrattori laterali (fig. 360). Giunti nelle pareti del corpo, questi nervi si dividono e si distribuiscono in parte all'apparecchio genitale, ove si gonfiano, principalmente nei maschi, e costituiscono dei centri particolari. Gli organi di senso mancano completamente, come la bocca, l'intestino e l'ano. I succhi nutritivi sono assorbiti attraverso i tegumenti, che contengono, nel loro strato sottocuticolare molle e granuloso, un sistema complicato di canali. Sotto lo

(1) Oltre Dujardin, Diesing. l. c. cfr. R. Leuckart, Parasiten des Menschen, Tom. II 1876, Greeff, Untersuchungen über Echinorhynchus miliaris. *Arch. für Naturg.*, 1864. A. Schneider Ueber den Bau der Acanthocephalen, *Müllers Archiv*, 1868, e *Sitzungs. d. Oberhess. Gesellsch.*, 1871. A. Saeftigen, Zur Organisation der Echinorhynchen. *Morphol. Jahrbuch*. 1881 Grassi e Calandruccio, Ueber einen Echinorhynchus, ecc. *Centralbl. f. Parasitenkunde*, 1888.

strato dermatico inferiore, spesso assai grosso e colorato in giallo, si trova il grosso strato muscolare, formato da fibre interne longitudinali, che limita la cavità viscerale. È probabile che il sistema di canali ramificati, in cui si distinguono due tronchi longitudinali, funzioni come un apparecchio di nutrizione particolare, pieno di un liquido nutritivo, e che la porzione che è rappresentata da due corpi salienti nella cavità viscerale, attraverso lo strato muscolare, dietro la tromba (*lemnisci*) rappresenti un *organo di escrezione*, poichè il contenuto dei canali anastomizzati di questi lemnischi è in generale colorato in bruno e si compone di una massa cellulare assai granulosa. Secondo Schneider, i vasi dei lemnischi sboccherebbero in un canale circolare cutaneo, e non comunicherebbero che con la rete dei canali della regione cefalica situata allo avanti, mentre il contenuto dei vasi cutanei propriamente detti (apparecchio di nutrizione), completamente differente dal contenuto dei lemnischi, circola senza mescolarsi con esso.

La cavità viscerale contiene gli organi genitali assai sviluppati, che sono fissati all'estremità della guaina della

tromba da un legamento. I sessi sono separati. I maschi posseggono due testicoli, due canali deferenti, un canale eiaculatore comune, munito sovente di sei a otto sacchi glandulari, e un pene conico al fondo d'una tasca campanuliforme situata al fondo posteriore del corpo, e che può riversarsi all'esterno (figura 362). Solo nello stadio giovanile, l'ovario rimane un corpo semplice contenuto nel legamento. Di mano in mano che l'animale si sviluppa, s'accresce continuamente e si divide in parecchie masse di uova, le quali per la loro pressione lacerano il legamento. Queste masse, come le uova mature che se ne staccano, cadono

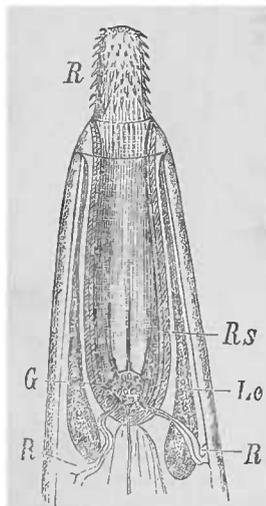


Fig. 360. — Parte anteriore di un *Echinorhynchus*, *R* Proboscide, *Rs* Vagina della proboscide, *G* Ganglio, *Le* Lemnischi, *R* Retinacoli.

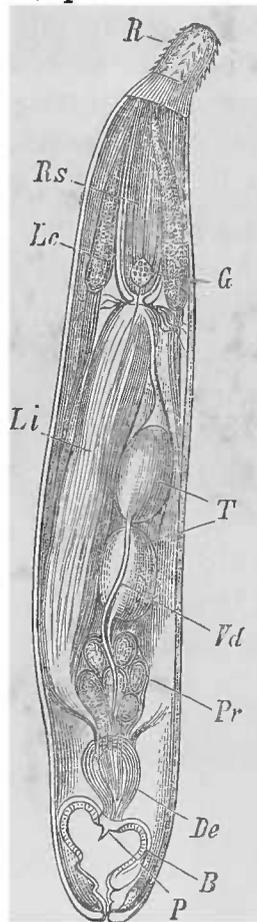


Fig. 361. — Maschio dell'*Echinorhynchus angustatus* da R. Leuckart. *R* Proboscide, *Rs* Guaina della proboscide, *Li* Legamento, *G* Ganglio, *Le* Lemnischi, *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Pr* Tubi prostatici, *De* Canale eiaculatore, *P* Pene, *B* Borsa invaginata.

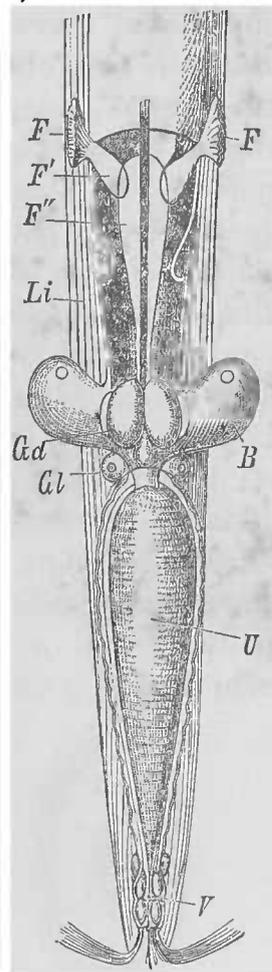


Fig. 362. — Condotta vettore d'*Echinorhynchus gigas* femmina, da Andres. *Li* Legamento, *F* Flocchi discoidali, *F'* *F''* Appendici dei flocchi, *U* Utero, *V* Vagina, *B* Tasche laterali della campana, *Gd* Cellule dorsali sul fondo della campana, *Gl* Cellule laterali nel collo della campana.

nella cavità viscerale. Gli involucri dell'uovo si formano dopo la segmentazione, e si devono quindi considerare come involucri embrionali. Dalla cavità viscerale le uova passano nella campana dell'utero, che s'allarga e si restringe costantemente, poi nell'ovidotto, e giungono finalmente all'esterno. Gli embrioni formati dopo una segmentazione totale e irregolare, e circondati da tre membrane, sono piccoli corpi allungati, armati al polo anteriore di piccoli uncini e contenenti una massa centrale granulosa (nucleo embrionale) (fig. 363). Essi penetrano nel tubo digerente degli anfipodi (*Echinorhynchus proteus*, *Ech. polymorphus*) o degli *Asellus* (*Ech. angustatus*), o degli insetti (*Ech. gigas* nella larva del maggiolino, *Ech. monoliferus* nel *Blaps*), diventano liberi, perforano la parete dell'intestino e si trasformano, dopo aver perduto i loro uncini embrionali, in piccoli echinorinchi allungati, i quali, simili a ninfe, restano nella cavità viscerale di questi artropodi, con la loro tromba retratta e circondati dal loro tegumento esterno resistente, come da una cisti (figura 364). Soltanto la pelle, i vasi e i lemnicchi derivano dalla parte



Fig. 363. — Embrione d'*Echinorhynchus gigas* nelle membrane ovulari. da R. Leuckart.

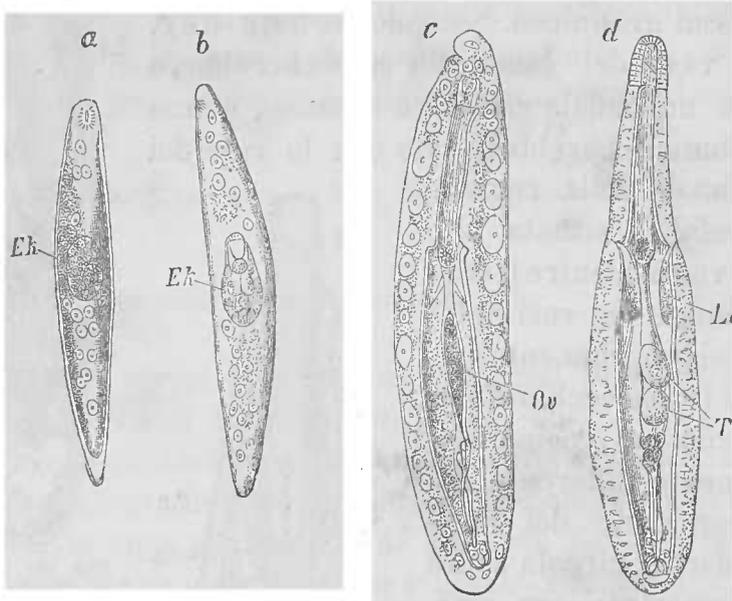


Fig. 364. — Larve di *Echinorhynchus proteus* del *Gammarus*. da R. Leuckart. a Embrione libero, b Stadio più avanzato con nucleo embrionale più differenziato, c Ovaie femmina, Ov Ovario, d Giovane maschio, T Testicoli, Le Lemnicchi.

periferica del corpo dell'embrione; tutti gli altri organi, circondati dall'involucro muscolo-cutaneo, cioè sistema nervoso, guaina della tromba, organi genitali, si sviluppano a spese del nucleo embrionale. Finalmente, giunti nel tubo digerente dei pesci (*Ech. proteus*) o degli uccelli acquatici (*Ech. polymorphus*), o dei mammiferi (*Ech. gigas*, *monoliferus*), arrivano a maturità sessuale, s'accoppiano e raggiungono il loro massimo accrescimento.

Le numerose specie del genere *Echinorhynchus* O. F. Müller vivono per lo più nell'intestino dei pesci e degli uccelli acquatici, la cui parete intestinale può essere tutta disseminata da echinorinchi. Raramente si trovano nei mammiferi *Ech. polymorphus* Brems. nell'intestino dell'anitra e d'altri uccelli, anche nell'*Astacus*. *Ech. proteus* Westrumb. *Ech. angustatus* Rud. nei pesci d'acqua dolce. *Ech. gigas* Goeze, grosso come un lombrico, nell'intestino tenue del porco. L'embrione, secondo Schneider, raggiunge la sua maturità nel

maggiolino. Anche nell'intestino tenue di un fanciullo morto per leucemia, Lambe trovò un piccolo echinorinco immaturo. Recentemente Grassi e Calandruccio sperimentarono che l'*E. monoliferus* Brems. vivente nell'intestino del *Myoxus quercinus*, del pipistrello e del porco, la cui forma giovanile sta nella *Blaps mucronata* Latr., giunge a svilupparsi anche nell'intestino dell'uomo. Calandruccio, si infettò con le forme giovanili di una *Blaps*, e dopo otto settimane emise 23 echinorinchi.

III. CLASSE. — Anellidi.

Vermi segmentati con cervello, anello esofageo e catena gangliare ventrale, con organi segmentali e vasi sanguigni.

La larva di Lovén e la storia del suo sviluppo ci permettono di

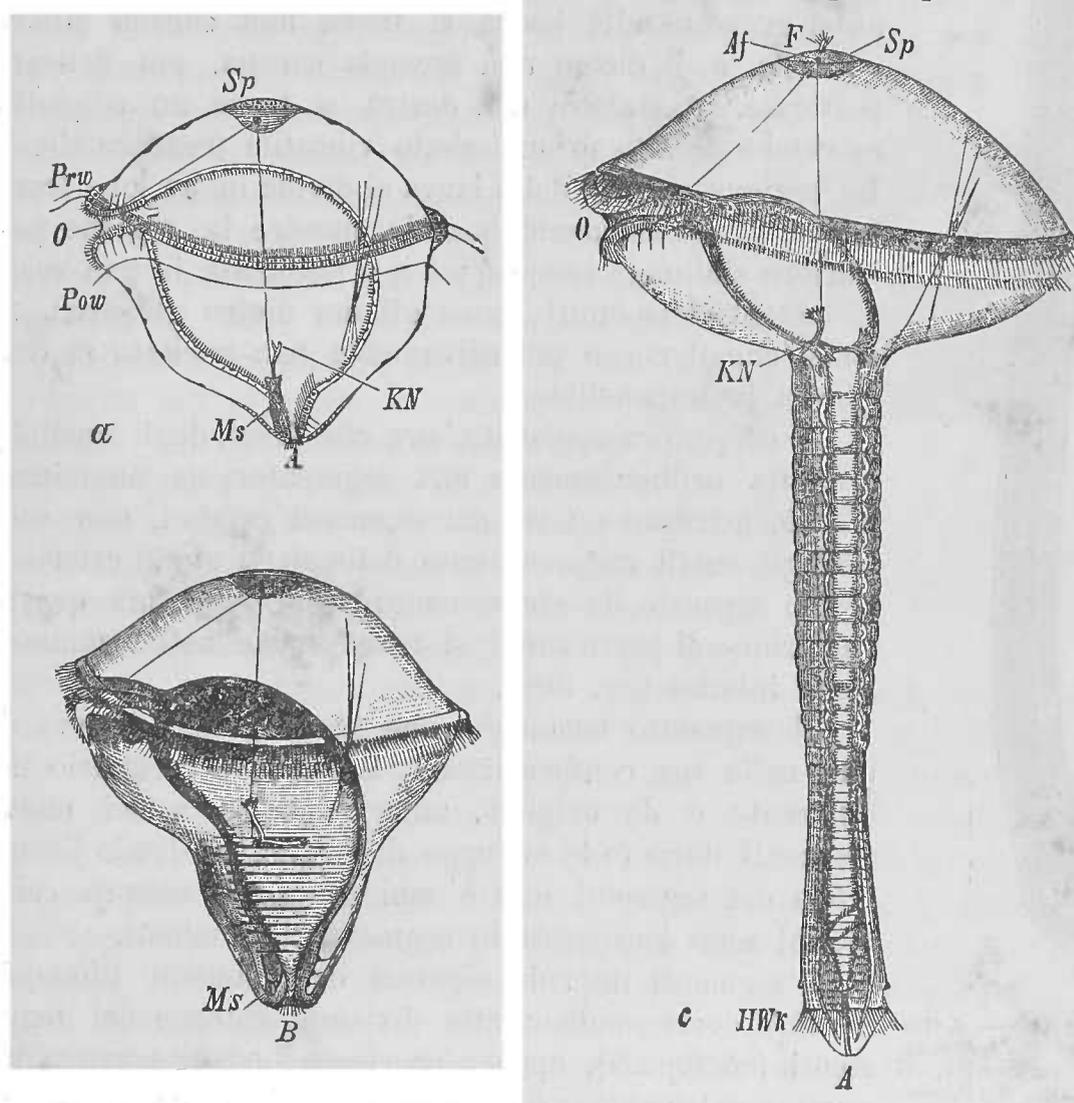


Fig. 365. — Sviluppo del *Polygordius* da B. Hatschek. *a* Larva, *Sp* Piastra apicale con una macchia pigmentale, *Prw* Corona ciliare preorale, *O* Bocca, *Pow* Corona ciliare postorale, *A* Ano, *Ms* Mesoderma, *Kn* Rene cefalico. *b* Larva più sviluppata con incipiente segmentazione; sul rene cefalico si è sviluppato un secondo ramo. *c* Larva più avanzata. Il tronco è vermiforme e metamerico, *HWk* Corona ciliare posteriore, *Af* Macchia oculare, *F* Tentacoli.

comprendere l'organizzazione degli anellidi o vermi anellati, mentre ci indicano i loro rapporti coi vermi inferiori e coi rotiferi. Così si rende anche manifesta la parentela degli anellidi coi *geliferei*, il cui corpo al-

lungato non presenta ancora segmentazione all'esterno, nè all'interno ma possiede già nel cordone ventrale, coperto per lo più da un rivestimento uniforme di cellule nervose, l'equivalente della catena gangliare.

Il corpo della larva di Lovén non è anellato e rappresenta essenzialmente una testa di anellide che si continua con una parte terminale indifferente, simile in tutta l'estensione del tronco.

All'estremità anteriore della larva si trova un ispessimento ectodermatico, detto piastra apicale, che rappresenta l'abbozzo del ganglio cerebrale, ed emette molti nervi (fig. 365). La larga bocca è ventrale e conduce in un tubo digerente che s'apre all'estremità posteriore; anteriormente alla bocca si trova una corona ciliare preorale, e di dietro una seconda corona, più delicata postorale. A sinistra e a destra si trova un condotto escretore munito di un imbuto vibratile (rene cefalico). La regione cefalica della larva si divide in un lobo frontale e in un segmento boccale, mentre la regione posteriore s'allunga sempre più e si segmenta in una serie di metameri (zooniti), posti gli uni dietro gli altri, in modo che il corpo primitivamente non anellato si trasforma in un anellide.

Il corpo, ora appiattito, ora cilindrico, degli anellidi, presenta ordinariamente una segmentazione omonima, poichè, astrazione fatta dai segmenti cefalici, non solo tutti gli anelli rappresentano delle parti simili esteriormente separate da strozzamenti trasversali, ma questa ripetizione di parti simili si trova anche nell'organizzazione interna (fig. 366).

Il segmento terminale, che porta l'ano, conserva di più, nella sua conformazione, il carattere primario indifferente e dà origine, anteriormente, a dei nuovi segmenti durante lo sviluppo del verme. In fondo l'omonimia dei segmenti non è mai completa; sempre certi organi sono localizzati in segmenti determinati.

I segmenti interni, separati da sepimenti (*dissepimenta*) corrispondono alle divisioni esterne dei tegumenti (*chetopodi*), oppure corrispondono ciascuno a un numero determinato (3, 4, 5, ecc.) d'anelli esterni separati da solchi annulari (*irudinei*).

Esistono organi locomotori particolari ora sotto forma di parapodi muniti di setole, situati sugli anelli (*chetopodi*), ora sotto forma di ventose alle estremità del corpo (*irudinei*). Nel primo caso ogni anello può possedere da ogni lato due piedi, l'uno dorsale, l'altro ventrale, i quali sono talora rappresentati da setole semplici, impiantate in una

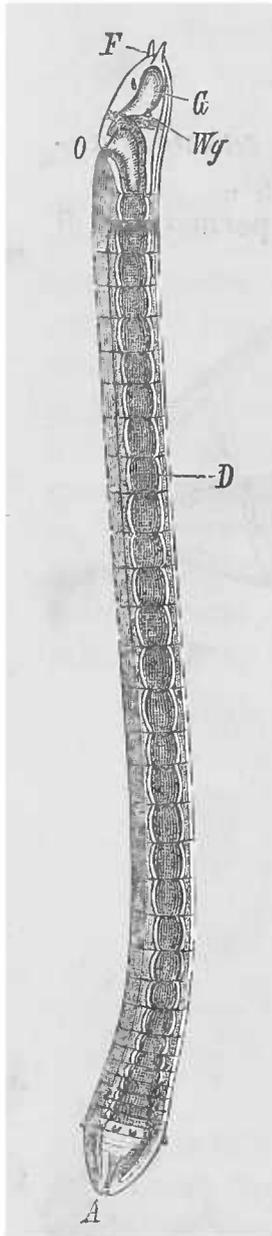


Fig. 363. — *d.* Giovane *Polygordius* (da Hatschek), *G* Cervello, *Wg* Fossetta ciliata, *O* Bocca, *D* Tubo digerente, *A* Ano, *F* Tentacoli.

cripta della pelle. Segue alla bocca, situata dal lato ventrale, all'estremità anteriore del corpo, un esofago muscolare, spesso munito d'un potente apparecchio masticatore, che può rovesciarsi all'esterno a guisa di una tromba. L'intestino gastrico attraversa quasi tutta la lunghezza del corpo; presenta degli strozzamenti regolari o dei ciechi laterali a livello d'ogni segmento e raramente è sinuoso. L'ano è situato all'estremità posteriore del corpo.

Il *sistema nervoso* si compone del ganglio cerebrale o sotto-esofageo, che deriva dalla piastra apicale della larva, di un collare esofageo e di un cordone addominale o di una catena gangliare addominale, le cui due metà laterali sono più o meno ravvicinate sulla linea mediana. Il cordone addominale è formato da due cordoni laterali, che corrispondono probabilmente ai nervi laterali dei nemertini. Essi si continuano con la commessura esofagea e, come questa, sono uniformemente coperte di cellule nervose. Questa conformazione del sistema nervoso, come la sua situazione nell'ectoderma, può essere persistente (*Archianellides*, *Protodrilus*, fig. 336). Negli altri anellidi questa disposizione è transitoria, poichè, ad una fase evolutiva più avanzata, i cordoni laterali si separano dall'ectoderma, si incontrano sulla linea mediana e si dividono in segmenti corrispondenti ai metameri del tronco. I nervi che vanno agli organi dei sensi partono dai gangli cerebrali; gli altri nervi partono dal cordone addominale o dai gangli della catena addominale e dalle loro commessure longitudinali. Inoltre, quasi sempre esiste un sistema nervoso viscerale (*simpatico*). Gli organi dei sensi sono rappresentati da *macchie oculari* pari, munite di organi rifrangenti, o da occhi più grandi con struttura complessa, da *vescicole auditive* sull'anello esofageo (vermi branchiati), e da *filamenti tattili*, che, nei *chetopodi*, hanno la forma di antenne e di cirri tentacolari sulla testa e di cirri sui parapodi degli anelli. Quando le antenne e i cirri mancano, la sensibilità tattile sembra essere all'estremità anteriore del corpo, intorno alla bocca.

Si trova quasi dappertutto un *apparecchio vascolare* distinto; in certi casi sembra non completamente chiuso, ma in comunicazione per mezzo di lacune con la cavità viscerale piena di sangue. Ciò avviene negli irudinei, mentre nei chetopodi i vasi sanguigni sono separati dalla cavità del corpo. Raramente essi mancano del tutto. Ordinariamente si trovano due tronchi vascolari principali, un vaso dorsale e un vaso ventrale, riuniti da molte anastomosi trasversali. Ora il vaso dorsale, ora i rami anastomotici, ora il tronco ventrale sono contrattili, e il

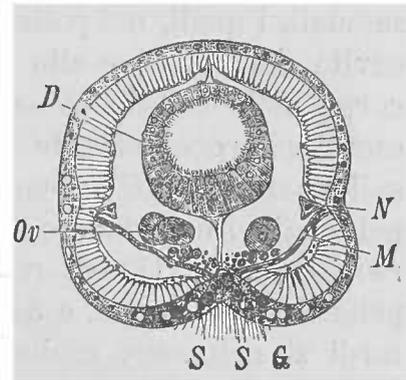


Fig. 367. — Sezione trasversale del corpo del *Protodrilus* (da B. Hatschek) S, S. I due cordoni laterali del sistema nervoso, G Loro rivestimento gangliare, D Intestino, N Reni, M Muscoli, Ov Uova.

sangue, generalmente colorato in verde o in rosso, è così messo in moto. Spesso (*irudinei*) esistono in oltre dei vasi laterali, che si devono probabilmente considerare come un seno sanguigno mediano contrattile, quale parte della cavità viscerale che è isolata.

Gli *organi della respirazione* si trovano tra i chetopodi, nei *policheti*, come appendici dei parapodi (branchie dorsali), o come cirri tentacolari, (branchie cefaliche).

L'organo escretorio, corrispondente al sistema acquifero dei plateminti, si presenta sotto forma di canali ripiegati che si ripetono bilateralmente in ciascun segmento, onde si chiamano organi segmentali. Per lo più hanno inizio nella cavità del corpo col mezzo di un'apertura imbutiforme ciliata, e sboccano nei pori laterali. Questi canali in alcuni segmenti possono anche assumere la funzione di deferenti dei prodotti sessuali, i quali, nei policheti e nei gefirei, si sviluppano dall'epitelio della cavità del corpo, e allo stesso modo vengono eliminate dalla cavità del corpo delle cellule piene di concrezioni. Originariamente questi canali escretori, recentemente indicati anche come *nefridii*, dovevano essere sviluppati in tutti i segmenti; compreso il segmento cefalico o boccale nel quale l'embrione e la larva presentano un paio di tubi distinti come *reni cefalici*. Questi reni cefalici sono sempre separati dalla cavità primitiva del corpo, e come molte altre paia di nefridii embrionali, più tardi si riducono, cosicchè nell'animale adulto il numero dei nefridii è limitato. Essi si chiamarono anche *proto-nefridii*, e a ragione i reni cefalici furono considerati analoghi ai canali escretori dei plateminti, mentre gli organi segmentali definitivi, o tubi laqueiformi, furono indicati come *meta-nefridii* e considerati come formazioni diverse da quelle.

Molti anellidi (*oligocheti*, *irudinei*) sono ermafroditi; nella maggior parte dei chetopodi marini, invece, la separazione dei sessi è di regola. L'organizzazione fino ad un certo punto indipendente, l'individualità (morfologica) subordinata degli anelli, lascia facilmente supporre l'esistenza della riproduzione asessuale per scissiparità e gemmazione secondo l'asse longitudinale (*chetopodi*).

Molte specie fanno le uova in certi sacchi particolari e in bozzoli. Allora lo sviluppo ha luogo direttamente senza metamorfosi. Le specie marine hanno però una più o meno completa metamorfosi. Gli anellidi vivono in parte nella terra, in parte nell'acqua; si nutrono per lo più di alimenti di origine animale; parecchi sono occasionalmente parassiti.

Gli anellidi si dividono in tre gruppi principali, i *chetopodi*, i *gefirei*, che sono privi di segmentazione, e gli *irudinei* (1) che sono adattati alla vita parassitaria. Questi ultimi non sono anellidi di organizzazione

(1) Parecchi autori separano gli irudinei dagli anellidi, formandone un gruppo a parte (*disofori*), che sarebbe un grado di paraggo fra i plateminti e i veri anellidi.

inferiore, ma presentano anzi, in alcuni sistemi d'organi, come nel tubo digerente, nell'apparecchio circolatorio e negli organi genitali, una struttura complicata che li avvicina massimamente agli *oligocheti*, da cui probabilmente sono derivati.

1. SOTTOCLASSE. — Chetopodi (Chaetopoda) (1).

Anelli liberi con fasci di setole pari sui segmenti, spesso una testa ben distinta, delle antenne, dei cirri e delle branchie.

Il corpo dei chetopodi è diviso esternamente in segmenti corrispondenti ai metameri degli organi interni i quali, salvo nella regione cefalica, sono sensibilmente simili (fig. 367). Esistono

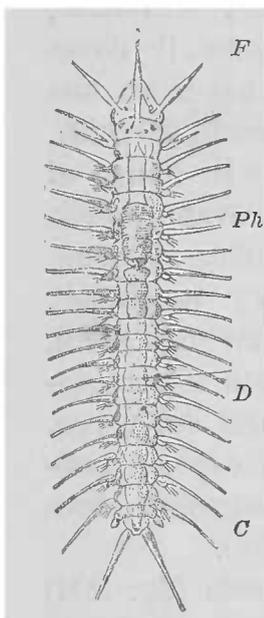


Fig. 368. — *Grubea fusifera* (da Quatrefages). Ph. Faringe, D Tubo digerente, C Cirri. F Antenne.

spessissimo sui segmenti dei rudimenti di piedi (*parapodi*) muniti di setole che servono in primo luogo alla locomozione, e che fungono, per mezzo delle loro svariate appendici, *branchie* e *cirri*, anche da organi respiratori e tattili (fig. 368). Le setole mobili presentano

una forma variabilissima e forniscono dei buoni caratteri per la distinzione delle famiglie e dei generi. Si distinguono delle setole filiformi, uncinatae, appiattite (*pale*), in forma di spiedo, di falce, di spine, di aghi, di frecce, ecc. (figura 369). I parapodi possono mancare, e le setole sono allora pian-

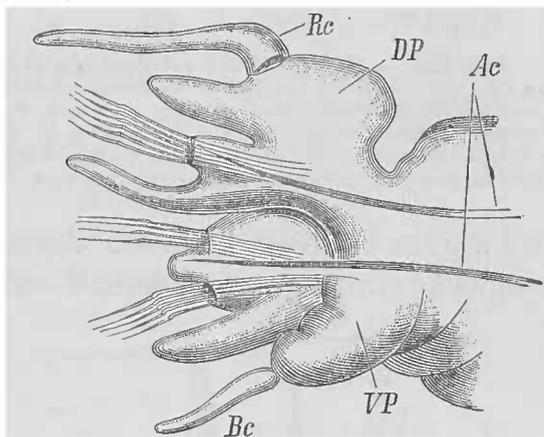


Fig. 369. — Parapodi dorsale (DP) e ventrale (VP) coi fasci di setole di una *Nereis* (da Quatrefages). Ac Aciculi, Re Cirro dorsale Bc Cirro ventrale.

tate direttamente nelle fossette della pelle, o su una sola serie, o su due serie, l'una ventrale, l'altra dorsale. In questi casi il loro numero è ristretto (*oligocheti*). In altri casi il loro numero può aumentare tanto, che la pelle sui lati è ricoperta di lunghi peli e setole e che un

1) Oltre alle antiche opere di Savigny, Audouin e Milne Edwards, Quatrefages, confronta: E. Grube, Die Familien der Anelliden. *Archiv für Naturgesch.*, 1850 e 1851. E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Anellides, ecc. Ginevra, 1861. Idem, Les Anellides chaetopodes du golfe de Naples. Ginevra e Basilea, 1868 con un Supplemento 1870, e Recherches sur la structure des Anellides sédentaires. Ginevra, 1873. Fr. Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie, 1864. B. Hatschek Studien über Entwicklungsgeschichte der Anelliden. *Arbeiten des zool. Institutes zu Wien*, Vol. I, 1878. H. Eisig, Die Capitelliden des Golfes von Neapel. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Vol. XVI, Leipzig 1877. E. Meyer, Studien über den Körperbau der Anelliden. *Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel*, Vol. VII, 1877. Fr. Vejdovsky System und Morphologie der Oligochaeten, Praga, 1884.

feltro di peli, dall'aspetto metallico brillante, si erge su tutta la faccia dorsale (*Aphrodite*). Le appendici dei parapodi presentano una varietà di forme altrettanto grandi e diverse, talora, nelle diverse parti del corpo dello stesso animale; sono dapprincipio dei filamenti tentacoli-formi semplici o articolati, i *cirri*, che si distinguono in cirri ventrali e cirri dorsali (fig. 368). Essi sono filiformi e talora annulati, o conici,

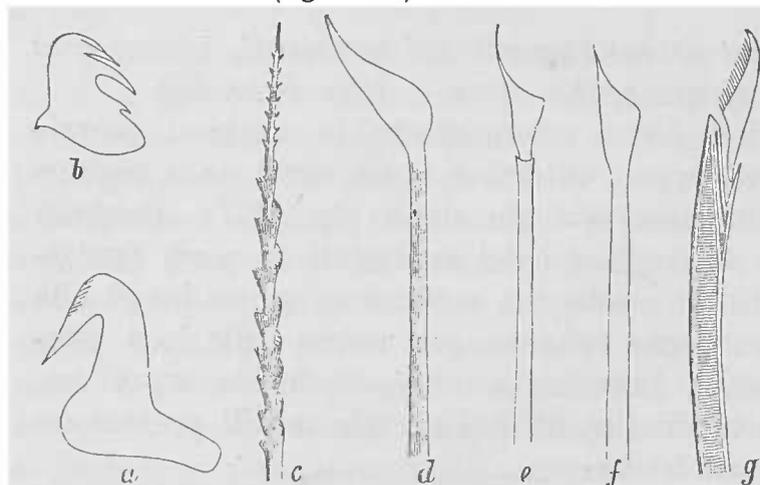


Fig. 370. — Setole di vari policheti (da Malmgren e Claparède) *a* Setola uncinata di *Sabella crassicornis*, *b* Setola uncinata di *Terebella Danielsseni*, *c* Setola con una sporgenza spirale di *Sthenelais*, *d* Setola lanceolata di *Phyllochaetopterus*, *e* Setola lanceolata di *Sabella crassicornis*, *f* Setola lanceolata di *Sabella pavonis*, *g* Setola falciforme composta di *Nereis cultrifera*.

ora estese su tutta la faccia dorsale, ora situate solo sul capo, e contemporaneamente sui segmenti anteriori che seguono al segmento boccale (branchie cefaliche).

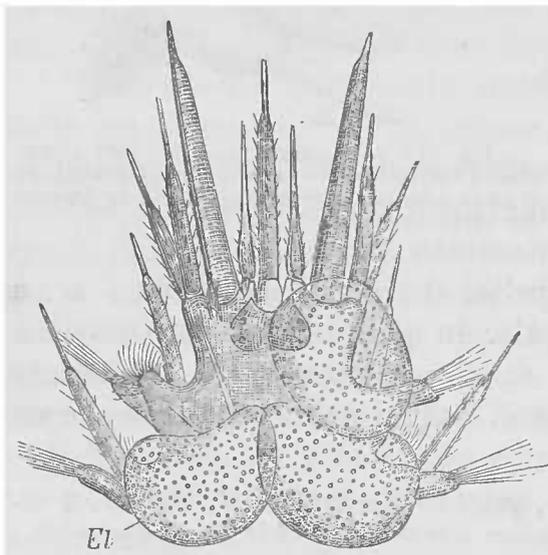


Fig. 371. — Estremità anteriore di *Polynoë extenuata*, di cui è stata tolta la prima elitra sinistra (da Claparède). Si vedono le due setole del segmento boccale, *El* Elitre.

ora estese su tutta la faccia dorsale, ora situate solo sul capo, e contemporaneamente sui segmenti anteriori che seguono al segmento boccale (branchie cefaliche).

Si dà il nome di testa (fig. 304) ai due segmenti anteriori che si sono saldati e che differiscono anche dagli altri segmenti per la forma e la disposizione delle loro appendici. Il segmento anteriore della testa costituisce il lobo frontale, che supera la bocca e porta le *antenne*, i *palpi* e gli *occhi*; il segmento posteriore, o segmento boccale, porta i *cirri tentacolari*. Si dà il nome di *cirri anali* ai cirri dell'ultimo segmento del corpo (fig. 367).

Il *canale digerente* si estende per lo più in linea retta, dalla bocca fino all'ano, situato all'estremità po-

muniti allora di un articolo basale speciale. In altri casi i cirri dorsali crescono in larghezza e si trasformano in scaglie, o *elitre*, che coprono il dorso e costituiscono una vera corazza (*Afroditi*, fig. 370). Di fianco ai cirri si trovano spesso delle branchie filiformi, ramificate, cespitose pettiniformi (fig. 305), ora limitate alla regione mediana del corpo,

e costituire una *tromba*. L'intestino gastrico è diviso da strozzamenti regolari in una serie di tasche che corrispondono ai segmenti, i quali possono allargarsi e dar luogo a dei diverticoli laterali. Gli strozzamenti sono cagionati da setti fibrosi (sepimenti), che dividono la cavità viscerale in altrettante logge poste le une dietro le altre.

Il *sistema circolatorio* sembra chiuso, in modo che il liquido nutritivo trasparente che si trova nella cavità viscerale secondaria e che, come il sangue, contiene dei corpuscoli ameboidi, non comunica col contenuto sanguigno, generalmente colorato, dei vasi. Il vaso dorsale è per lo più contrattile. In esso il sangue va dall'indietro all'avanti. Generalmente v'è anche un secondo vaso longitudinale ventrale (vaso sub-neurale), che decorre lungo la catena gangliare. Il vaso dorsale e il vaso ventrale comunicano fra loro, non solo all'estremità, ma anche in corrispondenza d'ogni anello, per mezzo di anse laterali, che forniscono delle reti periferiche nella pelle e nelle pareti intestinali, come pure nelle branchie.

Tra la parete del corpo e l'intestino, si trova una cavità del corpo (celoma) secondaria distinta dal sistema sanguigno e coperta di epitelio peritoneale, la quale è divisa in due spazi laterali da un epitelio dorsale e ventrale sospeso all'intestino. Questi spazi si dividono nuovamente, per mezzo di dissepimenti trasversali corrispondenti ai metameri, in numerose camere, le quali sono piene di una *emolinfa* con cellule linfoidi, e comunicano fra di loro per mezzo di aperture. In alcune regioni del corpo i sepimenti regrediscono e allora si formano dei grandi spazi celomatici comunicanti. Non raramente alcuni gruppi di cellule del peritoneo contengono materie di escrezione (1), come le cellule cloragoghe nel vaso dorsale dei lumbriculidi (confronta le glandule pericardiali dei molluschi) e consimili nella *Terebella*, *Arenicola*, *Mastobranchus*, ecc. Le cellule contenenti concrezioni con granuli scuri si dissolvono e vengono emesse dai nefridii. La emolinfa, con le sue cellule linfoidi, possiede anche la proprietà nutritiva, e può sostituire il sangue, quando manchi il sistema sanguigno. In questo caso le cel-

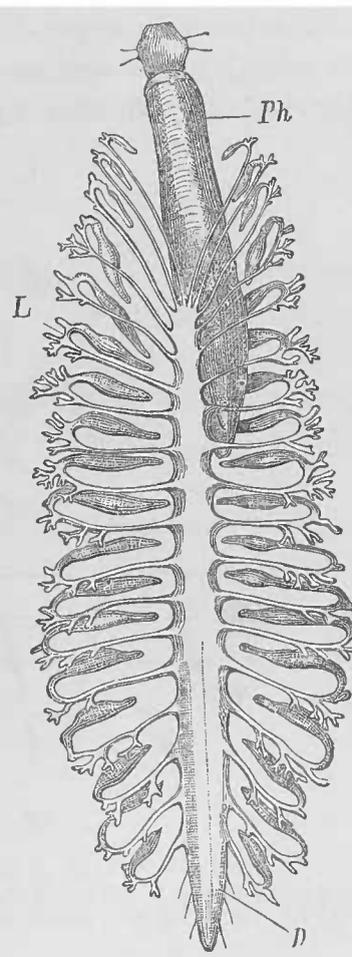


Fig. 372. — Canale digerente dell'*Aphrodite aculeata* (da Milne Edwards). Ph Faringe, D Intestino, L Appendici epatiche dell'intestino.

(1) Confronta, oltre Vejdovsky, Eisig, E. Meyer loc. cit., C. Grobben, Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anelliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben. *Sitzungsberichte der k. Akad der Wiss.*, Vienna, 1889.

lule di essa sono rosse e contengono emoglobina (*Glycera*, *Capitella*, *Polycirrus*).

Mancano organi respiratori speciali a quasi tutti gli oligocheti. Nei vermi marini esistono abbastanza spesso delle branchie, per lo più come appendice dei parapodi. Sono cirri semplici, che portano delle ciglia vibratili sulla loro sottile parete e che contengono internamente delle anse vascolari o dei tubi ramificati (*Amphinome*) o pettinati (*Eunice*), presso cui si trovano dei cirri particolari (fig. 304). Ora le branchie sono localizzate sugli anelli del mezzo del corpo (*Arenicola* fig. 380), ora esistono su quasi tutti gli anelli, sulla faccia dorsale, e allora esse si semplificano quanto più sono vicine all'estremità posteriore del corpo (*dorsibranchi*). Nei tubicoli le branchie sono situate solamente sui due

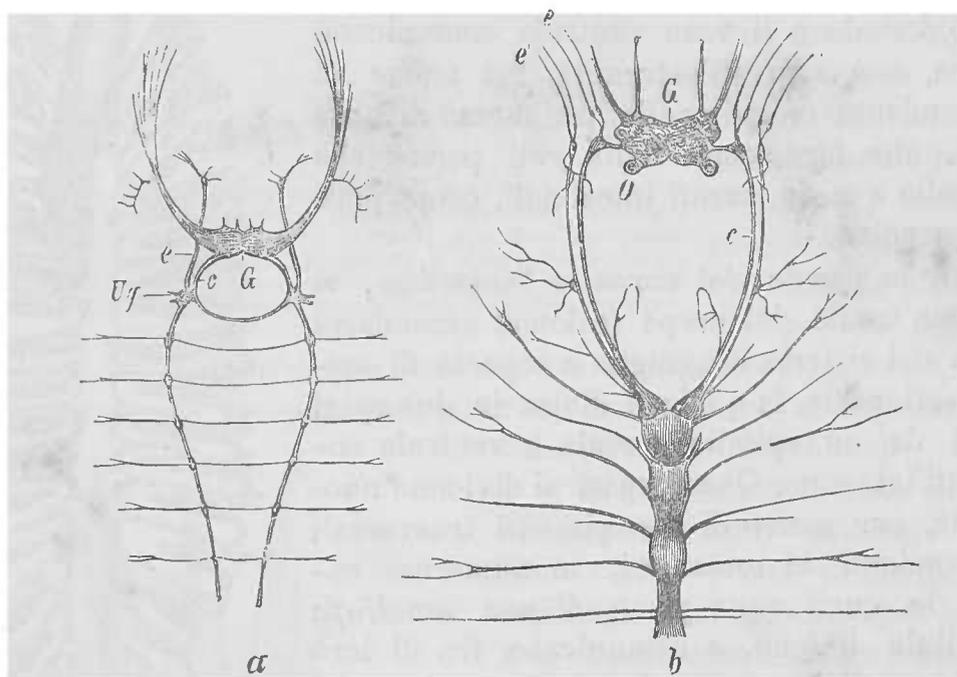


Fig. 373. — Cervello e parte anteriore della catena gangliare, *a* di *Serpula*, *b* di *Nereis* (da Quatrefages) *O* Occhi, *G* Ganglio cerebrale, *c* Commessura esofagea, *Ug* Ganglio sotto-esofageo, *e, e'* Nervi dei cirri tentacolari, e dell'anello boccale.

(*Pectinaria*, *Sabellidi*) o tre primi anelli (*Terebella*, fig. 376), ma allora funzionano anche da branchie molte antenne allungate e disposte in ciuffi sulla regione cefalica. Nei *sabellidi* le branchie sono sostenute da uno scheletro cartilagineo munito di rami secondari disposti a pennacchio (*Capitibranchiata*). Ora questi filamenti formano un cerchio intorno alla bocca, ora sono disposti in due gruppi laterali (*Serpulidi*) con la base talora ravvolta a spira. Questi organi branchiali fungono da organi tattili, mentre servono anche a raccogliere gli alimenti e a costruire dei tubi e delle guaine.

Gli *organi d'escrezione* sono rappresentati da *organi segmentari* situati per lo più a paio in tutti i metameri. Essi sono ripiegati su sè stessi, hanno delle pareti glandulari e sboccano all'interno nella cavità

viscerale, per mezzo di un imbuto ciliato, e all'esterno, da ogni lato dell'anello, per mezzo di un foro. Questi canali vascolari servono in un modo generale all'espulsione delle materie della cavità viscerale (cellule cloragoghe) e nei chetopodi marini, all'epoca della formazione degli elementi sessuali, funzionano come ovidotti e canali deferenti, esportando all'esterno quelli di questi elementi che si sono staccati e sono divenuti liberi nella cavità viscerale.

Fra le glandule particolari dei chetopodi vanno citate in prima linea le glandule cutanee degli oligocheti, che producono il rigonfiamento che si osserva su parecchi segmenti e che vien detto cintura o *clitello*. La secrezione di queste glandule sembra aiutare e rendere più intimo il contatto di questi vermi durante l'accoppiamento. Esistono anche, nei *serpulidi*, due grosse glandule che sboccano sulla faccia dorsale della parte anteriore del corpo, il cui prodotto serve a formare i tubi in cui questi individui vivono (fig. 379 *Dr.*).

Nel sistema nervoso i cordoni laterali della catena ventrale sono spesso così ravvicinati, che sembrano formare un cordone solo (*oligocheti*); nei tubicoli si allontanano notevolmente, massime nella parte anteriore (*Serpula*, fig. 372 *a*). Il sistema nervoso viscerale si compone di gangli pari e impari, che mandano dei filamenti alla regione boccale e massime alla tromba esertile.

Fra gli *organi dei sensi*, gli *occhi* sono diffusissimi. Si trovano per lo più appaiati sul margine del lobo frontale. Esistono anche macchie oculari all'estremità posteriore del corpo (*Fabricia*), o anche regolarmente distribuite sui lati di ogni anello (*Polyophthalmus*). I filamenti branchiali stessi presentano in alcune specie di *Sabella* delle macchie di pigmento con dei corpi rifrangenti. Essi raggiungono il loro più alto grado di sviluppo nel genere *Alciope* (1), nel quale sono muniti di un grosso cristallino e di una retina complicata. Gli *organi auditivi* sembrano assai meno frequenti. Hanno la forma di vescicole contenenti delle otoliti e sono posti per paio sul collare esofageo nelle *Arenicola*, *Fabricia*, in alcuni *Sabellidi* e nelle giovani *Terebelle*. Oltre alle antenne, ai cirri e alle elitre, la superficie della pelle può essere anche, in altri punti del corpo, la sede della sensibilità tattile. In questi punti esistono ora dei piccoli peli rigidi e delle setole tattili, ora come negli *Sphaerodorum*, delle piccole prominenze con delle terminazioni nervose.

Alcuni piccoli chetopodi presentano i fenomeni della generazione agamica per gemmazione o divisione. Ora (riproduzione scissipara) parecchi segmenti appartenenti al corpo dell'individuo materno diventano il corpo dell'individuo figlio, per esempio nella *Syllis prolifera*, in

(1) R. Greeff, Ueber das Auge der Alciopiden, ecc. Marburg 1876 e Untersuchungen über die Alciopiden. *Nov. Act. der K. Leop. Car. Akad.*, etc. Vol. XXXIX N. 2.

cui, per una semplice *scissione trasversale*, si stacca una serie di segmenti posteriori pieni d'uova, dopo che si è sviluppata innanzi ad essi una nuova testa; ora (riproduzione gemmipara) un solo segmento, ordinariamente l'ultimo, è il punto di partenza della formazione di un nuovo individuo. Ciò si osserva in una sillide, conosciuta sotto il nome di *Autolytus prolifer*, che presenta, nello stesso tempo, i fenomeni della generazione alternante, ed è la nutrice che, per una serie di gemmazioni ripetute secondo l'asse longitudinale, produce i vermi sessuati, conosciuti col nome di *Sacconereis helgolandica* (femmina) e di *Polybostrichus Mülleri* (1) (maschio) (figura 373).

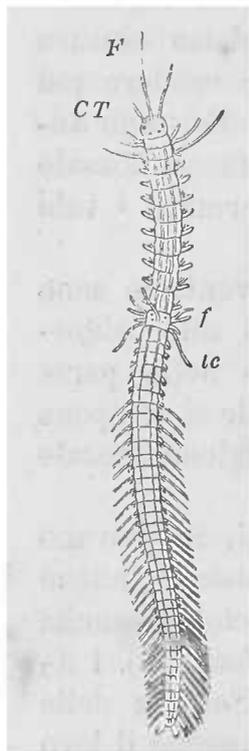


Fig. 374. — *Autolytus cornutus* con uno dei suoi discendenti maschi (*Polybostrichus*) (da A. Agassiz) F, Antenne, CT Cirri tentacolari, f Antenne, tc Cirri tentacolari dell'individuo maschio.

Si sviluppa cioè, davanti all'estremità caudale della nutrice, tutta una serie di segmenti, i quali, dopo la formazione della regione cefalica, compongono un nuovo individuo. Ripetendosi parecchie volte lo stesso fenomeno, si forma così una catena di individui, i quali, dopo la loro separazione, rappresentano dei vermi sessuati. In una *naiade* d'acqua dolce, il *Chaetogaster*, si formano pure, per gemmazione regolare secondo l'asse longitudinale, delle catene, che non contano meno di dodici o sedici individui composti ciascuno di quattro anelli. Il modo di riproduzione della *Nais proboscidea*, osservato già da O. F. Müller, è assai simile, poiché l'ultimo segmento produce ogni volta il corpo di un nuovo individuo; però si la madre che le figlie sono munite di organi genitali.

Nei Chetopodi, ad eccezione degli *oligocheti* e di alcuni *serpulidi* (per esempio lo *Spirorbis spirillum*, la *Protula Dysteri*), che sono ermafroditi, la separazione dei sessi è di regola. Gli individui maschi e femmine sono talora così diversi per la conformazione degli organi dei sensi e locomotori, che vengono considerati come appartenenti a generi differenti. Oltre la *Sacconereis* e il *Polybostrichus* già menzionati, di cui è nutrice l'*Autolytus*, un simile dimorfismo sessuale è stato dimostrato da Malmgren per il genere *Heteronereis*, in cui la forma e il numero dei segmenti sono diversi nel maschio e nella femmina. Inoltre l'*Heteronereis* appartiene al ciclo evolutivo delle *Nereis*. Questo genere presenta un esempio notevole di eterogonia; una generazione di individui più piccoli molto mobili, che nuotano alla superficie dell'acqua, si alterna con una degenerazione di individui più grandi, che vivono in fondo al mare.

(1) Oltre alle ricerche di O. Fr. Müller, Quatrefages, Leuckart. Krovedi particolarmente: A. Agassiz, On alternate generation of Annelids and the embryology of *Autolytus cornutus*. *Boston Journ. Nat. Hist.*, Vol. III, 186

Negli oligocheti si trova un apparecchio genitale in parte sviluppatissimo. Gli ovarî e i testicoli sono situati in anelli determinati e versano i loro prodotti per deiscenza delle loro pareti nella cavità viscerale. Spesso vicino agli organi segmentari esistono dei canali escretori che conducono all'esterno gli elementi sessuali (*Oligochaetae terricolae*); in altri casi gli organi segmentari mancano in questi anelli (*Oligochaetae limicolae*). Nei chetopodi marini le uova o gli spermatozoi nascono sulla parete del corpo (fig. 374 bis) in cellule della membrana peritoneale o solamente negli anelli anteriori, o in tutta la lunghezza del corpo. Gli elementi sessuali diventano liberi nella cavità viscerale, finiscono di svilupparcisi e sono condotti all'esterno dagli organi segmentari. Solo alcune specie, per esempio l'*Eunice* e la *Syllis vivipara*, sono vivipari, tutte le altre sono ovipare. Moltissime depongono le uova ad ammassi che portano con sè; negli oligocheti queste sono chiuse in bozzoli. La segmentazione del vitello è ineguale. Si differenzia generalmente, però talora solo quando l'embrione conduce una vita indipendente, una striscia primitiva sul lato ventrale, in seguito allo sviluppo di un foglietto medio e di piastre nervose nell'ectoderma.

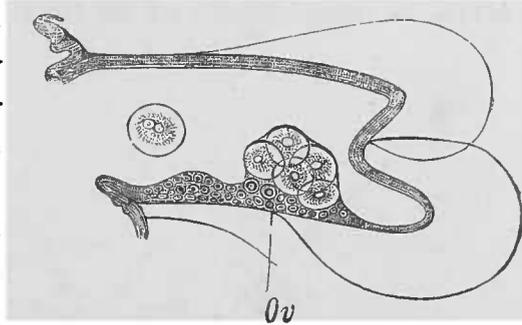


Fig. 374 bis. — Un parapodio di *Tomopteris* contenente un ammasso di cellule in cui si formano le uova (Ov) e un uovo libero (da C. Gegenbaur).

Fuorchè negli oligocheti, gli embrioni passano per delle metamorfosi: dopo l'uscita sono larve ciliate munite di una bocca e di un tubo digerente, la cui forma fondamentale, la larva di Lovèn, va soggetta a numerose modificazioni.

La proprietà di riprodurre le parti che sono state distrutte, soprattutto l'estremità posteriore del corpo e varie appendici, sembra assai generale. I *lumbricini* e alcuni vermi marini (*Diapatra*, *Lycaretus*) possono anche riprodurre la testa e i segmenti anteriori coi gangli cerebrali, il collare esofageo e gli organi dei sensi. Si trovano dei resti fossili di chetopodi in formazioni diversissime a partire dal siluriano.

1. ORDINE. Policheti (Polychaetae) (1).

Chetopodi marini con parapodi muniti di molte setole, con testa per lo più ben distinta, con antenne, cirri e branchie. Sessi ordinariamente separati; sviluppo con metamorfosi.

(1) Audouin e Milne Edwards, Classification des Annelides et description des celles qui habitent les côtes de la France. *Annales des sc. nat.*, Vol. XXVII—XXX, 1832 — 1833. Delle Chiaje, Descrizione e notomia degli animali senza vertebre della Sicilia citere, Napoli, 1841. Quatrefages, Histoire naturelle des Années. Vol. I e II, 1865; e le numerose memorie di E. Grube e E. Claparède, H. Eisig, E. Meyer, ecc.

La testa nettamente distinta, composta nel lobo frontale e del segmento boccale, la presenza d'antenne, di cirri tentacolari e di branchie, e le setole sui rudimenti dei piedi funzionanti da remi, indicano che i chetopodi marini sono superiori ai gruppi passati in rassegna finora, quantunque l'organizzazione non sia più elevata di quella degli oligocheti. Peraltro tutti questi caratteri possono attenuarsi sempre più e scomparire così completamente da tornare difficile lo stabilire una linea di limitazione ben distinta fra gli oligocheti e i policheti. I parapodi (*capitellidi*) come pure le setole (*tomopteridi*) possono interamente mancare.

In rari casi i fasci di setole esistono su tutti gli anelli che seguono alla testa, ma sono disposti da ogni lato in una sola linea e inseriti in ogni anello su un solo paio di parapodi ventrali retrattili. Que-

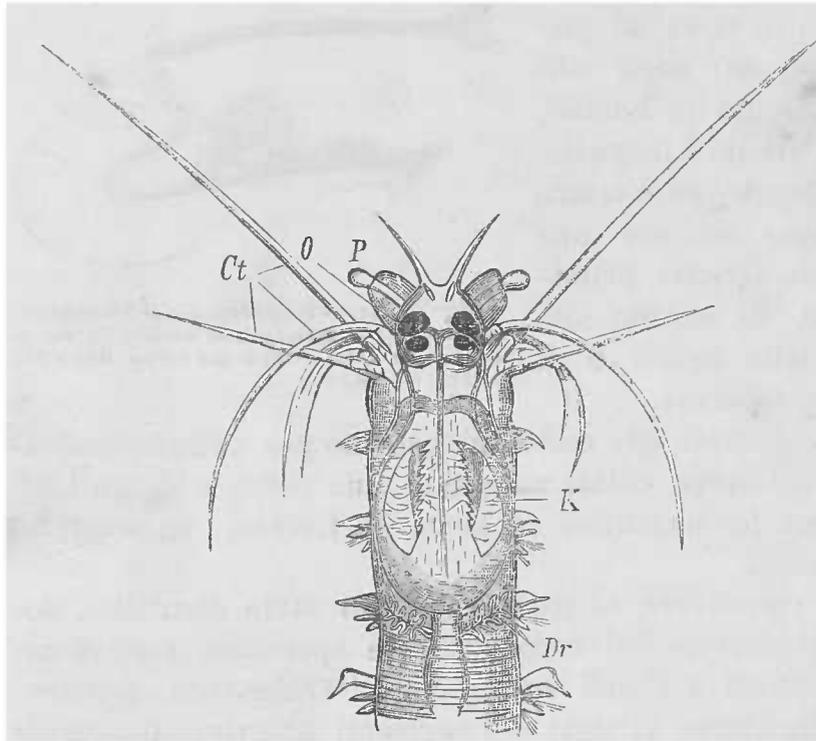


Fig. 375. Testa e anelli toracici anteriori della *Nereis Dumerilii* da E. Claparède). *O* Occhi, *P* Palpi, *Ct* Cirri tentacolari, *k* Mascelle, *Dr* Glandule annesse del tubo digerente.

sta disposizione rappresenta probabilmente nei *Saccocirrus*, e nelle forme vicine, lo stato primitivo, tanto più che per la conformazione del sistema nervoso, addossato all'ectoderma, allo esterno dell'involucro muscolo-cutaneo, e per quella degli organi dei sensi ridotti a due semplici tentacoli del lobo cefalico e delle fossette ciliate, tale disposizione corrisponde a uno stadio inferiore.

In due notevoli forme di vermi, nei *Polygordius* Schm. (fig. 365, *d*) e nei *Protodrilus* Hatsch, non solo i parapodi e le setole mancano, ma ancora non si osserva alcuna traccia di segmentazione esterna. La metameria del verme è limitata all'organizzazione interna, e, confrontata con quella d'altri anellidi, essa è *completamente omonoma*, poichè l'esofago è limitato al segmento cefalico e non si spinge ancora nei primi segmenti del tronco. Siccome inoltre i centri nervosi appartengono in tutta la loro estensione all'ectoderma e il cervello mantiene il suo posto primitivo, all'estremità anteriore corrispondente alla piastra apicale, e il cordone addominale non rappresenta ancora una catena gangliare,

queste forme sembrano aver conservata la conformazione primitiva degli anellidi. Anche B. Hatschek ha stabilito per esse una classe speciale, quella degli *Archianellidi*.

Il sistema circolatorio si complica nei policheti per la comparsa delle branchie che ricevono dei vasi. Nei dorsibranchi, dal tronco dorsale partono dei rami che vanno alle branchie, d'onde il sangue è condotto da rami particolari al tronco ventrale. Quando l'apparecchio branchiale è concentrato su un piccolo numero d'anelli, come negli anellidi tubicoli a branchie cefaliche, la parte corrispondente dell'apparecchio vascolare va soggetta ad importanti modificazioni. Nelle *tereabelle* (fig. 376) il vaso dorsale si allarga al di sopra dell'intestino boccale e forma un cuore branchiale che manda dei rami laterali nelle branchie. Inoltre in questi punti le anse trasversali che riuniscono il vaso dorsale e il vaso ventrale possono funzionare come segmenti cardiaci, disposizione che è frequente negli oligocheti. Del resto il sistema vascolare in molti casi è soggetto a importanti riduzioni; mancherebbe anche completamente, secondo Claparède, nella *Glycera* e nella *Capitella*, dove il sangue è sostituito dal liquido periviscerale.

I nefridi permanenti sono, in alcune famiglie, limitati a certe regioni, o a singoli segmenti, p. es. nei terebellidi alla cosiddetta regione *toracica*, la quale è distinta in una parte anteriore e in una parte posteriore da un sepimento. In quella i nefridi sono organi segmentari, in questa servono come deferenti dei prodotti sessuali.

Mentre negli oligocheti l'ermafroditismo è di regola, nei policheti gli *organi genitali* sono per lo più distribuiti su individui distinti, di forma talora diversa. Peraltro si conoscono anche dei policheti ermafroditi, principalmente fra i serpulidi (*Spirorbis*, *Protula*, ecc.

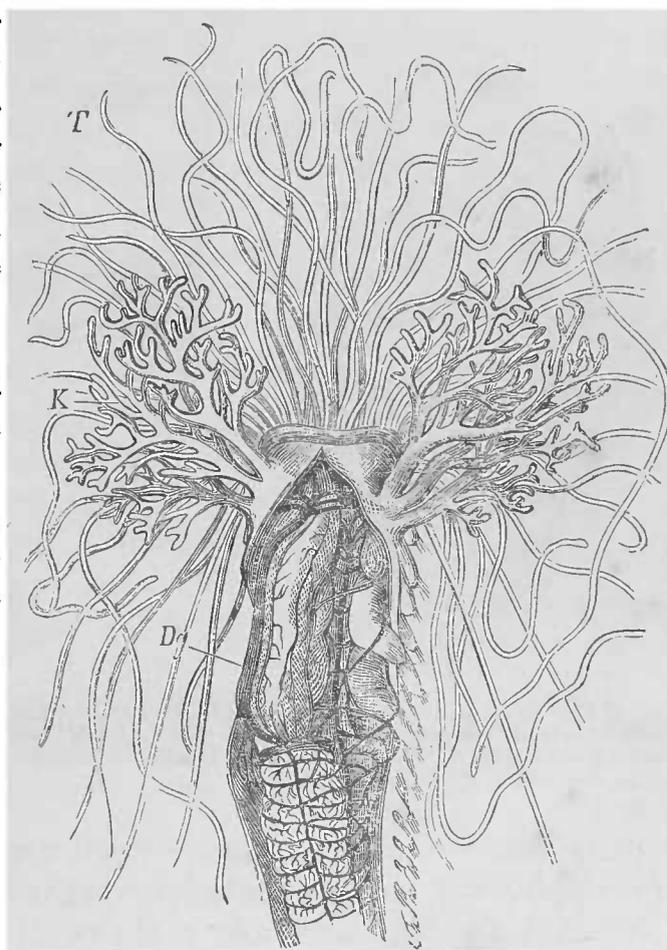


Fig. 376. — *Terebella nebulosa* aperta sulla faccia dorsale (da Milne Edwards). *T* Tentacoli, *K* Branchie, *Dg* Parte anteriore del vaso dorsale (cuore).

Lo sviluppo (1), invece d'essere diretto come negli *oligocheti*, presenta sempre dei fenomeni di metamorfosi. La segmentazione del vitello è ordinariamente irregolare, come negli irudinei, e già le due prime sfere di segmentazione hanno un volume ineguale. La più piccola (animale), che si moltiplica più rapidamente, produce le piccole sfere che circondano le più grandi (endodermatiche), generate dalla grossa sfera primitiva. Il foglietto medio deriva da due cellule che producono due strisce ventrali, divise più tardi in metameri. Al di sotto si sviluppa l'abbozzo del sistema nervoso a spese di un ispessimento del foglietto esterno. Lo sviluppo di queste strisce (*strisce primitive*) spesso ha luogo,

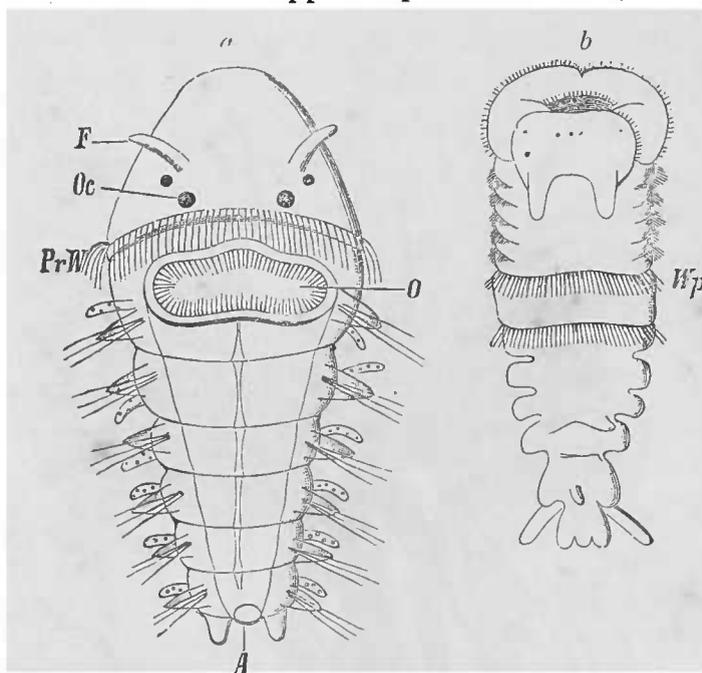


Fig. 377. — Larve di policheti (da Busch). A Larva cefalotroca di *Nereis*, F Antenne, Oc Occhi, PrW Corona ciliata preorale, O Bocca, A Ano. b Larva mesotroca di *Chaetopterus*. Wp Corona ciliata.

negli embrioni di policheti, solo ad un momento in cui la larva comincia a condurre vita autonoma.

Raramente le larve libere sono coperte di ciglia su tutto il corpo (*atroche*) (2). Per lo più le ciglia sono disposte a corona: ora, come nella larva di Lovén, sono situate a qualche distanza dall'estremità anteriore del corpo, dove formano un cercine sopra alla bocca (*cefalotroche*, larve di *Polynoe*); ora costituiscono due cerchi ai due estremi opposti del corpo (*telotroche*, larve di *Spio*, di *Nephtys*). Oltre questi due cerchi

ciliati possono ancora esistere degli archi ciliati sulla faccia ventrale (*gastrotroche*), oppure contemporaneamente sul ventre e sul dorso (*anfitroche*). In alcuni casi uno o più anelli ciliati circondano il mezzo del corpo, mentre i cerchi terminali mancano (*mesotroche*, larve di *Chaetopterus*, di *Telepsavus*, fig. 377). A questi apparecchi si aggiungono, in molte larve, lunghe setole provvisorie, sostituite più tardi da setole permanenti (*metacheti*). Malgrado le grandi differenze della loro conformazione esterna, le larve di chetopodi si lasciano anche ricondurre, per il loro sviluppo ulteriore, alla larva di Lovén.

(1) A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer, Leipzig 1882, III. W. Salensky, Études sur le développement des Annelides. *Archiv, de Biol.*, Vol. III e IV, 1882 e 1883.

(2) Vedi E. Claparède e E. Metschnikoff, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XIX, 1839.

Un numero relativamente piccolo di forme, per esempio gli *alcio-pidi* trasparenti, è pelagico; la maggior parte vive nelle regioni delle coste. Molte forme scendono a grandi profondità. Un certo numero ha facoltà di emettere una luce intensa, particolarmente le specie del genere *Chaetopterus*, le cui antenne ed altre appendici del corpo sono fosforescenti. Così delle elitre delle *Polynoë*, dei tentacoli dei *Polycirrus* e della pelle di alcune *sillidi*. Panceri (1) ha dimostrato che questa fosforescenza è localizzata in glandule cutanee unicellulari, le quali, nelle *Polynoë*, sono in connessione coi nervi.

1. Sottordini. *Errantia. Policheti liberamente natanti*. Il lobo cefalico resta sempre distinto e forma col segmento boccale una testa, nettamente separata dal resto del corpo, che porta gli occhi, le antenne e dei cirri tentacolari. I piedi sono sviluppatissimi, e servono, coi loro fasci di setole svariatisime, da remi. La parte anteriore dell'esofago è protrattile e costituisce una tromba; essa si divide in parecchie porzioni; ora essa è munita solo di papille e di tubercoli, ora contiene un apparecchio masticatore potentissimo, che appare all'esterno sull'estremità della tromba quando sporge (fig. 378). Le branchie possono mancare; per altro di regola esistono; sono tubi pettinati o arborescenti situati sui parapodi (*Dorsibranchiata*). I policheti erranti sono carnivori (*Rapacia*) e nuotano liberamente nel mare. Talora anche abitano temporaneamente dei tubi membranosi sottilissimi.

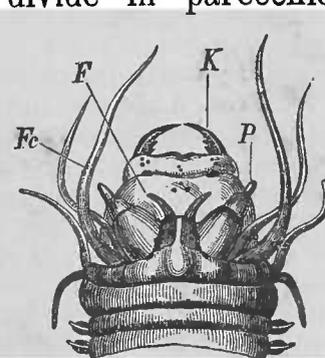


Fig. 378. — Testa e apparecchio mandibolare della *Nereis margaritacea*, dall'alto. (da Milne Edwards). K Mascelle, F Antenne, P Palpi, Fc Cirri tentacolari.

Fam. *Aphroditidae*. Gli anelli portano sui parapodi dorsali larghe scaglie (*elitre* fig. 370) per lo più alterne, che possono mancare sulla parte anteriore del corpo. Lobo cefalico con degli occhi, con un'antenna frontale impari e ordinariamente due antenne frontali pari, alle quali si aggiungono anche due grosse antenne laterali inferiori (palpi, Kinb.). Tromba cilindrica, protrattile, con due mascelle superiori e due inferiori. *Aphrodite aculeata* Lin. Dorso coperto di un feltro di peli. Occhi sessili. Numerose setole sui parapodi ventrali. Oceano Atlantico e Mediterraneo. *Hermione hystrix* Quatr. Occhi pedunculati. Mare del Nord e Mediterraneo. *Polynoë scolopendrina* Sav. Oceano e Mediterraneo. P. (*Acholoë astericola* Delle Chiaje; vive nei solchi ambulacrali degli *Astropectens*).

Fam. *Eunicidae*. Corpo lunghissimo, composto di molti anelli. Lobo cefalico con parecchie antenne (fig. 304). Parapodi con un sol ramo, raramente biramati, ordinariamente con dei cirri ventrali e dorsali e delle branchie. Una mascella sola composta di parecchi pezzi e una mascella inferiore, formata di due lamelle, sono situate in un sacco al di sopra dell'esofago. *Staurocephalus vittatus* Gr., *Halla (Lysidice) parthenopeia* Delle Ch. Napoli. *Diopatra neopolitana* Delle Ch. Napoli. *Eunice Harassi* Aud. Edw.

Fam. *Nereidae (Lycoridae)* (2). Corpo allungato, composto di molti anelli. Lobo cefalico con due antenne, due palpi e quattro occhi tentacolari da ogni lato. Piedi uniramati o biramati con dei cirri dorsali e ventrali e delle setole composte. Tromba sempre munita di due mascelle. *Nereis Dumerilii* Aud. Edw. (fig. 375). Coste della Francia e dell'Inghil-

(1) Panceri, La luce e gli organi luminosi di alcuni anellidi. *Atti della R. Acad. scienz. fis. e mat.* di Napoli, 1875.

(2) Vedi E. Grube, Die Familie der Lycorideen. *Jahresber. der schlesischen Gesellschaft*, 1873.

terra con l'*Heteronereis fucicola* Oerst., *N. cultrifera* Gr. Mediterraneo. *N. fucata* Sav., Mare del Nord. La forma distinta già sotto il nome di *Heteronereis* differisce dalle *Nereis* per la grandezza maggiore del lobo cefalico e degli occhi, come per l'eccessivo sviluppo delle pale e per la forma anormale della regione posteriore, appartiene però con le *Nereis* e le *Nereilepas* allo stesso ciclo di generazione.

Fam. *Glyceridae*. Corpo quasi cilindrico, composto di molti anelli. Lobo cefalico conico annulato, con quattro piccole antenne all'estremità e due palpi alla base. Tromba con quattro robusti denti, che si proietta molto lontano. Il sangue colorato in rosso da globuli riempie la cavità viscerale (cavità celomatica). Non esiste sistema vascolare speciale. *Glycera capitata* Oerst. Mare del Nord.

Fam. *Syllidae*. Corpo allungato ed appiattito. Testa avente ordinariamente le antenne e da due a quattro cirri tentacolari (fig. 373). La tromba protrattile è formata da una regione anteriore conica, da una regione esofagea rivestita di formazioni cuticolari rigide e da una regione posteriore segnata da serie annulari di punti. La stessa specie presenta delle forme diverse, l'una per la forma sessuata, l'altra per la nutrice. Molte portano con sé le uova finché si schiudono. *Syllis vittata* Gr., Mediterraneo. *Odontosyllis gibba* Clap., Normandia. *Autolytus prolifer* O. Fr. Müller, nutrice (fig. 373). Il maschio, descritto sotto il nome di *Polybostrichus Mülleri* Kef., la femmina sotto quello di *Sacconereis helgolandica* Müll. *Sphaerodorum peripatus* Gr. Mediterraneo.

Fam. *Phyllodocidae*. Corpo composto di molti segmenti. Lobo cefalico solo con occhi e tentacoli. Remi poco sviluppati con un cirro dorsale e un cirro ventrale lamellare. Tromba lunga munita per lo più di papille, con la porzione terminale allungata e con pareti molto grosse. *Phyllodoce lamelligera* Johnst. Quarnero. *Eulalia*. Sav.

Fam. *Alciopidae* (*Alciopea*) Corpo trasparente. Testa con due grossi occhi emisferici sporgenti. Cirri dorsali e ventrali lamellari. Tromba protrattile a parete sottile; all'estremità posteriore con pareti grosse. Davanti due papille a uncino. Le larve sono in parte parassite nelle Cidippidi. *Alciopa Cantrainii* Delle Ch. Napoli.

Fam. *Tomopteridae* (*Gymnocopa*). Testa ben distinta con due occhi, due lobi cefalici e quattro antenne, di cui due in molte specie non esistono che nella prima età. Anello boccale con due lunghi cirri tentacolari sostenuti da una forte setola interna. Bocca senza tromba né mascelle. Gli anelli portano dei piedi grandi, privi di setole, bilobati. *Tomopteris scolopendra* Kef. Mediterraneo. *T. onisciformis* Esch. Mare del Nord, Helgoland.

Un piccolo gruppo di policheti modificati dal parassitismo, la cui posizione zoologica è stata molto discussa, è rappresentata dal genere *Myzostoma* F. S. Lkt. (1). Sono piccoli parassiti discoidi che vivono sui comatulidi, con tegumento molle e coperto dappertutto di ciglia vibratili, muniti di quattro paia di ventose situate sui lati della faccia ventrale, di una tromba protrattile che porta delle papille all'estremità anteriore e di un tubo digerente ramificato che sbocca di dietro. Sui lati del corpo sono poste cinque paia di parapodi muniti ciascuno di una setola ad uncino (con una a tre setole di sostituzione) e un aciculo. In generale esiste sul margine del corpo un numero doppio di setole o di corte protuberanze. Questi animali sono ermafroditi. *M. glabrum cirriferum* F. S. Lkt.

2. Sottordine. *Sedentaria* (*Tubicolae*) (2). Policheti a testa non distinta, con una tromba corta, per lo più non protrattile, e senza mascelle. Le branchie possono mancare completamente; in molti casi esse sono limitate ai due o tre segmenti che seguono la testa, o eccezionalmente sono situate sul dorso dei segmenti della regione mediana (*Capitibranchiata*, *Arenicolidae*). Esse sono di regola rappresentate nello stesso tempo da numerose antenne filiformi e da cirri tentacolari cefalici (*Capitibranchiata*), di cui uno o più portano all'estremità un opercolo (fig. 379). I piedi sono corti, non esistono mai veri remi, gli inferiori sono cercini trasversali, muniti di setole uncinatate o di ganci appiattiti. Gli occhi mancano sovente; talora esistono in numero pari

(1) L. v. Graff, Das Genus Myzostoma. Leipzig, 1877.

(2) F. Claparède, Recherches sur la structure des Anellides sé lentaires. Genève, 1873.

sulla testa o sull'anello terminale o anche sui tentacoli branchiali e allora sono numerosissimi. Il corpo si divide spesso in due (torace e addome) o tre regioni, i cui anelli si distinguono per differenze nella mole. I tubicoli vivono in tubi più o meno solidi, che essi costituiscono da sè, e si nutrono di sostanze vegetali che si procurano per mezzo del loro apparecchio tentacolare. Le lunghe antenne, o i filamenti branchiali della testa, servono a questi animali per costruire i loro tubi, così i *sabellidi* raccolgono al centro del loro apparecchio branchiale le fine particelle di limo con le ciglia dei filamenti, le mescolano con un cemento secreto da grosse glandule e pongono la massa così formata sul margine dei loro tubi, mentre le terebellide raccolgono coi loro lunghi filamenti tattili, assai estensibili, i grani di sabbia di cui abbisognano. Esistono anche degli anellidi che perforano le rocce calcari o le conchiglie dei lamelibranchi, come fanno i molluschi litofagi, per esempio la *Sabella saxicola*, ecc.

Lo sviluppo più semplice si presenta quando le giovani larve subiscono una specie di incubazione nell'individuo madre, per esempio nella *Spirorbis spirillum* Pag., nella quale le uova e le larve restano in una tasca dello stelo opercolare, finchè queste ultime possano costruirsi un tubo. Le larve libere della maggior parte dei tubicoli, assumendo la forma

di verme, perdono il loro apparecchio ciliare, mentre appaiono i tentacoli ed i piedi. In questo stadio nuotano per un tempo più o meno lungo, circondate talora da sottili involucri, e prendono a poco a poco il genere di vita degli individui sessuati, dopo che gli occhi e le vescicole auditive sono scomparse (*Terebella*).

Fam. *Saccocirridae*. Due tentacoli sul lobo cefalico, due occhi, due fossette vibratili. A destra e a sinistra sugli anelli del tronco, una sola serie di parapodi retrattili portanti setole semplici. *Saccocirrus papilocercus* Bobr. Mare Nero e Mediterraneo (Marsiglia).

Fam. *Arenicolidae*. Lobo cefalico piccolo; senza tentacoli. Tromba con papille. Branchie ramificate sugli anelli mediani e posteriori. Si sprofondano nella sabbia. *Arenicola marina* Lin. (*A. piscatorum* Lam.), Mare del Nord e Mediterraneo (fig. 380).

Fam. *Cirratulidae*. Corpo rotondo. Testa lunga, conica con o senza due tentacoli. Piedi piccoli. Filamenti branchiali e filamenti dorsali su parecchi anelli o solo su alcuni. *Cirratulus Audouinia* Lamarckii Aud. Ed w. Coste d'Europa.

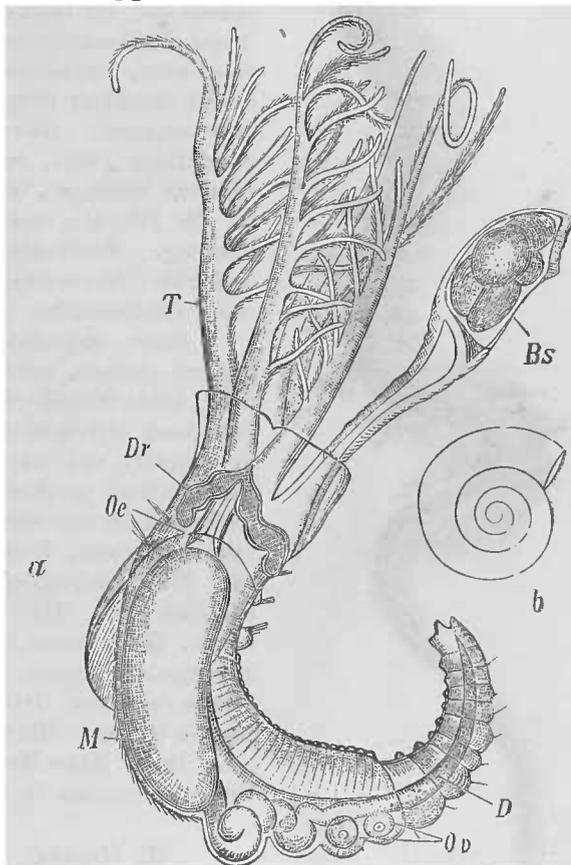


Fig. 379. — *Spirorbis laevis* (da Claparède). a L'animale è ritirato nel suo guscio e fortemente ingrandito. T Antenne, Bs Sacco incubatore sull'opercolo, Dr Glandula che serve a costruire il tubo, Ov Uova, Oe Esofago, M Stomaco D Intestino. b Tubo abitato dall'animale.

Fam. *Spionidae*. Lobo cefalico piccolo, talora con sporgenze tentacolari e ordinariamente con piccoli occhi. Anello boccale con due lunghi cirri tentacolari, avente spesso un solco (tentacoli prensili). Branchie cirriformi. *Polydora antennata* Clap., Napoli. *Spio seticornis* Fabr. Mare del Nord.

Fam. *Chaetopteridae*. Corpo allungato, diviso in parecchie regioni ineguali. Per lo più due o quattro lunghissimi cirri tentacolari. Appendici dorsali degli anelli del mezzo in forma d'ali, spesso lobate. Abitano tubi pergamenacei. *Telepsavus costarum* Clap., Napoli. *Chaetopterus pergamentaceus*, Cuv., Mediterraneo.

Fam. *Terebellidae*. Corpo vermiforme, più grosso davanti. La regione posteriore più sottile, talora nettamente distinta e costituente un'appendice mancante di setole. Lobo cefalico non distinto dall'anello boccale, spesso con un collaretto intorno alla bocca. Molti tentacoli filiformi, ordinariamente divisi in due ciuffi. Branchie pettinate o ramificate, raramente filiformi, solo su un piccolo numero di anelli anteriori (Fig. 376). Tubercoli setigeri superiori con setole semplici; tubercoli inferiori con setole uncinato. *Terebella conchilega* Pall., coste d'Inghilterra, Mediterraneo. *Ampharete Grubei* Malmgr., Groenlandia e Spitzberg. *Pectinaria auricoma* O. Fr. Müller., mare del Nord, Mediterraneo. *P. (Lagis) Koreni* Malmgr., Mediterraneo. Tubi formati di graui di sabbia. *Sabellaria (Hermella) spinulosa* R. Lkt., Helgoland, *Siphonostomum diplochaetos* Otto, Mediterraneo.

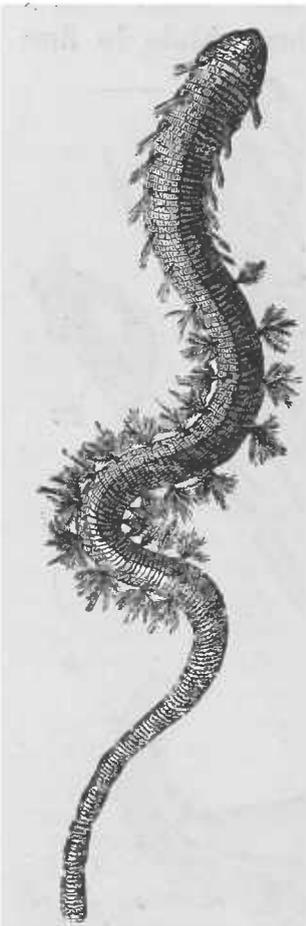


Fig. 380. — *Arenicola piscatorum* (Dal Regno animale di Cuvier).

Fam. *Serpulidae*. Corpo di solito nettamente diviso in due regioni (torace, addome). Lobo cefalico confuso con l'anello boccale, quest'ultimo munito, di regola, di un collaretto. Bocca tra una lama diritta e una lama sinistra, arrotolate in semicerchio o in spirale, sul cui margine sono situati i filamenti branchiali. Quest'ultimi portano una o due serie di filamenti secondari, forse rinforzati da uno scheletro cartilagineo e riuniti alla loro base da una membrana. Tubi membranosi (*Sabella*) o calcarei (*Serpula*) (fig. 379). *Spirographis Spallanzanii* Bis. Genova, *Sabella penicillus* Lin., Mare del Nord, *S. Köllikeri* Clap., Mare Mediterraneo. *Dasychone Lucullana* Delle Ch., Mare del Nord e Mediterraneo. *Protula Rudolphi* Risso, Mare Mediterraneo. *Filigrana implexa*. Berk. Costa norvegese ed inglese. *Serpula norvegica* Gunn., Mare del Nord e Mediterraneo. *S. contortuplicata* Sav., Mare Mediterraneo. *Spirorbis spirillum* Lin. Oceano. Tutto arrotolato in forma di cornio.

II. ORDINE. — Oligocheti (Oligochaetae) (1).

Chetopodi ermafroditi senza armatura della faringe, nè parapodi, senza mai tentacoli, nè cirri, nè branchie. Sviluppo diretto.

La regione cefalica è formata dal lobo cefalico sporgente che costituisce il labbro superiore; e dal segmento boccale, ma non si distingue essenzialmente dai segmenti seguenti (fig. 381). Non ha mai tentacoli, nè palpi, nè cirri tentacolari, ma ordinariamente delle setole tattili in

1) Oltre agli scritti di W. Hoffmeister. d'Udekem, ecc., vedi: E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Anellides, ecc., observés dans les Hébrides. Genève, 1830. Idem, Recherches anatomiques sur les Oligochètes. Genève, 1862. Kowalewski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden (*Lumbricus Euaxos*). Petersburg, 1861. B. Hatschek, Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Wien, 1878. F. Vejdowsky, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. 1. Monographie der Enchytraeiden. Prag, 1879. Idem, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag, 1884.

gran quantità. Vi si trovano anche degli organi sensorii particolari che ricordano le papille gustatorie. Gli occhi mancano, o sono rappresentati da semplici macchie pigmentari. Alle piccole cellule glandulari dell'ipoderma si aggiunge ancora, nella cintura, o *clitellum*, uno strato glandulare profondo (Säulenschicht Clap.) costituito da cellule finamente granulose circondate da una rete connessiva ricca di pigmento e di vasi, e situate tra l'ipoderma e il piano muscolare esterno. Le setole esistono in piccolo numero e non sono mai impiantate su parapodi, ma direttamente in cripte semplici della pelle. Esistono anche delle setole di sostituzione, più piccole. Il sangue è generalmente rosso.

Il tubo digerente, che raggiunge il suo più alto grado di complessità nei lombricidi, si divide spesso in più parti. Alla cavità boccale segue, nel *Lumbricus*, una faringe muscolare che probabilmente serve al succhiamento, poi un esofago che si estende al livello del tredicesimo anello, munito di uno spesso strato di cellule glandulari (tasche calcari), poi ancora un gozzo, uno stomaco e infine l'intestino propriamente detto, che forma sulla parte dorsale un'introflessione tubulare (*typhlosolis*) paragonabile ad una valvola a spirale. Nei *limicoli* il tubo digerente è più semplice, poichè lo stomaco manca sempre; ma esiste ovunque una faringe e un esofago.

I nefridii sono come al solito, mentre l'imbutto sta innanzi al dissepimento, e il canale laqueiforme sta nel segmento dietro il dissepimento e sbocca all'esterno con una vescica terminale abbastanza muscolosa. Nel *Chaetogaster* mancano completamente gli imbuti ciliati.

Gli oligocheti sono ermafroditi, depongono le uova separatamente o riunite in gran numero in capsule e si sviluppano senza metamorfosi. I testicoli, ordinariamente in numero di uno o due paia, e gli ovari, sempre in numero di un solo paio, sono situati in certi segmenti, ordinariamente vicino all'estremità anteriore del corpo, e versano i loro prodotti, per lacerazione delle loro pareti, nella cavità viscerale; questi sono espulsi all'esterno attraverso dei condotti escretori a estremità infundiboliforme, presso cui possono sussistere (*Lumbricida*) gli organi segmentari dei segmenti corrispondenti, o attraverso semplici pori

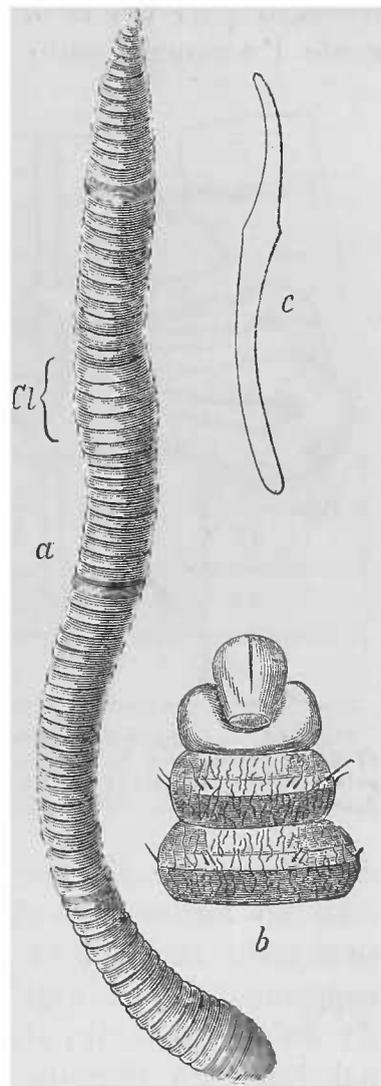


Fig. 381. — *Lumbricus rubellus* (da G. Eisen). a Verme tutto intero. Cl Clitellum. b Estremità anteriore del corpo, vista dalla faccia ventrale. c Setola isolata.

(*Enchytraeus*, *Chaelogaster*). Nel lombrico, il cui apparecchio genitale è stato descritto esattamente da E. Hering, l'apparecchio femminile si compone di due ovari situati nel 13.^o segmento (1) e di due ovidotti, la cui estremità interna è a forma di calice, i quali contengono parecchie uova in un rigonfiamento e sboccano all'esterno, da ogni lato, sulla faccia ventrale del 14.^o segmento. Inoltre vi sono, nel 9.^o e 10.^o segmento, due paia di ricettacoli seminali, che sboccano attraverso altrettanti pori tra il 9.^o e il 10.^o e tra il 10.^o e l'11.^o segmento e durante l'accoppiamento si riempiono di sperma. Negli organi genitali

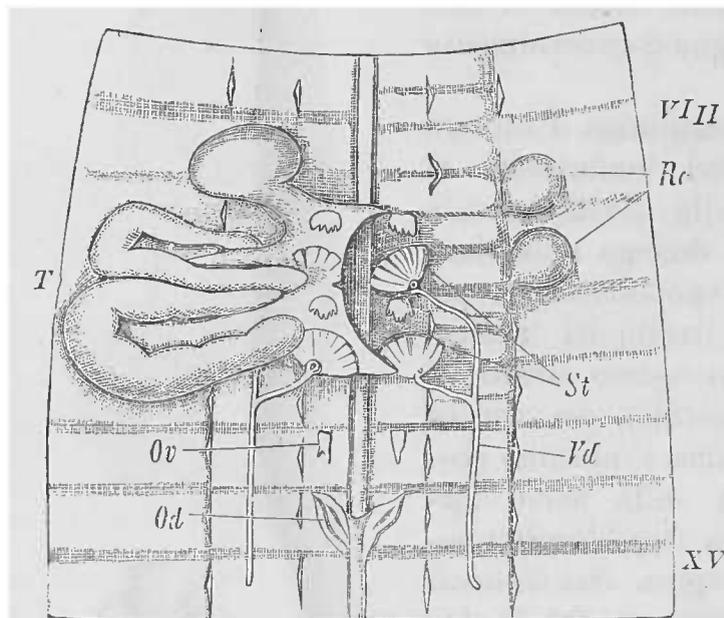


Fig. 382. — Organo riproduttore del *Lumbricus* dall'VIII al XV segmento, da E. Hering. *T* Testicoli, detti vescicole seminali da Hering, *St* i due imbuti seminali, *Vd* Vaso deferente, *Ov* Ovario, *Od* Ovidotto, *Rc* Ricettacoli del seme.

maschili, si distinguono a destra e a sinistra i testicoli ordinariamente trilobati (vescicole seminali di Hering) nel 10.^o e nell'11.^o segmento, e i condotti deferenti, (testicoli di Hering), che sono uniti, alla loro estremità interna, di un imbuto e sboccano all'esterno nel 15.^o segmento. I lobi testicolari anteriori e posteriori respingono i sepimenti dei segmenti corrispondenti, i primi in avanti, i secondi indietro. Nel *Tubifex* e nell'*Enchytraeus* dei gruppi di uova si staccano presto

dal punto dove si sono formati e nuotano nella cavità viscerale. Spesso esistono anche delle glandule albuminipare speciali e delle glandule che secernono la sostanza del bozzolo. Si trova infine, all'epoca dell'accoppiamento, la cintura di cui abbiamo già parlato e che è formata da un grosso strato glandulare. L'accoppiamento è reciproco; ha luogo nel lombrico durante i mesi di giugno e luglio alla superficie della terra, durante la notte. I vermi si applicano per le loro facce ventrali e in sensi opposti, in modo che gli orifici delle tasche spermatiche di un verme siano di fronte alla cintura dell'altro. Durante quest'atto, lo sperma esce dai pori dei canalicoli deferenti, cola nel solco longitudinale fino al clitello, e di là nel ricettacolo seminale dell'altro verme.

Insieme alla riproduzione sessuale è diffusa fra le naiadi la riproduzione asessuale per gemmazione secondo l'asse longitudinale. Esiste

(1 Il capo (lobo frontale e segmento boccale) contasi come 1.^o segmento.

anche una certa alternanza fra la riproduzione per gemmazione e la riproduzione sessuale; la prima ha luogo di primavera e durante l'estate, la seconda solo più tardi in autunno.

Lo sviluppo dell'embrione presenta molte analogie con quello degli irudinei: lo stesso modo di segmentazione ineguale, come la stessa origine del mesoderma a spese di due grosse cellule all'estremità posteriore del blastoporo. Alcuni pochi, come il *Chaetogaster*, vivono parassiti negli animali acquatici, gli altri sono liberi, parte nelle acque dolci, parte nel mare.

1. Sott'ordine *Terricolae*. Oligocheti viventi principalmente nella terra, muniti d'organi segmentari nei segmenti genitali.

Fam. *Lumbricidae*. Grossi vermi terrestri a pelle resistente, a sangue rosso, anoftalmi. Reti di vasi circondano gli organi segmentari. Con le gallerie che scavano in terra, concorrono grandemente a smuovere il suolo. *Lumbricus* L., lobo cefalico distinto dal segmento boccale. La cintura comprende una serie di segmenti posti circa al limite fra il quarto anteriore e i tre quarti posteriori, dietro gli orifici genitali. Due setole allungate e ricurve a uncino in ogni gruppo, quindi otto setole in ogni segmento. I lombrici depongono delle capsule in cui sono molte piccole uova e dei nemaspermi derivanti dai ricettacoli seminali; però non v'ha, di regola, che un solo embrione o, tutt'al più, un piccolo numero d'embrioni che si sviluppano. L'embrione, sviluppandosi, con la sua gran bocca ciliata inghiottisce non solo la massa d'albumina comune, ma anche il vitello delle altre uova non fecondate. *L. agricola* Hoffm. = *terrestris* L. *L. rubellus* Eis (fig. 381), *L. foetidus* Sav. ecc. *L. americanus* E. Perr. *Criodrilus lacuum* Hoffm.

2. Sott'ordine *Limicolae*. Oligocheti viventi specialmente nell'acqua, privi d'organi segmentari nei segmenti genitali.

Fam. *Phreoryctidae*. Vermi lunghi, filiformi, con pelle grossa, con due serie simmetriche di setole leggermente ricurve da ogni lato. *Phreoryctes Menkeanus* Hoffm. Si trova nei pozzi profondi e nelle sorgenti; pare che si nutra di radici.

Fam. *Tubificidae*. Animali d'acqua dolce, con quattro serie di setole ricurve, semplici o biforcate, talora anche munite di peli rigidi. Ricettacoli seminali nel 9.^o 10.^o o 11.^o segmento. Vivono sprofondati nei tubi limacciosi, sporgendo solo all'esterno l'estremità posteriore del corpo. *Tubifex rivulorum* Lam. Cuore nel 7.^o segmento, ricettacoli seminali nel 9.^o. *T. Bonneti* Clap. (*Saenuris variegata* Hoffm.). Cuore nell'8.^o segmento, ricettacoli seminali nel 10.^o. Entrambi nell'acqua dolce. *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap. *L. D'Udekemianus* Clap. Si distinguono dai *Tubifex* per l'assenza dei peli rigidi nella serie superiore delle setole. *Lumbriculus variegatus* O. Fr. Müll. Ogni segmento con un'ansa vascolare contrattile e delle appendici tubulari segnatamente contrattili del vaso dorsale.

Fam. *Naideae*. Piccoli limicoli a pelle sottile, a sangue trasparente, quasi incoloro, con lobo frontale spesso lunghissimo, proboscideforme e saldato al segmento boccale. *Nais (Stylaria) proboscidea* O. Fr. Müll. *N. parasita* Schm. Entrambi con un lobo frontale filiforme. *Chaetogaster vermicularis* O. Fr. Müll.

Qui vien posta la famiglia *Enchytraeidae*. *Enchytraeus vermicularis* O. Fr. Müll. nella terra dei vasi.

2. SOTTOCLASSE. Gephyrei (Gephyrei) (1)

Vermi cilindrici senza segmentazione esterna, muniti di una bocca situata all'estremità del corpo o ventrale, di un cervello, di un collare esofageo e d'un cordone ventrale, talora di setole.

I gefirei hanno il corpo allungato, cilindrico; vivono, come le *oloturie*, in fondo al mare, nella sabbia e nel limo. Ciò che li caratterizza come *anellidi* è la presenza di un collare esofageo unito al ganglio cerebrale, e di un cordone ventrale circondato di cellule nervose.

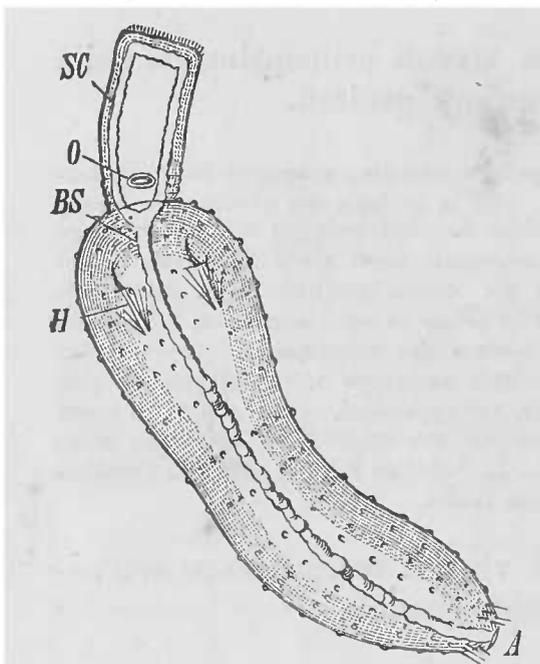


Fig. 383. — Giovane *Echiurus*, dal lato ventrale, da B. Hatschek. O Bocca alla base della proboscide, SC Commessura esofagea, BS Cordone ventrale, A Ano, H Uncini.

Nell'età giovanile si osserva nei chetiferi l'abbozzo dei segmenti del tronco, mentre negli *acheti* la cavità del tronco resta sempre semplice. Come *organi dei sensi* bisogna menzionare delle macchie oculari che stanno, in alcuni sipunculidi, direttamente sul cervello, e delle papille cutanee a cui giungono dei nervi.

Per la sua struttura la pelle è analoga a quella degli anellidi, il grosso strato corticale è adagiato su una matrice cellulare e pare talora corrugato. Non vi è mai segmentazione esterna. Il derma, formato da tessuto connessivo, è pure grosso e contiene molti follicoli

glandulari, che sboccano all'esterno per dei pori che attraversano l'epidermide. Al disotto si trova l'involucro muscolo-cutaneo sviluppatissimo, il quale è regolarmente composto di uno strato superiore di fibre annulari e d'uno strato inferiore di fibre longitudinali larghe, riunite alle prime in modo da formare delle reticolazioni con le loro anastomosi, e che produce le strie e le pieghe della cuticola. Al di sotto ancora uno strato interno di fibre annulari. Possono anche esistere nella

(1) Quatrefages, Mémoire sur l'Échiure. *Ann. des sc. nat.* 3.^a Serie. Vol. VII. Lacaze-Duthiers, Recherches sur la *Bonellia*. *Ann. des sc. nat.*, 1858. W. Keferstein, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Sipunculiden. *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XV. 1865. R. Greeff, Die Echiuren. *Nova acta*, Vol. XLI, Halle. 1879. E. Selenka, Sipunculiden. 1883. W. Apel, Beitrag zur Anatomie und Histologie des *Priapulus caudatus* (Lam.) und *Halicryptus spinulosus* v. *Sieb.* *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. 42, 1885. B. Hatschek, Ueber Entwicklungsgeschichte des *Echiurus*, ecc. *Arb. des zool. Inst. in Wien*, Vol. III. 1880. Idem. Ueber Entwicklung von *Sipunculus nudus*. *Ibidem*, Vol. V. 1883. I. W. Spengel, Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen. I. *Mittheil. aus der zool. Station zu Neapel*, 1879; II *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XV, 1881.

pelle dei chetiferi due setole in forma di uncino presso gli orifici genitali, come pure una o due corone di setole, all'estremità posteriore del corpo (*Echiurus*) (fig. 383), che concorrono alla locomozione.

Nei chetiferi (fig. 383 e 386 a) la porzione anteriore del corpo è allungata in forma di tromba; essa è immobile e corrisponde al lobo cefalico degli anellidi. Alla base della tromba, sulla faccia ventrale, è situata l'apertura boccale. Negli acheti (*sipunculidi*) questa tromba non esiste e la bocca si trova all'estremità della parte anteriore del corpo, che è circondata da tentacoli ciliati e può essere retratta per mezzo di muscoli speciali. Alla bocca seguono un esofago, talora armato di denti, e un tubo digerente tappezzato internamente di ciglia e che, generalmente più lungo del corpo, descrive parecchie circonvoluzioni nell'interno della cavità viscerale. La porzione terminale muscolare di quest'ultimo giunge all'ano, situato ora sul dorso, ora all'estremità del corpo (fig. 384 e 386 c).

Il *sistema vascolare*, che comunica probabilmente con la cavità viscerale, si compone di un vaso dorsale che accompagna, come negli anellidi, l'intestino, di un vaso ventrale applicato contro la cavità del corpo e di diramazioni per il tubo digerente ed i tentacoli. Il sangue, incolore o rossastro, è sempre spinto nella stessa direzione, come negli anellidi, per le contrazioni intermittenti dei vasi e per le ciglia vibratili che rivestono le pareti vascolari. Il liquido della cavità generale (che tiene in sospensione delle cellule) è diverso dal sangue contenuto nei vasi.

Gli *organî segmentarî o nefridî* sono rappresentati da due sorta di tubi che sboccano all'esterno, gli uni verso l'intestino terminale, gli altri per un orificio proprio sulla faccia ventrale. I primi o vescicole

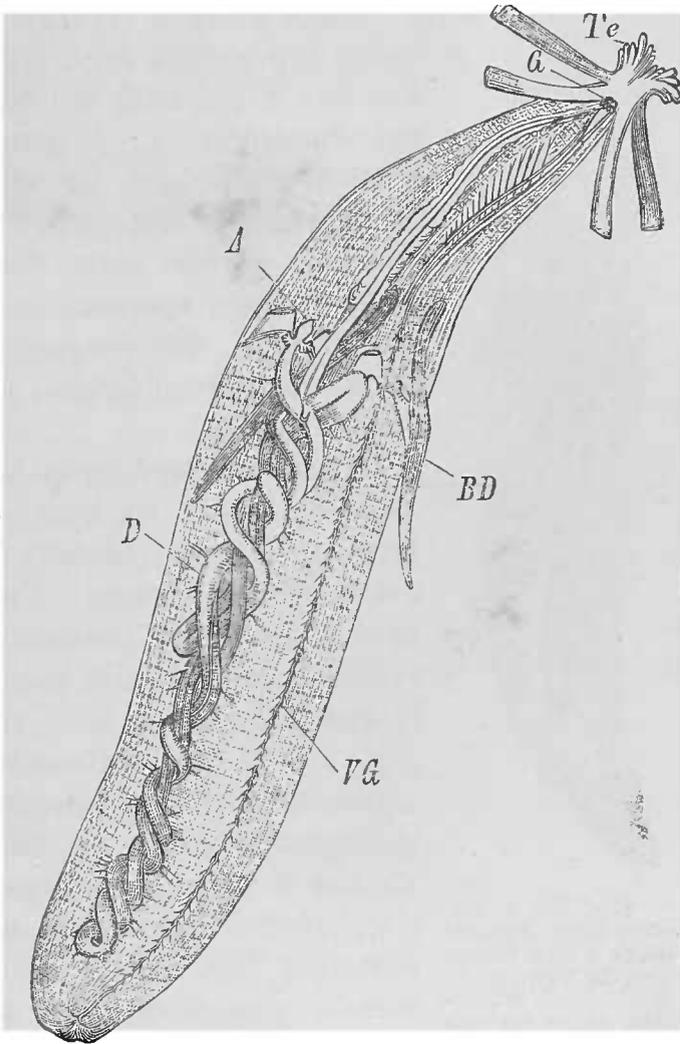


Fig. 384. — *Sipunculus nudus*. da lato, da W. Refferste in. *Te* Tentacoli, *G* Cervello, *Vg* Cordone gangliare ventrale, *D* Intestino, *A* Ano, *BD* Glandule ventrali (reni).

anali, esistono solo nei chetiferi, dove formano dei fiocchi di tubi ramificati che s'aprono liberamente nella cavità viscerale per mezzo di imbuti ciliati (fig. 386 b). Gli organi segmentarî anteriori, glandule ventrali, cominciano ugualmente con degli imbuti ciliati, e come gli organi segmentarî di molti policheti, adempiono alle funzioni di ricettacoli seminali e d'ovidotti (fig. 384).

I sessi sono ordinariamente separati. Esistono notevoli differenze nella disposizione degli organi che elaborano gli elementi sessuali e in quella dei condotti vettori. Fra gli *acheti*, nei *Phascolosoma*, le glandule sessuali, secondo Th  el, formano, alla base dei muscoli retrattori ventrali della tromba, delle ripiegature da cui si staccano i prodotti sessuali. Invece nella cavità viscerale dei sipunculi si trovano degli spermatozoi o della uova a diversi stadi di sviluppo, che vengono espulsi all'esterno per mezzo di due tubi bruni (organi segmentarî) che sboccano sulla faccia ventrale.

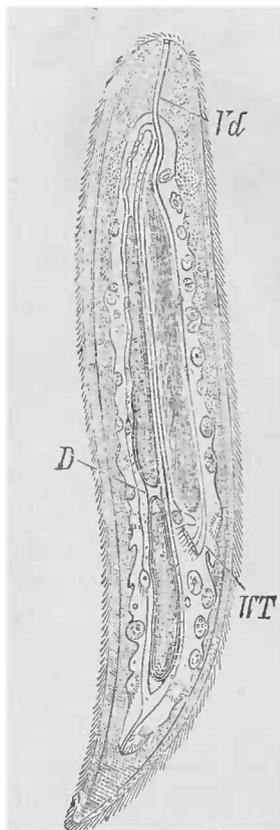


Fig. 385. — Maschio della *Bonellia* simile a una *Planaria*, da Spengel. *D* intestino, *WT* Imbutito ciliare del vaso deferente pieno di sperma.

Fra i *chetiferi*, nella *Bonellia* esiste alla metà posteriore del corpo un ovario a forma di cordone (ripiegatura peritoneale), fissato da un corto mesenterio a lato del cordone nervoso. Le uova cadono da esso nella cavità viscerale, passano di là nell'adiacente ovidotto semplice, munito alla base di una apertura imbutiforme, il quale sbocca al lato ventrale sotto l'apertura orale (fig. 386 c). Probabilmente quest'utero deve essere considerato, morfologicamente, come un organo segmentario sviluppatosi da un sol lato del corpo. La stessa disposizione si trova negli organi genitali dei piccoli maschi planariformi che stanno nell'ovidotto delle femmine di *Bonellia* (fig. 385). In certe specie questi individui maschi possiedono due uncini addominali, innanzi ai quali, a polo anteriore del corpo, si trova l'orificio del canale deferente, la cui estremità interna libera è allargata ad imbuto.

Nell'*Echiurus* abbiamo menzionato le due paia di tubi ventrali che conducono all'esterno i prodotti sessuali. Nelle *Thalassema*, secondo Kowalewski, questi organi sono in numero di tre paia.

Lo sviluppo dell'uovo presenta molte analogie con quello degli anelidi, ma mostra però negli *acheti* e nei *chetiferi*, delle importanti differenze. Nei due casi lo sviluppo embrionale è seguito da una metamorfosi. Le larve dei *chetiferi* sono conformate secondo il tipo della larva di Lov  n; quelle degli *acheti* sono notevoli per una atrofia considerevole della regione apicale e per l'assenza d'una corona preorale di ciglia.

I *gefirei* sono tutti marini; la maggior parte vive a grandi profon-

dità nella sabbia e nel fango, nei buchi delle rocce, negli interstizi fra le pietre e i coralli, talora anche nelle conchiglie di molluschi. Il loro nutrimento è lo stesso di quello delle oluturie e di molti tubicoli.

I. ORDINE. — Chetiferi, Echiuroidei,
Gefirei armati (Chaetifera, Echiuroidea).

Gefirei muniti, sulla faccia ventrale, di due fortisetole uncinale e di un ano terminale. Bocca posta alla base del lobo cefalico, conformata come una tromba.

Gli echiuroidei o gefirei chetiferi hanno un corpo allungato, assai contrattile, non segmentato esteriormente, ma che nell'età giovanile pre-

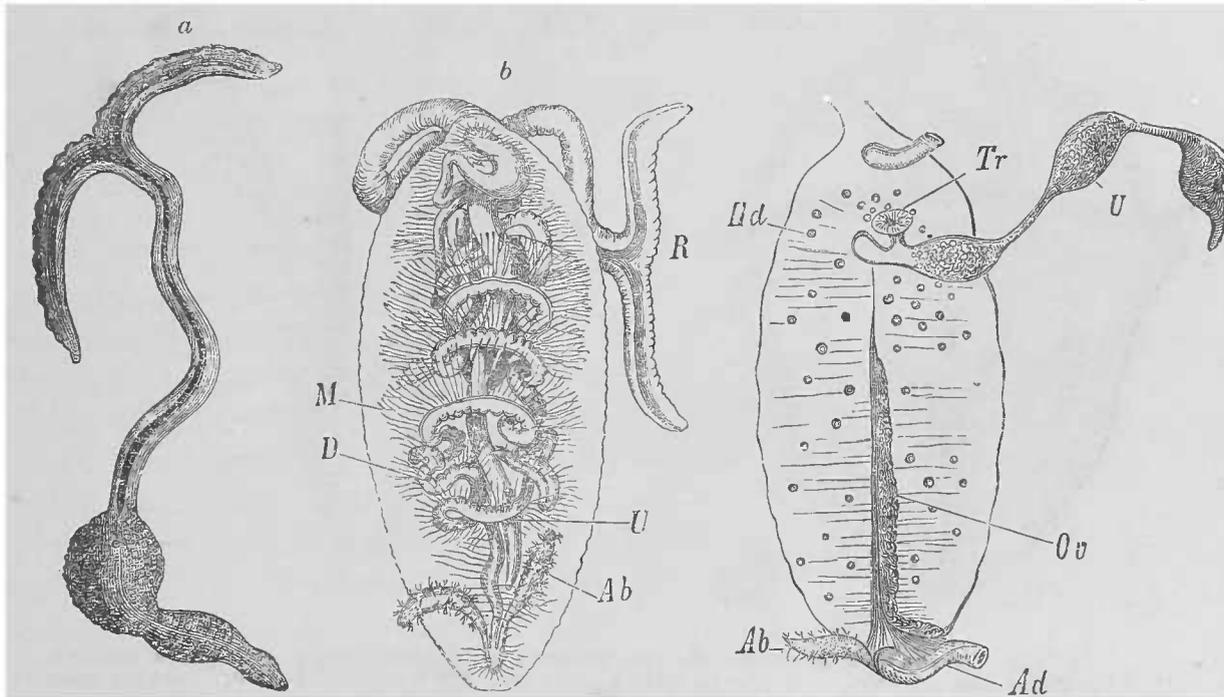


Fig. 386. — *a* Femmina della *Bonellia viridis*, da Lacaze-Duthiers. — *b* Anatomia della *Bonellia viridis*, da L. Duthiers. *D* Intestino, *M* Mesenterio, *N* Utero, *R* Proboscide, *M* Glandule anali *c* Pelle e organi genitali, tolto l'intestino. *Hd* Glandule cutanee, *Ov* Ovario, *Ad* Intestino terminale, *Tr* Imbuto ciliato dell'utero (*U*).

senta l'accento di quindici metameri del tronco, il qual carattere, come la conformazione del lobo cefalico e lo sviluppo delle setole ventrali, indica la stretta parentela di questi animali coi chetopodi. Nell'animale adulto la segmentazione interna non esiste più; i dissepimenti sono scomparsi, ad eccezione del primo che separa la testa dal resto del corpo, e la segmentazione del cordone ventrale è indicata solo dalla disposizione dei nervi ottici che ne partono.

Il lobo cefalico sviluppatissimo costituisce un'appendice probosciforme, che può raggiungere una lunghezza considerevole e biforcarsi (*Bonellia*, fig. 386 *a*).

In ogni caso si trova, sul primo segmento del tronco, un paio di setole ad uncino (con setole di sostituzione in ogni guaina della setola).

Nell'*Echiurus* esistono inoltre una o due corone di setole all'estremità posteriore. Oltre ai nefridi, in numero di due o tre paia, che sboccano sulla faccia ventrale e che servono a espellere i prodotti sessuali, se ne trovano ancora degli altri (vescicole anali) sull'ultimo segmento; sono muniti di imbuto ciliati e sboccano con l'intestino terminale (fig. 386 b). Nella *Bonellia* v'è un solo organo segmentario, che funziona come utero, e un solo ovario (fig. 386 c).

Lo sviluppo dell'uovo comincia con una segmentazione ineguale. Nella *Bonellia* le cellule vitelline animali circondano quasi completamente le quattro grosse sfere vitelline da cui deriva l'endoderma; esse lasciano libero solo un piccolo orificio, il blastoporo (fig. 136). Le larve

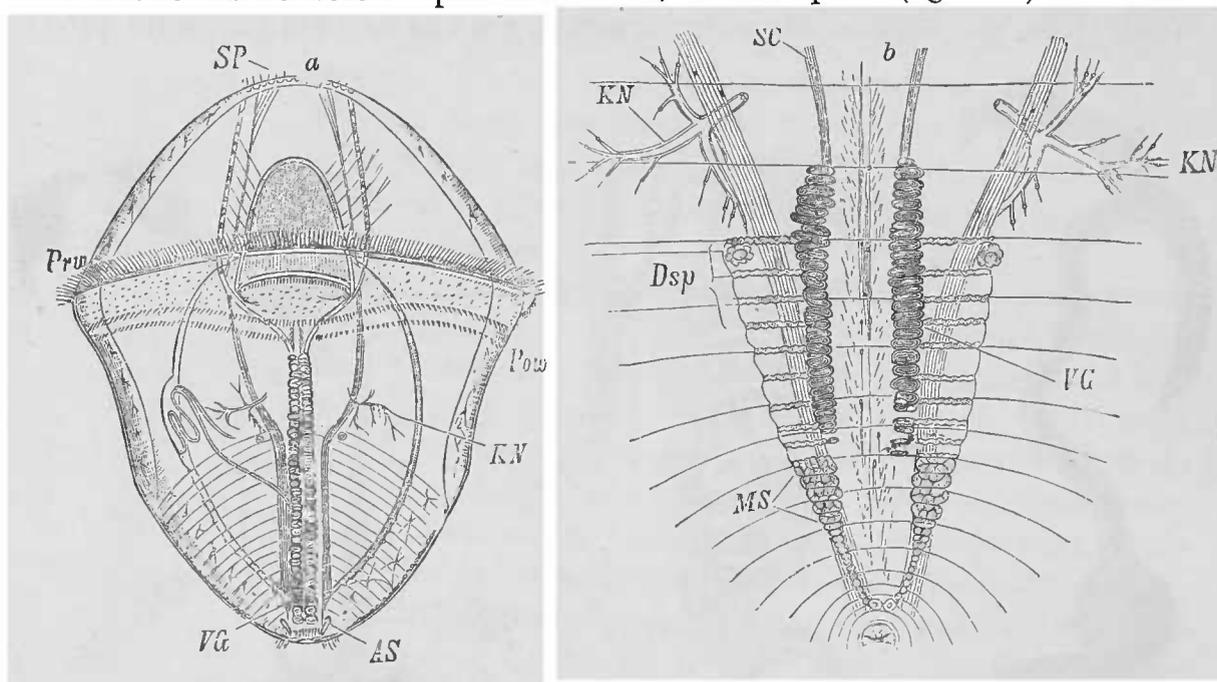


Fig. 387. — *a* Larva di *Echiurus*, dal lato ventrale (da Hatscheck). *SP* Piastra cefalica, *Prw* Corona ciliare preorale, *Pow* Corona ciliare postorale, *KN* Rene cefalico, *VG* Cordone gangliare ventrale, unito alla piastra cefalica mercè una commessura longitudinale, *As* Tubo anale. — *b* Regione ventrale della larva di *Echiurus*, con strisce mesodermatiche segmentate, *SC* Commessura faringea, *Dsp* Sepimenti dei segmenti anteriori, *Ms* Strisce mesodermatiche, *A* Ano.

di echiuri sono le meglio conosciute: sono costituite sul tipo della larva di Lovén e possiedono una larga corona preorale di ciglia, a cui si aggiunge ancora una corona postorale molto delicata. Si sviluppa presto, nel corpo della larva, il rene cefalico, dietro cui è situata una fascia mesodermatica, la quale, in un periodo più avanzato dell'accrescimento della larva, produce l'accento di quindici segmenti (fig. 387).

Nell'ultimo segmento, che porta pure una corona di ciglia, appaiono le vescicole anali che si possono considerare come organi segmentari o nefridi. Il cervello, come il cordone ventrale, sono prodotti dall'ectoderma, il primo a spese della piastra apicale, il secondo a spese di due ispessimenti paralleli della pelle sulla faccia ventrale. Ambedue sono riuniti dal collare esofageo coperto anche di cellule nervose. In un tempo più avanzato, dopo che ogni traccia di metameria è scomparsa,

e che si sono sviluppate, sui lati del cordone nervoso, non lungi dalla bocca, due forti setole ricurve e all'estremità posteriore due cerchi di corte setole, l'apparecchio ciliare comincia a sparire (fig. 387). La parte preorale della larva s'allunga e diventa la tromba del giovane *Echiurus* (fig. 383).

Fam. *Echiuridae*. Estremità anteriore del corpo prolungata sopra la bocca in una tromba scavata da un solco alla sua faccia inferiore, in cui è situato il largo collare esofageo mancante di rigonfiamento cerebrale. Anteriormente, sulla faccia ventrale, due setole uncinatate, dietro alle setole disposte a cerchio (fig. 383). *Echiurus Pallasii* Guérin (*Gaertneri* Quatref. Saint-Vaast), coste del Belgio e dell'Inghilterra. *Thalassema gigas* M. Müll. Coste d'Italia. *Bonellia viridis* Rolando, Mediterraneo (fig 385 e 386). I maschi planariformi stanno nei condotti dell'apparecchio genitale femminile.

2. ORDINE. Acheti, Sipunculidi, Gefirei inerme (*Achaeta*, Sipunculoidea).

Gefirei privi di setole con bocca terminale e con la regione anteriore del corpo retrattile. Ano dorsale.

I *sipunculidi* si distinguono da tutti gli altri gefirei per la mancanza d'ogni accenno di metameria, per l'atrofia del lobo cefalico e per la posizione della bocca e dell'ano. Il corpo è allungato; non presenta mai lobo cefalico sporgente, in modo che l'apertura boccale, spesso circondata di tentacoli, si trova situata all'estremità anteriore (fig. 384). D'altra parte l'ano è posto molto innanzi sulla faccia dorsale (fig. 389). Il cervello, il collare esofageo e il cordone ventrale sono contenuti nello spessore dell'involucro muscolo-cutaneo. Esiste un sol paio di nefridi, che furono descritti sotto il nome di glandule ventrali. Sono notevoli tubi e sboccano lateralmente presso l'ano. Vi sono anche due tubi che sboccano nell'intestino terminale, e ad essi si limitano, nei priapulidi, gli organi escretori. Il sistema sanguigno è ben sviluppato.

La segmentazione dell'uovo è totale e si forma una gastrula per invaginazione. La bocca della gastrula è situata sul lato ventrale. Le

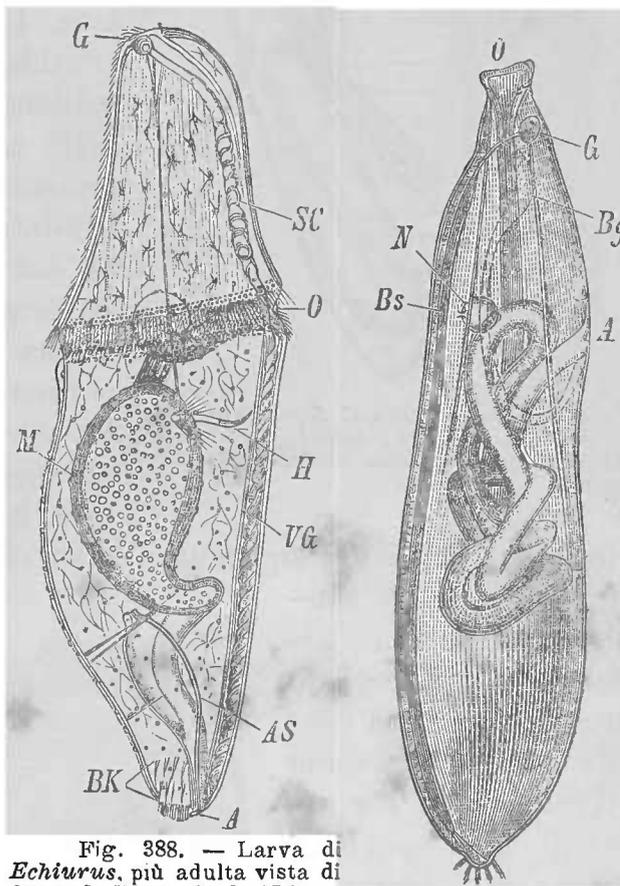


Fig. 388. — Larva di *Echiurus*, più adulta vista di fianco da Hatschek. *N* Rene cefalico è ridotto, *O* Bocca, *M* Stomaco. *A* Ano, *AS* Vesiccia anale, *G* Cervello che fuoriesce dalla piastra cefalica *Sc* Commessura faringea, *VG* Cordone gangliare ventrale, *H* Uncini ventrali, *BK* Corona di setole.

Fig. 389. — Giovane *Sipunculus*, ancora senza tentacoli, da Hatschek. *O* Bocca, *A* Ano, *G* Cervello, *Bs* Cordone ventrale, *N* Reni, *Bg* Vaso sanguigno.

due cellule marginali posteriori dell'endoderma si sprofondano nell'interno e costituiscono le due cellule mesodermatiche primitive, da cui

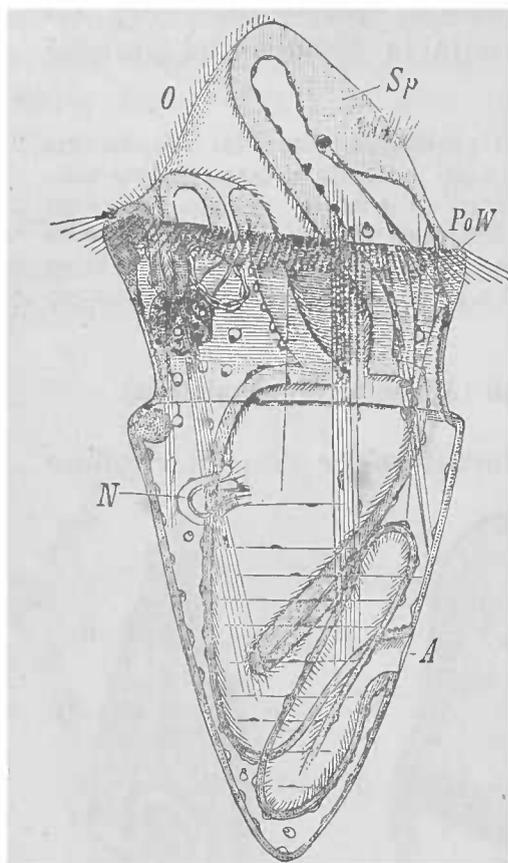


Fig. 390. — Larva di *Sipunculus*, da Hatschek. O Bocca, A Ano, Sp Piastra cefalica, PoW Corona ciliare postorale, N Reni.

deriva la striscia mesodermatica che non si segmenta mai. Le cellule ectodermatiche del polo animale e quelle della faccia ventrale formano, le prime la piastra cefalica e le seconde la piastra toracica che rappresenta una specie di striscia embrionale, e le altre cellule ectodermatiche costituiscono un involucro embrionale (*sierosa*, fig. 391). Questo porta delle ciglia vibratili, che traversano la membrana vitellina e servono alla larva per nuotare. Le piastre cefaliche e toraciche si saldano presto; le strisce mesodermatiche si dividono, per la formazione della cavità viscerale, in una lamina muscolo-cutanea e in una lamina fibro-intestinale. La prima dà origine ai due organi segmentali. L'esofago si forma per introflessione dell'ectoderma e dietro a questo appare una corona (postorale) di ciglia (fig. 390). La sierosa viene abbandonata contemporaneamente alla membrana dell'uovo, e la larva presenta allora tutti i caratteri essenziali del sipunculo, salvo che non esiste ancora cordone ventrale, nè vasi sanguigni, nè organi genitali. In un periodo ulteriore la catena ventrale si sviluppa a spese dell'ectoderma. La corona di ciglia sparisce; intorno alla bocca si mostrano i primi tentacoli, e la larva, che fino allora nuotava liberamente, si trasforma in un giovane sipunculo che si muove strisciando.

deriva la striscia mesodermatica che non si segmenta mai. Le cellule ectodermatiche del polo animale e quelle della faccia ventrale formano, le prime la piastra cefalica e le seconde la piastra toracica che rappresenta una specie di striscia embrionale, e le altre cellule ectodermatiche costituiscono un involucro embrionale (*sierosa*, fig. 391). Questo porta delle ciglia vibratili, che traversano la membrana vitellina e servono alla larva per nuotare. Le piastre cefaliche e toraciche si saldano presto; le strisce mesodermatiche si dividono, per la formazione della cavità viscerale, in una lamina muscolo-cutanea e in una lamina fibro-intestinale. La prima dà origine ai due organi segmentali. L'esofago si forma per introflessione dell'ectoderma e dietro a questo appare una corona (postorale) di ciglia (fig. 390). La sierosa viene abbandonata contemporaneamente alla membrana dell'uovo, e la larva presenta allora tutti i ca-

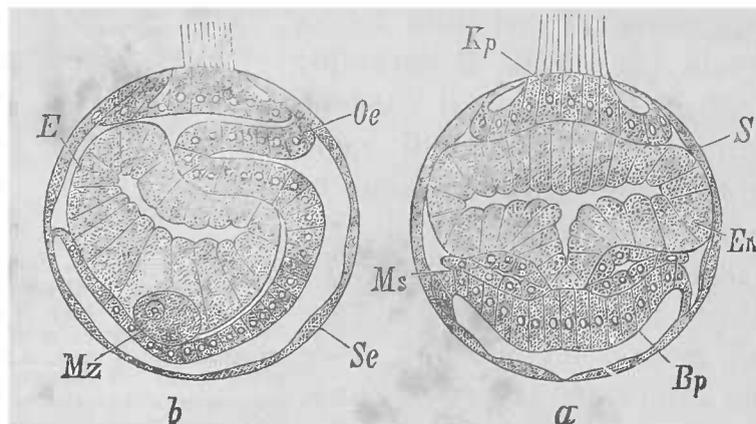


Fig. 391. — Stadio di embrione di *Sipunculus*, in cui la piastra mediana comincia a fondersi con la cefalica, da Hatschek. Mancano la membrana dell'uovo e le ciglia della sierosa che la trapassano. a in sezione trasversale, Kp Piastra cefalica, Rp Piastra mediana, E Entoderma (intestino medio), Ms Mesoderma, S Sierosa. — b in sezione longitudinale mediana, Oe Esofago, Ms Cellule polari del mesoderma.

Fam. *Sipunculidae*. Corpo allungato, cilindrico; parte anteriore retrattile. Ano dor-

sale. Tentacoli intorno alla bocca. Tubo digerente avvolto a spira. *Sipunculus nudus* L., Mediterraneo (fig. 384). *Phascolosoma laeve* Kef., Mediterraneo *Ph. elongatum* Kef., San Vaast.

Fam. *Priapulidae*. Parte anteriore del corpo priva di corona di tentacoli. Faringe armata di papille e di serie di denti. Ano all'estremità posteriore del corpo, un po' dorsale, per lo più sormontato da un'appendice caudale che porta dei tubi in forma di papille (branchie). Tubo digerente diritto. *Priapulus caudatus* O. Fr. Müll. *Halicryptus spinulosus* v. Sieb., Baltico, Spitzberg.

Il genere *Phoronis*, privo di setole, fin ora ordinariamente posto fra gli anellidi, dovrà formare un ordine a parte, quello dei *Gefirei tubicoli*. Secondo le ricerche di Kowalevski (1), la *Phoronis hippocrepia* possiede una corona di tentacoli formata di molti filamenti branchiali, la quale, sulla faccia dorsale, si ricurva ad ansa (fig. 392). La bocca è situata in mezzo ai tentacoli; è seguita da un esofago e da un intestino, che è fissato da un mesenterio e che sbocca sul lato dorsale innanzi all'ansa formata dalla serie dei tentacoli. Di fianco all'ano si trovano due pori genitali, d'onde escono le uova fecondate, le quali vanno ad addossarsi contro i filamenti tentacolari fino a che si schiudono. Il sistema nervoso è mal conosciuto; tuttavia si sa che esiste un ganglio tra la bocca e l'ano. La pelle secerne un tubo di chitina, in cui l'animale vive come gli anellidi tubicoli.

Sotto la pelle si trova l'involucro muscolo-cutaneo, composto di fibre annulari e all'interno di fibre longitudinali. Il vaso dorsale e il vaso ventrale offrono molte appendici analoghe a delle villosità che sono la sede di contrazioni energiche e che mantengono il sangue in movimento. Dall'ansa vascolare anteriore partono i vasi dei filamenti tentacolari. Il sangue contiene grossi globuli sanguigni rossi. Le due sorta di prodotti sessuali nascono in un tessuto connessivo adiposo (corpi adiposi)

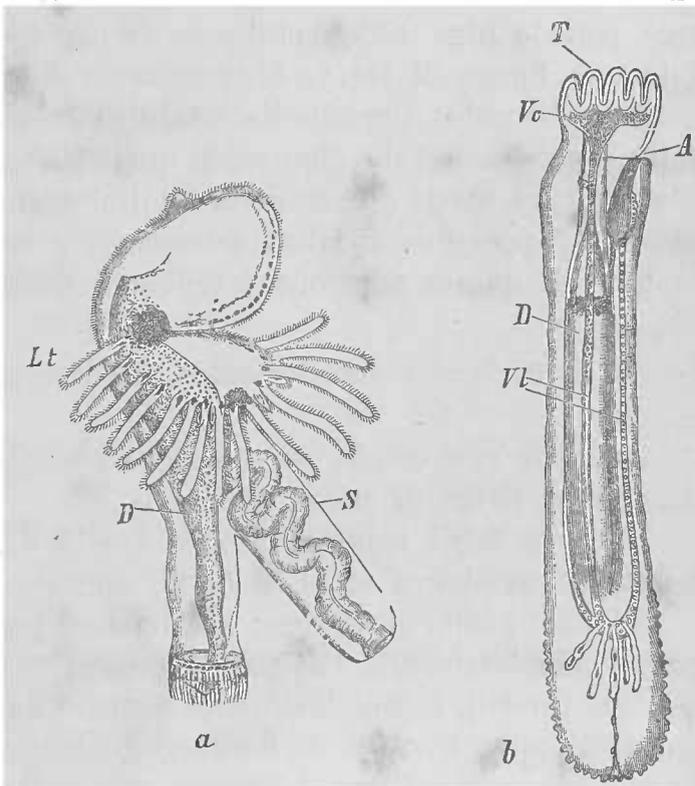


Fig. 392. — a *Actinotrocha* con tubo contorto retrattile (S), da Schneider. D Intestino, Lt Tentacoli larvali. — b Giovane *Phoronis*, da Metschnikoff. A Ano, T Tentacoli definitivi, Ve Vasi anellari, Vl Vasi longitudinali.

La pelle secerne un tubo di chitina, in cui l'animale vive come gli anellidi tubicoli.

Sotto la pelle si trova l'involucro muscolo-cutaneo, composto di fibre annulari e all'interno di fibre longitudinali. Il vaso dorsale e il vaso ventrale offrono molte appendici analoghe a delle villosità che sono la sede di contrazioni energiche e che mantengono il sangue in movimento. Dall'ansa vascolare anteriore partono i vasi dei filamenti tentacolari. Il sangue contiene grossi globuli sanguigni rossi. Le due sorta di prodotti sessuali nascono in un tessuto connessivo adiposo (corpi adiposi)

(1) A. Kowalevski, Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Phoronis*, 1867. E. Metschnikoff, *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XXI, 1871. W. Cadwell, Note on the structure, development and affinities of *Phoronis*. *Proceed. Roy. Soc.* 1882.

tra le villosità vascolari e cadono nella cavità viscerale, o celoma, dove ha luogo la fecondazione. Le uova, dopo avere traversato i pori genitali, si fissano ai filamenti branchiali e subiscono una segmentazione totale. Le sfere di segmentazione formano una blastosfera, la cui parete s'introflette su un punto per formare il primo accenno di tubo digerente (gastrula). Tra i due strati di cellule (pareti del corpo e del tubo digerente) appaiono delle cellule mesodermatiche, che forniscono più tardi lo strato muscolare della pelle e quella del tubo digerente.

Quando la bocca, l'ano e i tentacoli si sono sviluppati, l'embrione esce; ha allora la conformazione della larva detta *Actinotrocha*. Questa forma larvale (fig. 392 a) si distingue per la presenza di un'appendice cefalica in forma di elmo, e di una corona di tentacoli ciliati dietro l'apertura boccale. Durante l'accrescimento della larva si sviluppa sulla faccia ventrale un tubo sinuoso, il quale si ripiega e dà luogo alla parte posteriore del corpo dell'animale adulto, nella quale penetra il tubo digerente. L'appendice cefalica scompare, e così la corona di tentacoli; alla base di questa appaiono i tentacoli definitivi.

III. SOTTOCLASSE. — Irudinei (Hirudinei, Discophori) (1).

Anellidi con anelli corti o senza anelli, con ventosa terminale e ventrale, privi di piedi. Ermafroditi.

Il corpo degli irudinei ricorda quello dei trematodi ai quali questo gruppo di vermi era stato, a torto, annesso.

Gli anelli sono cortissimi; sono talora poco distinti e possono anche sparire completamente. Gli anelli esterni non corrispondono affatto ai segmenti interni, incompletamente separati da sepimenti trasversali; essi sono assai più piccoli e ve ne sono generalmente tre, quattro o cinque per un segmento interno. L'organo principale di fissazione è una grande ventosa posta alla parte posteriore del corpo; spesso ne esiste una seconda più piccola intorno alla bocca. I piedi mancano completamente; così è delle setole, fatta qualche eccezione. Non si sviluppa neppure distinta la testa, poichè gli anelli anteriori non si distinguono essenzialmente dai segmenti e non portano mai antenne e cirri.

La bocca è molto vicina al polo anteriore; ora è posta in fondo ad una piccola ventosa anteriore (*Rhynchobdellidae*), ora è sormontata

(1) Brandt e Ratzeburg, *Medicinische Zoologie*, 1829-1833. Moquin-Tandon, Monographie de la famille des Hirudinées, 2.^a edit., Parigi, 1846. Fr. Leydig, Zur Anatomie von *Piscicola geometrica*. *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. I. 1849. H. Rathke Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudinéen, edito da R. Leuckart. Leipzig, 1862. R. Leuckart, Parasiten des Menschen. Vol. I Lipsia, 1876. Van Beneden e Hesse, Recherches sur les Bdelloïdes ou Hirudinées et les Trématodes marins, 1863. Robin, Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées. Parigi, 1875. A. Gibbs-Bourne, Contributions to the Anatomy of the Hirudinei. *Quart. Journ. Microsc. Scienc.*, Vol. 24, 1884.

da un'appendice in forma di cucchiaio (*Gnathobdellidae*, fig. 393). Alla bocca segue una faringe muscolosa munita di glandule, armata anteriormente, o nella cavità boccale, di tre lamine ovali munite di una cresta dentellata, le mascelle (*Gnathobdellidae* fig. 394), più raramente di una mascella dorsale e di una ventrale (*Branchiobdella*), o di una tromba protrattile (*Rhynchobdellidae*). L'intestino gastrico, situato nell'asse longitudinale del corpo, è ora diviso da strozzamenti in numero uguale ai segmenti, ora presenta un numero più o meno considerevole di ciechi pari e si continua in un retto corto, talora ugualmente munito di diverticoli, il quale sbocca al polo posteriore superiormente alla ventosa.

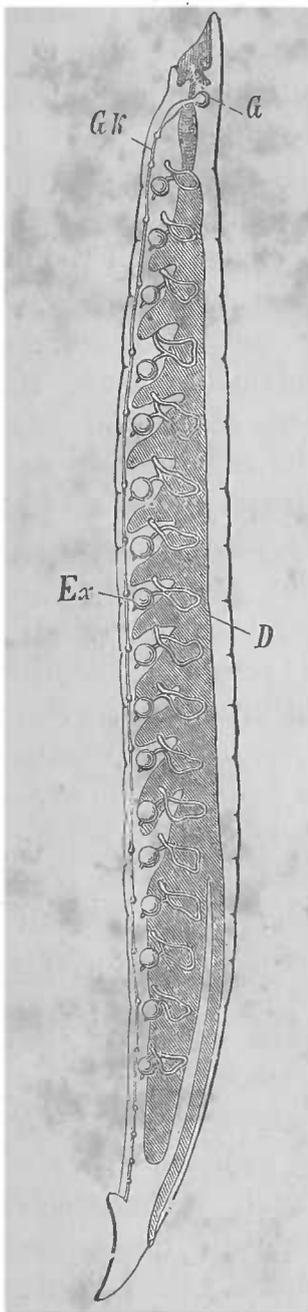


Fig. 393. — Sezione longitudinale della sanguisuga, da R. Leuckart. *D* Intestino, *G* Cervello, *GK* Catena gangliare, *Ex* Canale d'escrezione (sistema vascolare acquifero).

In ogni caso troviamo un *sistema sanguigno*, ma in diverso grado di sviluppo. Certe parti della cavità viscerale sono trasformate in tronchi vascolari, in modo che certi organi, che appartengono alla cavità viscerale, si trovano chiusi in spazi sanguigni. Tale è il modo di formazione dei due vasi laterali e del seno sanguigno mediano che contiene sempre la catena gangliare addominale e talora anche il tubo digerente (*Clepsine*, *Piscicola*). Nella maggior parte dei gnatobdellidi il sangue è rosso; la colorazione non è dovuta ai globuli del sangue, ma al liquido sanguigno.

Non esistono *organi di respirazione* particolari, fuorchè nel *Branchellion* o in alcuni altri irudinei parassiti dei pesci, che portano delle appendici branchiali fogliacee. La cavità del corpo degli irudinei ha rapporti speciali e non ben chiari col sistema sanguigno. Lo spazio tra la parete del corpo e l'intestino (cavità del corpo primaria) è riempita in parte di parenchima connessivo, in cui esiste un complicato sistema di lacune in parte muscolose. Perciò la

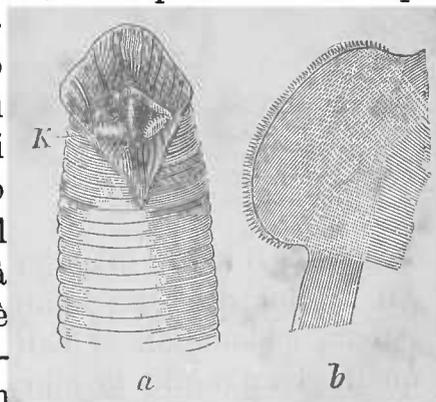


Fig. 394. — *a* Terminazione cefalica della sanguisuga, con la bocca. Si vedono le tre mascelle. *b* Una mascella isolata, con denticoli al margine.

cavità del corpo secondaria, coperta dall'epitelio peritoneale, sembra affatto scomparsa.

Gli *organi d'escrezione*, o nefridii, sono rappresentati dai *canali*

laqueiformi distribuiti per paio in ogni segmento della regione media del corpo (nei primi e negli ultimi segmenti mancano). Il loro numero è variabile; così la *Branchiobdella astact*, che vive parassita sul gambero, ne contiene solo due paia, mentre i gnatobdellidi ne contengono ordinariamente diciassette paia (fig. 393). In essi cominciano i canali nel seno sanguigno laterale, nella *Clepsine* nel seno sanguigno ventrale; ma il canale contorto riceve anche dei sottili canalicoli ramificati ed ha, come avviene pure negli oligocheti, un lume intracellulare.

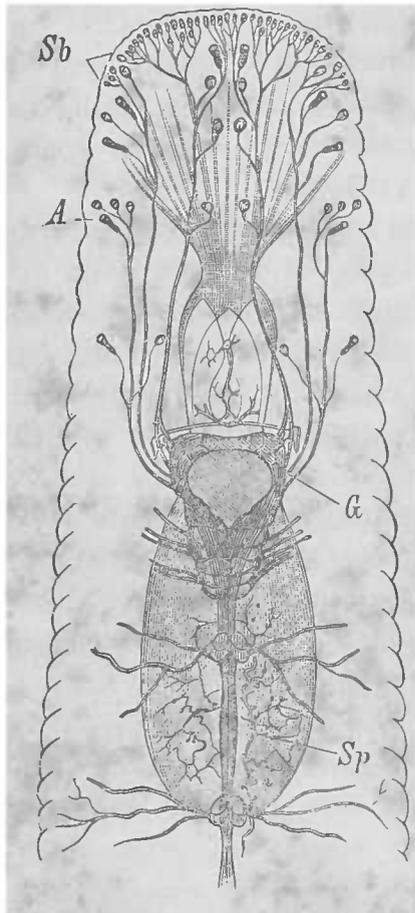


Fig. 395. — Estremità anteriore di *Hirudo*, da Leydig. G Cervello con la massa gangliare-subesofagea, Sp Simpatico. A Occhio, Sb Organi di senso.

Le glandule unicellulari si trovano in gran numero nella pelle degli irudinei e negli strati profondi del tessuto connessivo. I primi contengono un liquido mucoso, finamente granuloso, che ricopre la pelle, mentre le cellule che sono situate più profondamente sotto all'involucro muscolo-cutaneo, secernono una sostanza chiara, viscosa, che si consolida rapidamente all'esterno del corpo e che serve, durante la deposizione delle uova, a formare i bozzoli. Le glandule sono principalmente accumulate in prossimità degli orifici genitali.

Il *sistema nervoso* (1) presenta un alto grado di sviluppo. La struttura del cervello e dei gangli della catena ventrale presenta una disposizione particolare delle cellule nervose che Leydig qualifica follicolari, poichè la superficie dei rigonfiamenti gangliari presenta come dei pacchetti di follicoli aderenti (fig. 395). I due tronchi longitudinali della catena gangliare addominale sono sempre vicinissimi fra loro sulla linea mediana. Da ogni paio di gangli, nei gnatobdellidi, partono a destra e a sinistra due nervi. Il cervello e l'ultimo ganglio, o ganglio caudale, che risulta dalla fusione di più gangli, ne emettono

un numero molto maggiore. I nervi che partono dal cervello, innervano gli organi dei sensi, i muscoli e la pelle del disco cefalico i nervi della catena addominale si distribuiscono ai segmenti o zooniti corrispondenti; quelli del ganglio terminale, alla ventosa addominale. Un cordone longitudinale impari mediano (Faivre, Leydig), che si estende da un ganglio al ganglio seguente tra i due cordoni della catena, corrisponde, assai probabilmente, al tronco nervoso impari che Newport ha scoperto negli insetti. Esiste inoltre un *sistema nervoso viscerale* scoperto da Brandt,

(1) Hermann Das Centralnervensystem von *Hirudo medicinalis*. München, 1875.

formato da un nervo gastrico situato sopra e di fianco alla catena gangliare, il quale viene dal cervello e si distribuisce sui ciechi gastrici. Tre piccoli gangli che, nella sanguisuga comune, sono situati davanti al cervello e che forniscono un plesso nervoso ai muscoli delle mascelle e all'esofago, sono considerati da Leydig come rigonfiamenti dei nervi del cervello e determinano i movimenti di deglutizione.

Le sanguisughe, al lato dorsale degli anelli anteriori, hanno degli organi oculiformi, che per lungo tempo si ritennero quali occhi semplici (fig. 395). Essi invece appartengono alla categoria dei calici sensori ordinati metamericamente, che si ripetono sul primo anello d'ogni segmento, in numero di 6 al lato ventrale, in numero di 6 fino a 8 al lato dorsale, e così formano una lunga serie sul corpo. Questi organi di senso constano di un nervo assile, circondato da alcune grandi cellule chiare, senza pigmento, e di cellule sensorie lunghe e strette, derivanti dall'ipoderma. I così detti occhi, che giungono a 10 nella sanguisuga medicinale, stanno sul prolungamento anteriore di due serie longitudinali di questi organi di senso (sempre sugli anelli sensori). Sono calici cilindrici, allungati, in fondo a cui entra un forte nervo; le fibre di essi si diramano in lunghe cellule sensorie assili, mentre intorno all'asse stanno delle cellule grandi, piene di una sostanza assai rifrangente. La guaina periferica è formata da un tessuto connessivo assai pigmentato.

Gli irudinei sono ermafroditi. Gli organi genitali maschili e femminili sboccano nella regione anteriore del corpo sulla linea mediana, gli uni dietro gli altri; l'orificio maschile, ordinariamente munito di un cirro sporgente, innanzi all'orificio femminile. I testicoli sono disposti per paia in parecchi anelli successivi; essi sono ordinariamente numerosi (fig. 396). Nell'*Hirudo* dalle nove alle dieci paia di testicoli sono riuniti da ogni lato per mezzo di un condotto deferente sinuoso; alla sua estremità anteriore, ognuno di questi condotti deferenti si aggomitola e costituisce un epididimo a parete glandulare che si termina con un canale muscoloso (canale eiaculatore). Il canale eiaculatore si riunisce col suo congenere del lato opposto, per formare un apparecchio copulatore impari. Quest'ultimo

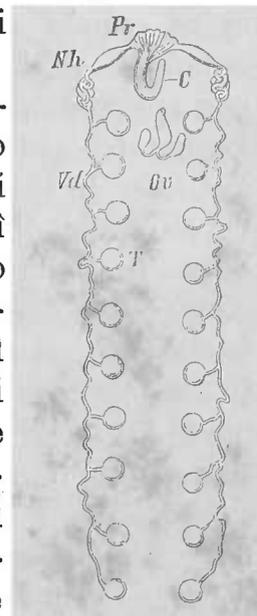


Fig. 396. — Apparato sessuale della sanguisuga. *T* Testicoli, *Vd* Vasi deferenti, *Nh* Epididimi, *Pr* Prostata, *C* Cirro, *Ov* Ovarii con vagina e apertura genitale.

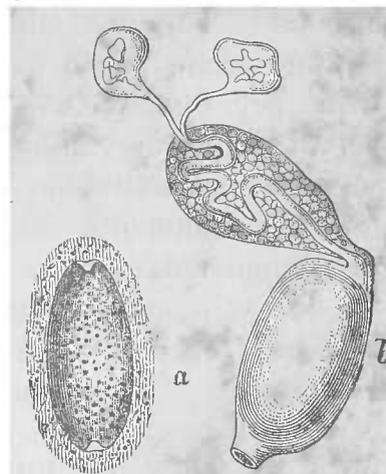


Fig. 397. — *a* Bozzolo, *b* Apparecchio sessuale femminile dell'*Hirudo medicinalis*, da R. Leuckart.

comunica con una prostata voluminosa e ora ha la forma di un sacco protrattile bicorni (*Rhynchobdellidae*), ora di un lungo filamento protrattile (*Gnathobdellidae*). L'apparecchio genitale femminile si compone di due lunghi ovarî tubulari che sboccano attraverso un orificio comune (*Rhynchobdellidae*), o di due corti ovarî sacciformi con due ovidotti, di un canale comune circondato da una glandula dell'albumina e di un'ampia vagina (*Gnathobdellidae*, fig. 397). Durante l'accoppiamento, uno *spermatoforo* esce dagli organi genitali maschili, s'introduce nella vagina dell'altro, animale o per lo meno aderisce fortemente all'orificio genitale. In tutti i casi la fecondazione si effettua sempre nell'interno del corpo dell'individuo madre. Poco dopo ha luogo la deposizione delle uova. In seguito questi animali cercano un posto conveniente su delle pietre o su delle piante, oppure lasciano l'acqua e, come la sanguisuga medicinale, si approfondano nella terra umida. Gli anelli genitali sono in quel momento rigonfi, in parte per il turgore degli organi genitali, in parte per il grande sviluppo delle glandule cutanee, la cui secrezione ha una grande importanza per le uova che stanno per essere deposte. Durante la deposizione la sanguisuga si fissa con la sua ventosa ventrale e si avvolge, dimenandosi in tutti i sensi, di una massa mucosa che circonda principalmente gli anelli genitali e si consolida in modo da formare una cintura. Gli organi genitali producono molte piccole ova e una quantità considerevole d'albumina; l'estremità cefalica si ritira da questo involucre mucoso, in forma di imbuto, pieno di ova, il quale, restringendo le due sue aperture terminali, si trasforma in un bozzolo quasi completamente chiuso. Per quanto siano piccole le uova che vengono nei bozzoli deposte in numero variabile, ma non mai considerevole, le giovani sanguisughe, quando escono, sono già molto lunghe (circa 17 mm. nella sanguisuga medicinale), e, nei tratti essenziali, hanno già l'organizzazione dell'animale adulto. Le *Clepsine* sole escono dall'uovo assai presto e differiscono molto dall'animale sessuato, tanto per la forma del corpo, come per l'organizzazione interna. Con un tubo digerente semplice e prive ancora di ventosa posteriore, restano a lungo fissate sulla faccia ventrale dell'individuo materno; solo a poco a poco, dopo avere assorbito continuamente dell'albumina secreta da questo, acquistano l'organizzazione dell'animale adulto e possono allora bastare a sè stesse.

Lo sviluppo dell'embrione è stato principalmente studiato nelle *Clepsine* fra i rincobdellidi e fra i gnatobdellidi nelle *Nephelis* e nelle *Hirudo*. Nei due casi la segmentazione è ineguale. La bocca appare per tempo e, dopo la formazione della faringe e dello stomaco, l'albumina contenuta nel bozzolo è introdotta nel tubo digerente del giovane animale, per i movimenti di deglutizione della faringe.

La maggiore parte delle sanguisughe vive nell'acqua, talora anche, ma temporaneamente, nella terra umida. Esse progrediscono o strisciando e aiutandosi con le loro ventose, o nuotando, per mezzo dei movimenti ver-

miformi del loro corpo, generalmente appiattito. Molte vivono parassite sulla pelle o sulle branchie degli animali acquatici, per esempio dei pesci e dei gamberi. Del resto quasi tutte sono accidentalmente parassite sulla pelle degli animali a sangue caldo. Finalmente alcune sono veramente carnivore, come l'*Aulastomum gulo*, e si nutrono di molluschi e di lombrici, o, come le clepsine, s'attaccano ai gasteropodi. Non pare che cerchino il loro nutrimento esclusivamente su certi animali. Sembra che, secondo la loro età, esse scelgano degli animali differenti. Così, per esempio, la sanguisuga medicinale nell'età giovanile si nutre del sangue degli insetti, poi del sangue delle rane e solo più tardi, quando diventa adulta, sente la necessità del sangue caldo.

Fam. *Rhynchobdellidae*. Sanguisughe a tromba. Corpo allungato, cilindrico, o largo, appiattito, con una ventosa posteriore e una forte tromba protrattile nella cavità boccale. Occhi pari sulla ventosa anteriore. Nel vaso dorsale contrattile sono situati gli organi produttori dei globuli del sangue. *Piscicola* Blainv. (*Ichthyobdella*). *P. geometra* L., nei pesci d'acqua dolce. *P. respirans* Tr., con delle vescicole laterali che si riempiono di sangue. *Pontobdella muricata* L., sulle razze. *Branchellion torpedinis* Sav., *Clepsine* Sav. (*Clepsi-nidae*). *Cl. bioculata* Sav., *Cl. complanata* Sav., *Cl. marginata* O. Fr. Müller. *Haementaria mexicana* de Fil., *H. officinalis* de Fil. Entrambe nelle lagune del Messico; l'ultima è impiegata in medicina. *H. Ghilanii* de Fil., nell'Amazzone.

Fam. *Gnathobdellidae*. Sanguisughe con mascelle. Faringe armata di tre mascelle piane dentate, spesso pieghettate per il lungo. Davanti all'apertura boccale un'appendice annulata in forma di cucchiaio, che costituisce una specie di ventosa (fig. 394). Bozzoli spugnosi. *Hirudo* L. Per lo più 95 anelli distinti, di cui 4 per il labbro superiore in forma di cucchiaio. I tre primi anelli, e così il 5.^o e l'8.^o portano le cinque paia d'occhi. L'apertura geni tale maschile è situata fra il 24.^o e il 25.^o anello, l'apertura femminile fra il 29.^o e il 30.^o. Le tre mascelle finamente dentate agiscono come delle seghe circolari. Stomaco con 11 paia di tasche laterali, di cui l'ultima è lunghissima. I bozzoli sono depositi nella terra umida. *H. medicinalis* L. con una varietà detta *H. officinalis* possiede da 80 a 90 denti sul margine libero delle mascelle. Un tempo diffusa in Germania, oggi ancora abbondante in Francia e in Ungheria, si alleva in stagni speciali e diventa adulta dopo tre anni. *Haemopsis vorax* Moq. Tand. Sanguisuga del cavallo, con 30 grossi denti sul margine delle mascelle, che le permettono di intaccare le membrane mucose molli. Indigeno in Europa e nel nord dell'Africa; s'attacca alla faringe dei cavalli, dei buoi e anche dell'uomo. *Aulastomum gulo* Moq. Tand., detto anche sanguisuga equina, vive di molluschi. *Nephelis* Sav. Invece di tre mascelle, ha semplici pieghe longitudinali nella faringe. *N. vulgaris*. Moq. Tand.

Fam. *Branchiobdellidae*. Corpo quasi cilindrico quando è disteso, composto di un piccolo numero di segmenti inegualmente annulati; lobo cefalico diviso in due, privo d'occhi; una ventosa all'estremità posteriore. Faringe senza tromba, con due mascelle piatte, situate l'una sopra l'altra. *Branchiobdella parasita* Henle. *B. astaci* Odier, sulle branchie e sulla faccia inferiore della coda del gambero.

IV. CLASSE. — Rotiferi (Rotatoria) (1).

Vermi provvisti di un apparecchio ciliare retrattile posto all'estremità anteriore del corpo, di un ganglio cerebroide semplice e di vasi acquiferi, senza cuore e sistema sanguigno, con sessi separati.

(1) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen, ecc. Leipzig, 1838. Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires, Paris, 1841. Dalrymple, *Phil. Transact. Roy. Soc.* 1844. Fr. Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere, *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. VI, 1854. F. Cohn Ueber Räderthiere, *Ibidem*, Vol. VII, 1856; Vol. IX,

I rotiferi sono vermi che si possono far derivare dalle larve di Lovén, a cui somiglia assai, nella forma del corpo, il rotifero sferico scoperto da Semper, e indicato come *Trochosphaera aequatorialis*. Essi non hanno nulla a che fare con gli artropodi, poichè non solo mancano di metameri, ma anche di estremità. Tuttavia il corpo dei rotiferi è esternamente articolato e si divide in segmenti più o meno ben limitati e assai diversi fra loro, senza peraltro che gli organi interni corrispondano alla segmentazione esterna. Per lo più si distingue una porzione anteriore del corpo, che racchiude in sè la massa viscerale, e una porzione posteriore, che serve come piede mobile, e termina con due stilette l'uno opposto all'altro a modo di una tanaglia; essi servono tanto come organo di movimento, quanto come organo di fissazione. Frequentemente tanto la parte anteriore quanto la posteriore sono divise in anelli suscettibili di curvatura, e rientranti gli uni negli altri, come il tubo di un cannocchiale.

Un carattere importantissimo dei rotiferi sta nell'apparecchio ciliare, il quale si trova all'estremità anteriore del corpo e può essere retratto. Siccome somiglia a una ruota girevole, chiamasi anche *organo rotatorio*. Talora esso è assai ridotto specialmente nelle forme parassite, o anche completamente atrofico, come nell'*Apsilus*. Nella *Notommata tardigrada* l'organo rotatorio si riduce alla fessura boccale ciliata, nella *Hydatina* al margine cefalico, ciliato in tutta la sua circonferenza (fig. 398). In altri casi il margine ciliato si solleva sopra il capo e costituisce due ruote, p. e. nella *Philodina*, *Brachionus*, o si trasforma in una specie di ombrella cefalica ciliata (*Megalotrocha*, *Tubicolaria*). Finalmente il margine ciliato può allungarsi in processi clavati (*Floscularia*), o a forma di braccia (*Stephanocerus*). Generalmente le ciglia formano un margine continuo che parte dall'apertura boccale e ad esso ritorna. Le ruote servono, oltrechè per la locomozione, anche per attirare i corpuscoli nutritivi. Inoltre si trova una seconda serie di ciglia finissime che vanno dal dorso all'apertura boccale situata sulla superficie ventrale dell'organo rotatore e servono a condurvi i corpuscoli impigliati nel vortice dell'organo rotatore.

L'apertura boccale conduce in una larga faringe munita di mascelle a valvola (fig. 398). Da essa parte un breve esofago che conduce in un intestino gastrico coperto di grandi cellule ciliate. All'entrata di esso sboccano due grandi tubi glandulari, suddivisi talora in glandole

1858; Vol. XII, 1862. Gosse, On the structure, functions and homologies of the manducatory organs of the class Rotifera *Phil. Transact.*, 1856. W. Salensky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Brachionus urceolaris. *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XXII, 1872. K. Eckstein, Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Vol. XXXIX, 1883. C. Zelinka, Studien über Rotatorien. *Zeitschr. für wissensch. Zool.* Vol. XLIV, 1886 e XLVII. 1888. L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. *Jen. Zeitschr.*, 1885. C. T. Hudson. The Rotifera or Wheel Animalcules. Part. I-IV. London, 1886.

unicellulari, i quali, per la loro funzione, devono considerarsi come glandule salivari o pancreatiche. Seguono l'intestino tenue e l'intestino terminale, entrambi ciliati; questo sbocca sulla faccia dorsale della parte anteriore del corpo, nel punto dove si unisce con la posteriore. In alcuni rotiferi il tubo digerente termina a fondo cieco (*Ascomorpha*, *Asplanchna*). Manca sempre il sistema circolatorio, e il liquido sanguigno incolore riempie la cavità del corpo. Quegli organi che Ehrenberg descrisse come vasi sono i muscoli striati e le reti muscolari che stanno sotto al tegumento. Egualmente manca un organo respiratorio; la funzione della respirazione è compiuta dalla superficie esterna del corpo. Quei canali che si chiamavano respiratori sono invece condotti di escrezione. Essi sono due canali longitudinali serpeggianti con parete cellulare, che cominciano per mezzo di brevi rami ciliati, e di clave ciliate chiuse, e che sboccano nell'intestino terminale o direttamente o per mezzo di una vescica contrattile (*Vescicola respiratoria*). Il sistema nervoso si rannoda a quello dei platelminti. La parte centrale è rappresentata da un ganglio semplice o bilobo, situato sopra l'esofago, donde partono dei nervi per organi speciali di senso tattile e per i muscoli. Sul cervello stanno sovente gli occhi,

o composti da un ammasso di pigmento a forma di x, o sotto forma di due macchie pigmentali unite a corpi rifrangenti. Gli organi di senso della pelle, che sono probabilmente organi di tatto, sono salienze o prolungamenti in forma di tubo (tubi respiratori cervicali), muniti di setole e di peli, alla base dei quali i nervi sensori terminano con rigonfiamenti gangliari.

I sessi sono separati e presentano un notevole dimorfismo. I maschi, più piccoli (fig. 398 *b*), sono sprovvisti di esofago e di tubo digerente, il cui rudimento si riduce a un cordone. I loro organi sessuali si riducono a un sacco pieno di spermatozoi, il cui condotto escretore muscoloso si apre spesso sopra un tubercolo all'estremità posteriore della parte anteriore del corpo. Le femmine sono assai più grandi; i loro organi della generazione si compongono di un ovario arrotondato pieno di

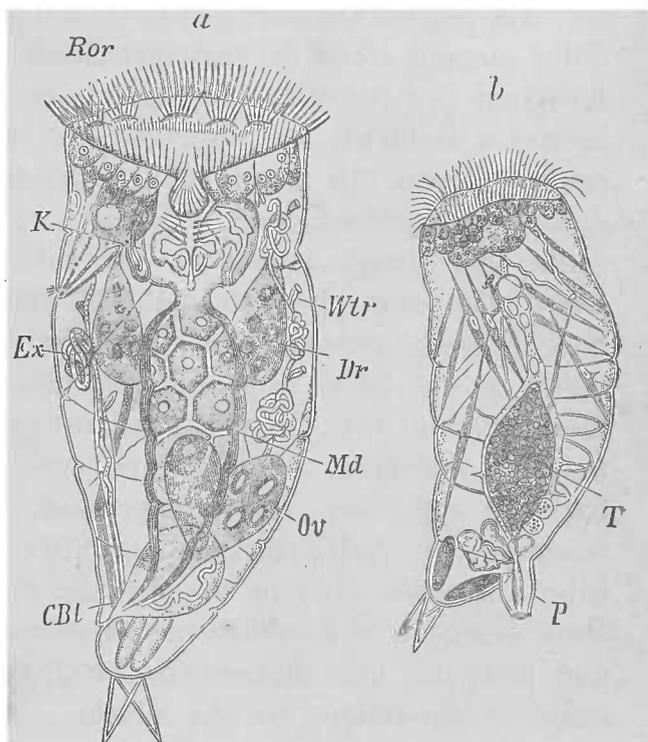


Fig. 398. — *Hydatina senta*, da F. Cohn, *a* Femmina, *b* Maschio, *Ror* Ruote, *K* Mascelle, *Dr* Glandule salivari, *Md* Intestino gastrico, *Ov* Ovario. *Wtr* Imbuto ciliare dell'apparecchio escretore (*Ex*), *CBl* Vescicola contrattile, *T* Testicoli, *P* Pene.

uova e di un breve ovidotto che contiene un solo uovo o un piccolo numero di uova mature, e che ordinariamente ha un orifizio comune col tubo digerente. Quasi tutti i rotiferi sono ovipari. Essi depongono due sorta di uova, delle *uova d'estate* a guscio sottile, e delle *uova d'inverno* a guscio grosso. Portano le uova fissate esternamente al loro corpo. Le uova d'estate possono subire lo sviluppo nell'ovidotto, e si sviluppano probabilmente senza fecondazione per partenogenesi (Cohn), poichè i maschi non esistono in tale stagione. Le uova d'inverno, generalmente colorate in bruno, sono deposte in autunno e fecondate.

La segmentazione dell'uovo è irregolare. Le cellule che si formano dalle piccole sfere di segmentazione si accumulano all'uno dei poli e finiscono per circondare completamente le grandi cellule vitelline scure, cosicchè si forma un embrione con due strati. Le cellule dello strato esterno, assai più scarse di granulazioni che quelle della massa entodermatica, costituiscono il foglietto germinativo superiore, il quale presenta una invaginazione su una delle sue faccie (la futura faccia ventrale). Le pareti laterali della invaginazione danno origine ai due lobi boccali degli embrioni dei molluschi. La parte posteriore diviene l'addome, la cui base, in seguito ad una introflessione, diventa l'intestino, mentre all'avanti, in fondo all'invaginazione primitiva, si formano la bocca e l'esofago. Il ganglio nervoso è prodotto nella parte cefalica dal foglietto superiore. Sulla formazione del mesoderma non vi sono sicure osservazioni. Nell'embrione maschile lo sviluppo differisce in ciò, che il tubo digerente rimane sempre allo stato rudimentale. Lo sviluppo nello stato libero o si fa senza metamorfosi, o ne presenta ben poche, se pure non presenta una metamorfosi regressiva, notevole soprattutto nelle floscularie sedentarie, all'età adulta.

I rotiferi vivono specialmente nell'acqua dolce, in cui si muovono nuotando col loro organo rotatorio, oppure si attaccano a corpi stranieri con delle appendici glandulari, o fatte a tanaglia, poste alla loro estremità posteriore. Fissati così, proiettano la loro parte cefalica, cominciano a far ruotare le loro ciglia, travolgendo nel vortice gli infusori, le alghe, le diatomee, che servono loro di nutrimento. Alcune specie vivono in guaine gelatinose o in tubi delicati; altre (*Conochilus*) sono fissate colla loro estremità posteriore a una bolla gelatinosa comune, e sono così riunite in una colonia natante. Pochissime sono parassite. Parecchie specie possono resistere a un essiccamento abbastanza prolungato, intendendosi con ciò non già che i loro tessuti sieno suscettibili di perdere una gran parte o la totalità dell'acqua che li compone, come alcuno ha preteso, ma che i loro tegumenti possono proteggere i tessuti interni da una soverchia evaporazione.

Fam. *Floscularidae*. Rotiferi sedentari, per lo più circondati di guaine gelatinose o di tubi. Piede lungo annulato. Margine della testa con un organo rotatorio lobato o profondamente diviso. *Floscularia proboscidea* Ehrbg. *Stephanoceros Eichhornii* Ehrbg. *Tubicolaria najas* Ehrbg., *Melicerta ringens* L., *Conochilus volvox* Ehrbg.

Fam. *Philodinidae*. Rotiferi liberi, spesso striscianti, a piede articolato, con articoli che possono entrare l'uno nell'altro come un cannocchiale; privi di guaina. L'organo rotatorio forma due ruote. *Callidina elegans* Ehrbg., *Rotifer vulgaris* Oken (*R. redivivus* Cuv.). *Philodina erytrophthalma* Ehrbg.

Fam. *Brachionidae*. Rotiferi con un organo rotatorio bifido o multifido, con un corpo largo, corazzato. Piede composto di anelli corti. *Brachionus Bakeri* O. Fr. Müll., *B. militaris* Ehrbg., *Euchlanis triquetra* Ehrbg.

Fam. *Hydatinidae*. Organo rotatorio multifido o solamente sinuoso, pelle sottile, spesso anellata. Piede corto terminato da due setole o in forma di tanaglia. *Hydatina* Ehrbg., *H. senta* O. F. Müll. Il maschio è *Enteroplea hydatinae* Ehrbg. (fig. 398). *Notommata tardigrada* Ldg., *N. Brachionus* Ehrbg. *N. parasita* Ehrbg., *Apsilus* Metschn. Corpo lenticolare; senza apparecchio ciliare, *A. lentiformis* Metschn.

Fam. *Asplanchnidae*. Corpo sacciforme, non corazzato, privo di retto e d'ano. *Asplanchna Sieboldii* Ldg., *A. myrmeleo* Ehrbg., *Ascomorpha germanica* Ldg.

Qui vien posto il genere *Seison* Gr. *Seison Grubei* Cls. (1) vive sulla *Nebalia*.

Uniremo anche ai rotiferi due gruppi di piccole forme animali, gli *Echinoderidae* (*Echinoderes Dujardinii* Clap., *E. setigera* Greeff) e i *Gastrotricha* o *Ichthydines*. I *gastrotrichi* (2) hanno un corpo in forma di fiasco o vermiforme, ciliato sulla faccia ventrale e terminato alla sua estremità posteriore da due appendici, costituenti una forca, tra le quali sbocca il tubo digerente (fig. 399). L'esofago muscoloso e la conformazione del tubo digerente ricordano la disposizione di questi stessi organi nei nematodi. Al polo anteriore è situata l'apertura boccale rotonda, verso cui le fasce ciliate ventrali sembrano spingere le particelle alimentari. Esistono spesso delle setole, massime sul dorso (*Chaetonotus*). Il sistema nervoso si compone di gruppi di cellule situate presso l'esofago. Esistono talora delle macchie oculari. I muscoli del corpo sono rappresentati da alcune cellule contrattili. Si devono considerare come organi di escrezione due canali aggomitati che sboccano sulla faccia ventrale. L'orificio genitale femminile è situato sul dorso, immediatamente innanzi alla biforcazione dell'estremità posteriore. I *Chaetonotus* producono due specie di uova; delle uova estive più piccole, che si sviluppano all'interno del corpo della madre, e delle grosse uova d'inverno a guscio duro che gli embrioni abbandonano ad uno stato di sviluppo già avanzato. Metschnikoff e Bütschli pensano che

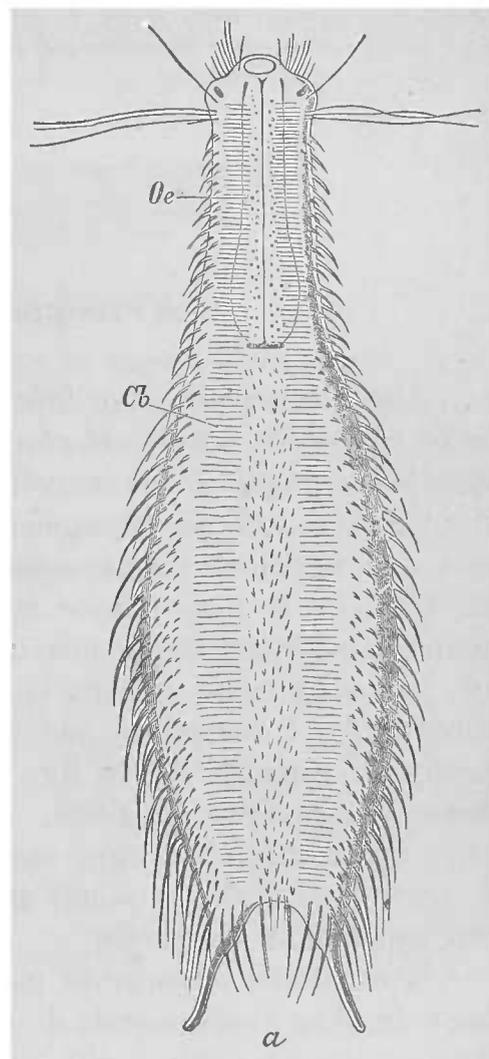


Fig. 399. — *Chaetonotus maximus*, da Bütschli. Dal lato ventrale. Cb Margine ciliare, Oe Esofago.

(1) Vedi C. Claus, Ueber die Organisation und die systematische Stellung der Gattung *Seison* Gr. Scritti per le feste del 25° anniversario della Società zoologica botanica di Vienna, 1876. L. Plate, Ueber einige ectoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel. *Mitth. der zool. Station Neapel*, Vol. VII.

(2) E. Metschnikoff Ueber einige wenig bekannte niedere Thierformen. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XV, 1865. H. Ludwig, Die Ordnung Gastrotricha. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XXVI, 1875. O. Bütschli, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*. *Ibidem*. W. Reinhard, Kinorhyncha (*Echinoderes*), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System. *Zeitschr. für wiss. Zool.*, Vol. XLV, 1887. C. Zelinka, Die Gastrotrichen. *Ibidem*. Vol. XLIX, 1889.

gli *ictinidi* abbiano i sessi separati, mentre Max Schultze ha descritto nel *Chaetonotus* delle uova e dei nemaspermi nel corpo dello stesso animale. Ludwig ha dimostrato recentemente la presenza dei testicoli negli *ictinidi*, in giovani animali le cui uova non erano ancora giunte a maturanza. I generi più importanti sono: *Chaetonotus* Ehrbg. munito di spine. *Ch. larus* O. Fr. Müll. *Ch. maximus* M. Sch. (fig. 364). *Ch. hystrix* Metschn., *Ichthyidium* Ehrbg., senza spine, *I. ocellatum* Metschn., *I. podura* O. Fr. Müll., *Dasydytes* Gosse, senza coda biforcata, ma con spine sul dorso. *D. longisetosum* Metschn.

V TIPO.

Artropodi (Arthropoda).

Animali a simmetria bilaterale con dermascheletro chitinoso, con corpo composto d'articoli eteronomi, che porta appendici articolate (membri); muniti di un cervello e di una catena gangliare addominale.

Gli artropodi per la segmentazione e l'organizzazione del loro corpo sono così vicini ai vermi segmentati, che potrebbe ancora sostenersi con Cuvier la loro unione con quelli nel tipo degli articolati. Però, mentre pare ragionevole una distinzione fra anellidi e vermi inarticolati, non si possono negare le parentele che uniscono gli anellidi ai nemertini, e i nemertini alle planarie; anche i molluschi e i molluscoidi, pei rapporti fra le loro larve e quelle degli anellidi, dovrebbero avere una diversa posizione, e non si dovrebbero separare da quelli come tipi distinti. Ad ogni modo si sa che i tipi stessi sono divisioni in parte artificiali, e quindi si possono mantenere, tenendo conto dei loro rapporti di parentela.

Il carattere importante che distingue gli artropodi dagli anellidi e che è la nota fondamentale di una organizzazione più elevata, consiste *nella presenza, sugli anelli o articoli, di appendici articolate pari che servono da organi di locomozione.* Mentre nei chetopodi esistono solo dei parapodi corti e inarticolati, negli artropodi si vedono apparire, e solo sulla faccia ventrale, delle paia di membra disposte per adempiere in un modo più completo la funzione di organi locomotori. Ogni articolo può portare un paio ventrale di membra, che, nel caso più semplice, restano corte e non si compongono che di un piccolo numero d'articoli (*Onychophora* fig. 400).

Mentre negli anellidi la locomozione si fa per spostamento degli anelli e per movimenti ondulatori del corpo intero, negli artropodi questa funzione è localizzata nelle appendici laterali, nelle membra e può quindi essere adempiuta in un modo assai più perfetto. Non solo gli artropodi, grazie alle loro membra, nuotano e strisciano più rapidamente e più facilmente; ma essi sono ancora atti a eseguire svariati modi di movimenti più complicati, come il salto, l'arrampicare, il volo. Questi animali sono veri animali terrestri e aerei.

Il grande sviluppo delle membra, come organi locomotori, è necessariamente collegato ad un *secondo carattere essenziale, all'eteronomia degli anelli e alla trasformazione del tegumento esterno in scheletro rigido*. Affinchè le membra adempiano alla loro funzione in un modo completo, è necessario che la massa muscolare sia più robusta e che prenda punto d'appoggio sui tegumenti del tronco. Le membra e

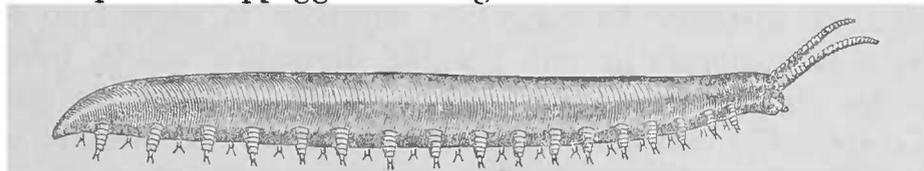


Fig. 400. — *Peripatus capensis*, da Moseley.

i muscoli, attaccandosi al corpo, rendono in seguito necessaria anche la presenza di superfici rigide, che sono prodotte in parte dall'indurimento della pelle e dalla fusione di parecchi anelli. Quando i movimenti restano semplici e si avvicinano ancora a quelli degli anellidi, gli anelli del tronco restano indipendenti e tutti gli anelli portano membra simili in tutta la lunghezza del corpo (larve, *miriapodi*).

In generale il corpo presenta tre regioni distinte: la *testa*, il *torace* e l'*addome*, le cui appendici hanno una conformazione e delle funzioni diverse (fig. 401).

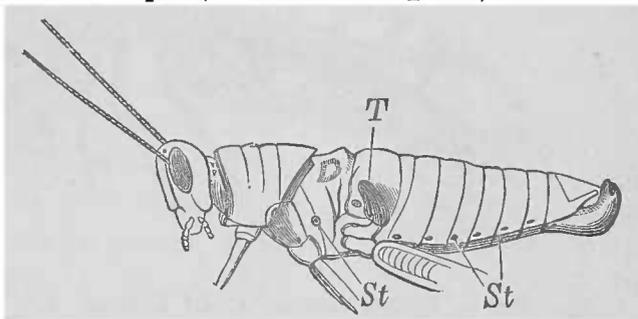


Fig. 401. — Capo, torace e addome di *Acridium*, lateralmente, *St*, Stigme. *T*, Timpano.

La testa, in confronto a quella degli anellidi costituita di lobo frontale e segmento boccale, simili agli altri anelli del corpo, forma la regione anteriore corta e raccolta, con tegumenti rigidi. Essa contiene il cervello e porta gli organi dei sensi e i pezzi di cui è costituita la bocca. Le membra di questa regione sono ordinariamente trasformati in antenne e in organi masticatori. Confrontata alla testa degli anellidi, quella degli artropodi presenta, oltre all'anello cefalico, o delle antenne, e all'anello boccale, almeno un anello mascellare, le cui appendici possono servire ancora durante la vita larvale (*nauplius*) da zampe locomotrici. Ma di regola vi si aggiungono parecchi altri anelli e le loro membra funzionano come mascelle.

Il torace si distingue pure per la fusione intima di alcuni o di tutti gli anelli che lo costituiscono e per la rigidità dei suoi tegumenti. Ordinariamente esso è assai nettamente distinto dalla testa, ma spesso è fuso con esso (*cefalotorace*) (fig. 402). Porta le membra essenzialmente motrici e rappresenta il centro del corpo. L'addome è composto d'anelli ben distinti, e generalmente è privo di membra. Quando queste esistono (piedi addominali), ora concorrono alla locomozione, ora servono alla respirazione e alla copula, od anche a portare le uova. Più

raramente l'addome, come negli scorpioni, si divide in due parti; l'una anteriore larga, il *preaddome*; l'altra gracile e mobile, il *postaddome*.

La pelle si compone, come negli anellidi, di due strati differenti: l'uno chitinoso, esterno, rigido, per lo più omogeneo; l'altro molle, formato di cellule poligonali (*ipoderma*), che secerne strato per strato la membrana di chitina primitivamente molle (fig. 23). Questa si indurisce; nella sua sostanza fondamentale chitinoso si depositano dei sali calcari: essa si trasforma in una corazza dermatica solida, interrotta solamente fra gli anelli da sottili membrane che servono da mezzi di unione. Le appendici cuticolari variate della pelle, peli semplici o pennati, setole, spine, uncini, sono formate da espansioni dello strato cellulare inferiore (fig. 24). La membrana di chitina colle sue appendici va di tanto in tanto soggetta, massime nell'età giovanile, a delle mute. I muscoli non formano più un involucre muscolo-cutaneo continuo, ma offrono delle divisioni corrispondenti agli anelli. I muscoli del tronco costituiscono negli anelli degli strati longitudinali e trasversali, ma sono

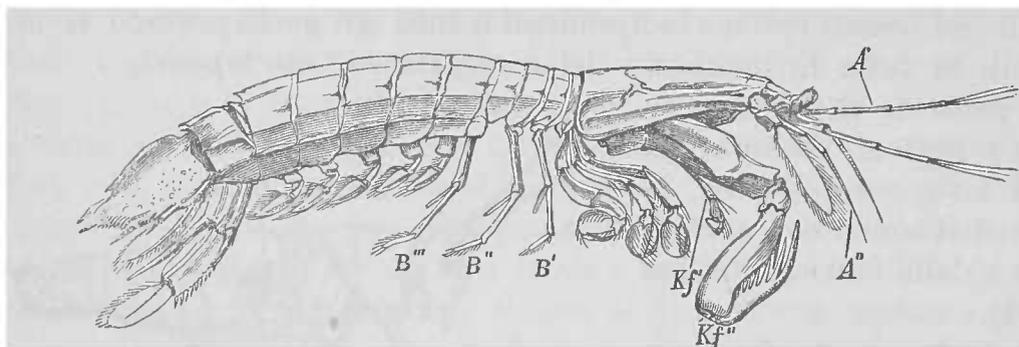


Fig. 402. — *Squilla mantis*. A' A'' Antenne, Kf', Kf'' Piemascelle anteriori sul cefalotorace, B' B'' B''' Zampe toraciche.

in parecchi punti interrotti. Sono completati da potenti gruppi di muscoli destinati a far muovere le membra. Le fibre muscolari sono striate.

L'organizzazione interna ricorda quella degli anellidi, senza però presentare mai una segmentazione interna distinta.

Il *sistema nervoso* si compone di un cervello, di un collare esofageo e d'un cordone ventrale che ha d'ordinario la forma di una *catena gangliare* (fig. 403), situata sotto al tubo digerente, la quale spesso presenta un alto grado di concentrazione e talora anche costituisce sotto all'esofago una massa gangliare comune indivisa. La segmentazione della catena addominale offre, secondo le specie, le differenze più svariate, ma generalmente corrisponde alla segmentazione eteronoma del corpo, poichè nelle regioni risultanti dalla fusione di parecchi anelli, si constata il ravvicinamento e la fusione dei gangli corrispondenti. In un solo caso, nei *pentastomidi*, che hanno preso la forma e il genere di vita dei vermi intestinali, la parte superiore del collare esofageo non si rigonfia in ganglio cerebroide, e le parti centrali del sistema nervoso sono riunite in una massa gangliare comune sotto all'esofago. In tutti gli

altri casi, il cervello è una grossa massa gangliare posta sull'esofago, unita, per mezzo del collare esofageo, col ganglio sottoesofageo, il ganglio anteriore della catena ventrale, situato generalmente nella testa. Dal cervello partono i nervi dei sensi, mentre i gangli della catena danno origine ai tronchi nervosi che vanno ai muscoli e ai tegumenti. Insieme a questo sistema nervoso, paragonabile al sistema cerebro-spinale dei vertebrati, si trova pure negli artropodi superiori un sistema nervoso viscerale (*simpatico*) composto di gangli speciali riuniti al primo sistema e di plessi che si distribuiscono principalmente nel tubo intestinale. Si distinguono anche dei nervi viscerali pari o impari, che originano dal cervello.

Gli occhi sono gli organi di senso più diffusi; non mancano che in un piccolo numero di forme parassite. Sotto la loro forma più semplice, sono piccoli organi pari o impari situati sul cervello, con dei corpi rifrangenti e muniti o privi di un cristallino comune (*stemmati*). Gli occhi composti, che sono sempre in numero di due, sono più complicati; sono caratterizzati dalla presenza di bastoncini nervosi e di coni cristallini. Si dividono in due gruppi, gli occhi a cornea liscia (nei cladoceri), e gli occhi a faccette, che possiedono molte corneole e, al di sotto, i coni cristallini e i bastoncini nervosi (fig. 106 e 107). Nei decapodi e in altri crostacei, essi sono portati all'estremità di lunghi pedicelli mobili. Si osservarono anche, eccezionalmente, degli occhi accessori in altre parti del corpo, sulle mascelle e tra le paia di zampe addominali (*Euphausia*). Gli *organi uditivi* sono frequentissimi, massime nei crostacei, nei quali hanno la forma di vescicole contenenti delle otoliti, poste alla base delle antenne anteriori, più raramente nell'appendice dell'addome a ventaglio. Questi organi vennero pure scoperti negli insetti, ma presentano una struttura assai diversa. Gli *organi gustativi* si trovano alla superficie delle antenne e si compongono di tubi cuticolari delicati o di sporgenze coniche speciali, sotto cui i nervi sensorî si terminano con dei rigonfiamenti. Si devono considerare come organi di tatto le antenne e i palpi degli organi masticatori, le estremità delle membra, e su queste delle setole e dei peli particolari della pelle, sotto cui si trovano delle terminazioni nervose gangliari.

Ovunque, *l'apparecchio digerente* è nettamente distinto, ma la sua

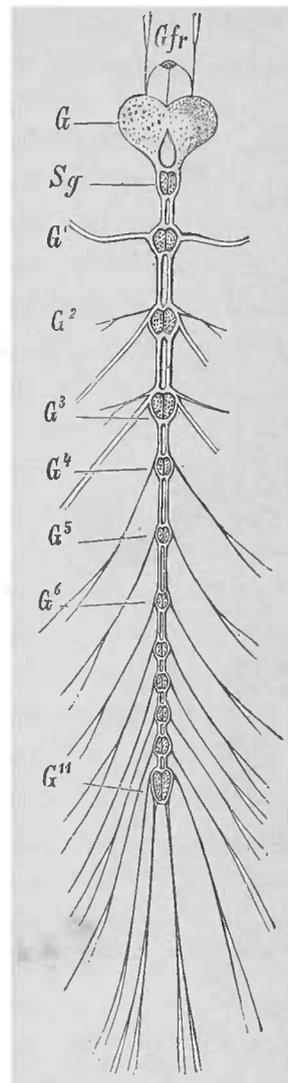


Fig. 403. — Sistema nervoso della larva di *Coccinella* da Ed. Brandt. Gfr Ganglio frontale, G Cervello, Sg Ganglio sottoesofageo, G' G'' Gangli della catena ventrale nel torace e addome.

conformazione, e il suo grado di organizzazione sono variabilissimi. Eccezionalmente esso può atrofizzarsi e scomparire completamente (*rizocefali*). La bocca è situata alla faccia inferiore della testa, sormontata da un labbro superiore e circondata per lo più a destra e a sinistra dai pezzi boccali disposti per masticare, per pungere e per succhiare. Ad essa segue un esofago largo e stretto, e un intestino gastrico, il

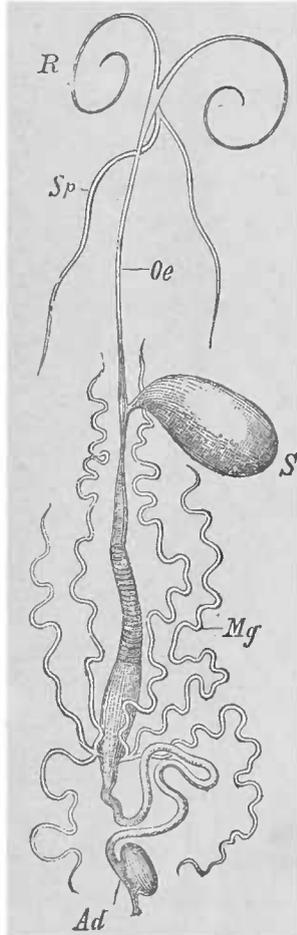


Fig. 404. — Canale digerente di *Pontia brassicae*, da Newport. R Proboscide (mascelle), Sp Glandule salivari, Oe Esofago, S Stomaco succiatore, Mg Vasi malpighiani, Ad Intestino terminale.

quale ora è semplicemente situato sull'asse del corpo, ora descrive parecchie circonvoluzioni. Esofago e intestino medio (stomaco chilifero) possono suddividersi a lor volta e presentare delle glandole salivari e delle appendici epatiche di estensione variabile. Infine, l'ultima porzione del tubo digerente è rappresentata dall'intestino terminale che sbocca all'estremità posteriore del corpo.

Gli *organi di escrezione urinaria* sono diffusissimi. Sotto la loro forma più semplice sono cellule che rivestono le pareti intestinali (copepodi), a un grado d'organizzazione un po' più elevato sono prolungamenti tubulari filiformi dell'intestino terminale (vasi Malpighiani fig 404).

È importante notare che in molte classi d'artropodi si trovano dei nefridii segmentati in numero più o meno grande. Essi non cominciano con un imbuto libero, ma con una vescicola terminale chiusa e corrispondono alle così dette glandole antennali o testacee dei crostacei. Negli aracnidi essi si presentano sotto forma di glandole della coscia, mentre nei peripatidi si ripetono in quasi tutti i segmenti come canali contorti a laccio e cominciano con una vescica terminale chiusa (Sedgwick). Anche gli organi della circolazione e della respirazione presentano i gradi più diversi di organizzazione. Nel caso più semplice il liquido sanguigno trasparente, raramente colorato e contenente dei globuli, riempie la cavità del corpo e gli interstizi

tra gli organi, ed è mantenuto in circolazione in modo irregolare dai movimenti delle diverse parti del corpo. Non di rado alcuni organi, come l'intestino, le lamelle oscillanti, ecc. presentano dei moti ritmici che hanno azione sulla circolazione (*Achtheres*, *Cyclops*). In altri casi si riscontra al lato dorsale sopra l'intestino un cuore in forma di tasca o un tubo allungato diviso in camere (vaso dorsale) che serve da organo di impulsione. Dal cuore partono vasi o *arterie*, le quali conducono il sangue in date direzioni e sboccano nella cavità viscerale. Vi sono inoltre delle vie venose che riconducono sangue al cuore e pren-

dono la loro origine nella cavità del corpo. Il sistema circolatorio non è mai chiuso, essendovi sempre degli spazi lacunari sul percorso delle arterie e delle vie venose, che possono essere conformati a modo di vasi.

La respirazione è ancora spessissimo esercitata da tutta la superficie del corpo, massime negli artropodi piccoli e delicati. In quelli che vivono nell'acqua e di mole maggiore, certe appendici tubulari e per lo più ramificate delle membra (branchie) hanno questa funzione, mentre fra gli insetti, i miriapodi, gli scorpioni ed i ragni, che vivono nell'aria, è localizzata in tubi interni, arborescenti, pieni d'aria (*trachee*) ed in lamelle cave (*polmoni*). Si sono divisi gli artropodi secondo il modo di struttura degli organi respiratori in *branchiati* e *tracheati*.

La riproduzione degli artropodi è sessuale, ma talora uova non fecondate sono suscettibili di svilupparsi (*partenogenesi*). Gli ovarii ed i testicoli sono primitivamente pari, come i condotti vettori, che spesso si confondono alla loro terminazione e presentano un solo orificio genitale mediano (*insetti, aracnidi*). Ad eccezione dei *cirripedi*, dei *tartigradi* e delle *cimotoe*, i sessi sono sempre separati; maschi e femmine offrono spesso anche una forma e un'organizzazione essenzialmente diverse. Raramente, come nei crostacei parassiti, il dimorfismo sessuale è tanto pronunciato che i maschi restino piccolissimi e vivano come epizoi sul corpo delle femmine. Durante l'accoppiamento, che si limita spesso all'unione esteriore dei due sessi, degli spermatofori sono spesso fissati all'anello genitale della femmina o introdotti per mezzo dell'organo copulatore nella vagina, da dove i nemaspermi passano talora in ricettacoli seminali speciali. La maggior parte degli artropodi sono ovipari: però quasi tutti i gruppi contengono delle forme vivipare. Le uova, una volta deposte, sono portate per un tempo più o meno lungo dalla femmina, o sono deposte in luoghi riparati e contenenti un nutrimento adatto.

Per lo più allo sviluppo più o meno complicato nell'embrione segue una complicata metamorfosi, durante la quale le giovani forme libere (larve) subiscono una replicata muta della pelle. Non di rado la larva appena nata ha un numero di segmenti diverso da quello presentato dal corpo materno. In altri casi i segmenti esistono: ma non sono ancora fusi in parecchie regioni, e le larve per la loro segmentazione omotoma, per il movimento e per il modo di vita somigliano agli anellidi. Finalmente la metamorfosi può essere *regressiva*; le larve provviste d'organi dei sensi e di membra, diventano parassite, perdono gli occhi e gli organi di locomozione, e si trasformano in forme bizzarre inarticolate (*lernee*) o simili a degli entozoi (*rizocefali, pentastomidi*).

Come generalmente negli altri tipi, le forme acquatiche, respirando per branchie, occupano uno stadio inferiore e dal punto di vista genetico sono più antiche, così anche fra gli artropodi i *branchiati* (*crostacei*) sono i tipi più antichi, i *tracheati* sono più recenti. Era già nota da

terza parentela tra artropodi e anellidi per la somiglianza nella forma e nell'organizzazione, nella posizione del sistema nervoso, dell'intestino, del ganglio cefalico e della catena gangliare: ma questo concetto è stato confermato recentemente mercè la più esatta conoscenza degli onicofori, dapprima ritenuti anellidi e ora considerati come artropodi a forma di anellidi (*peripatidi*), e inoltre per la scoperta dei nefridi segmentati nei crostacei e negli aracnidi.

Vi sono almeno tre diverse serie fra loro divergenti appartenenti agli artropodi: 1.º *crostacei*; 2.º *gigantostraci* e *aracnidi*; 3.º *antennati*, fra cui gli *onicofori*, i *miriapodi* e gli *insetti*.

I. CLASSE. — Crostacei (Crustacea) (1).

Artropodi viventi nell'acqua, respiranti per branchie, muniti di due paia d'antenne, di molte paia di zampe toraciche e spesso anche di zampe addominali. Sviluppo caratterizzato dalla fase di Nauplius.

I crostacei, il cui nome deriva dall'essere l'involucro del corpo reso spesso rigido per depositi calcari, abitano quasi tutti nell'acqua, alcuni eccezionalmente sulla terra. Un carattere abbastanza generale sta nel gran numero di paia di zampe, le quali tutte, ad eccezione delle antenne anteriori (antennule), sono derivate dai piedi bifidi del tronco.

Nella formazione del capo entrano, oltre il segmento frontale, che porta gli occhi e le antennule e che deriva dal lobo frontale degli anellidi, altri quattro segmenti, fusi tra loro e col primo, gli arti dei quali sono le antenne, originariamente appartenenti al segmento boccale e rivolte all'innanzi, come pure le mandibole e due paia di mascelle. Spesso questo *capo* si unisce con un numero maggiore o minore di segmenti successivi del torace in un *cefalotorace*.

Gli arti del torace o piedi toracici sono variamente conformati a seconda del loro ufficio, e specialmente là dove esiste un cefalo torace; uno o più paia di essi si trasformano nei così detti *massillipedi* che servono come organi di prensione dell'alimento. La fusione dei segmenti del corpo può essere assai estesa, e riguardare non solo i segmenti anteriori (cefalotorace dei decapodi), ma anche l'addome (isopodi). Importantissima è una duplicatura della pelle che si trova sulla parte dorsale e laterale della regione mascellare e, sotto forma di uno scudo semplice o bilobo, riveste il torace e l'addome, o anche, sviluppandosi a modo delle valve d'un lamelibranco, include anche il capo (fig. 405, *a*, *b*).

(1) Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacés. 3 Vol. e atlante, 1838-1840. C. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-Systems. Wien, 1876. Idem, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. *Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität*, Wien. vol. VI, 1886.

Tale duplicatura può accrescersi di tanto da costituire un sacco mantellare, che riveste il corpo (rizocefali), e per la deposizione di piastrelle calcari assume una certa somiglianza coi molluschi acefali (cirripedi).

Sul capo stanno due paia d'antenne che generalmente servono come organi di senso, e che possono anche servire come organi di movimento. Le prime, o antennule, non si possono considerare omologhe come tutti gli altri arti, ai piedi del tronco e rappresentano origina-

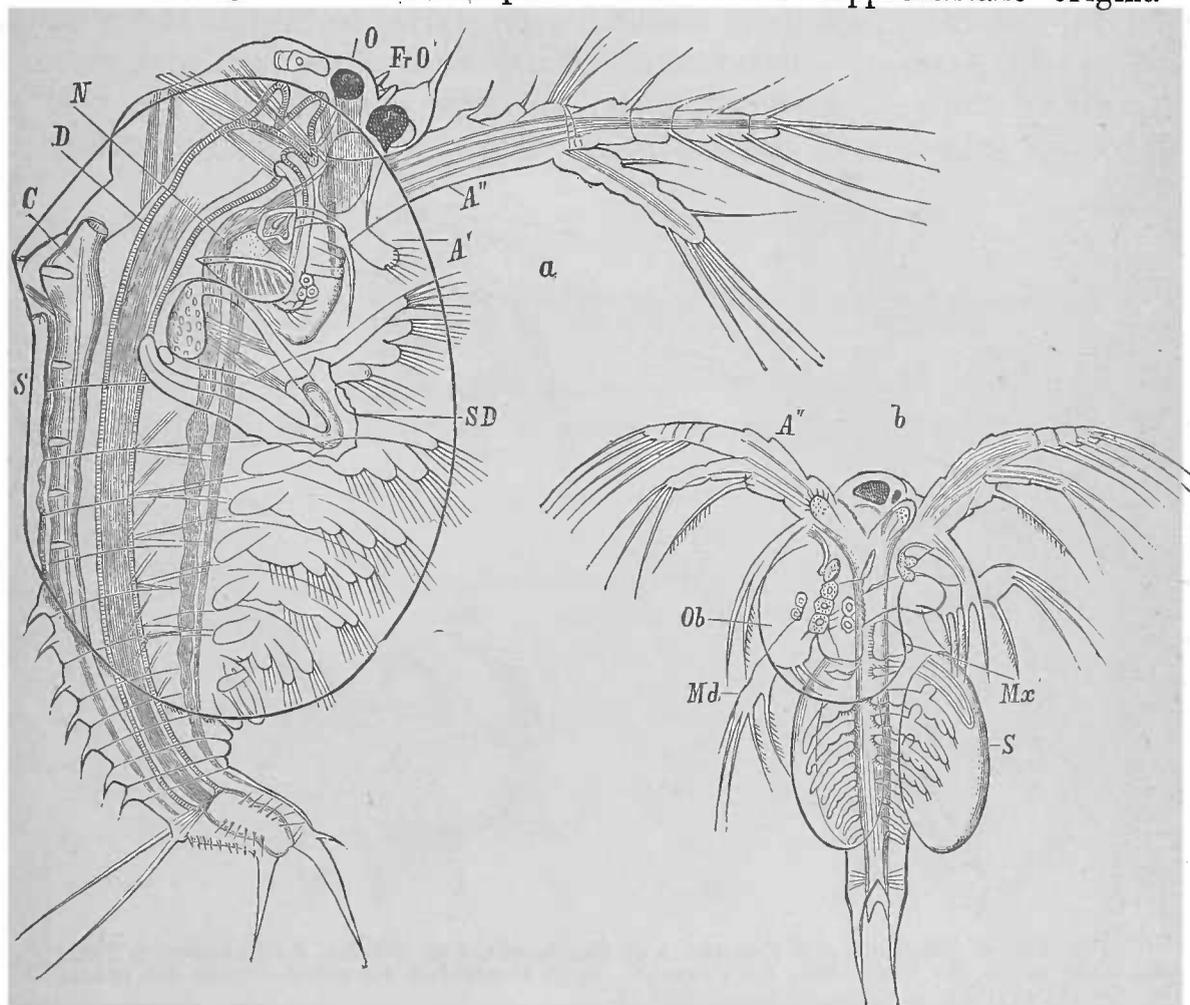


Fig. 405. — Larva di *Estheria* a stadio giovanile. Le duplicature sviluppate nella regione mascellare coprono il torace come due valve. b Stadio più avanzato, i gusci hanno coperto anche il capo. A' Antennula, A'' Seconda antenna, Md Mandibola, Ob Labbro superiore, C Cuore, SD Glandula testacea, D Intestino, N Sistema nervoso, FrO Organo frontale, O Occhio mediano.

riamente una singola serie di articoli (fig. 420 A'), su cui liberamente si possono sviluppare dei rami secondari (fig. 411).

Tutti gli altri arti, riferibili ai segmenti postorali, hanno per forma fondamentale l'estremità bifida della larva *nauplius*, che consta di un tronco a due articoli, armato di processi uncinati mediani (*protopodite*), di un ramo interno che segue la serie degli articoli del tronco (*endopodite*) e di un ramo esterno che sorge lateralmente rispetto ai due primi (*esopodite*) (fig. 405, a, b, A''). In molte delle forme superiori

l'antenna perde il ramo accessorio, o lo possiede trasformato in una scaglia, con svariatissime modificazioni.

Seguono degli arti che servono da apparati boccali, cioè le *mandibole* e due paia di *mascelle*, le prime stanno aggruppate ai lati di un *labbro superiore* per lo più elmiforme, che sta sopra la bocca, sotto la quale spesso sta una piastra nota col nome di *labbro inferiore*, e portante due lobuli o *paragnati*; esso, col primo, limita un *atrio*, che contiene i processi masticatori delle mandibole. Le mandibole sono per lo più delle piastre masticatrici semplici, sode, rigide, denticolate (fig. 406), che morfologicamente corrispondono all'articolo cosciale degli arti, mentre gli articoli seguenti costituiscono un *palpo mandibolare*. Poi vengono due paia di arti masticatori più deboli, le *mascelle* (*maxillae*).

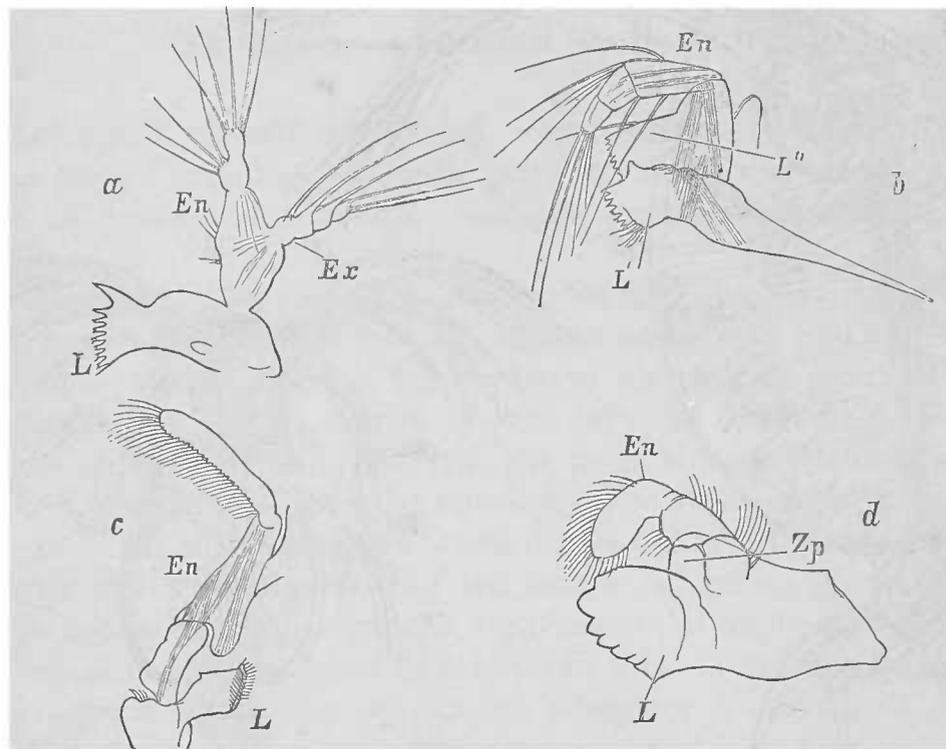


Fig. 406. — Mandibole *a* di *Calanus*, *b* di *Conchoecia*, *c* di *Nebalia*, *d* di *Astacus*, *L* Tubercolo masticatorio, *En* Endopodite, *Ex* Esopodite. Nella *Conchoecia* sul primo articolo dell'endopodite (palpo) si trova un tubercolo masticatore (*L''*).

Esse sono caratterizzate dalla presenza di processi masticatori del tronco su cui l'endopodite e l'esopodite stanno generalmente come appendici tattili in forma di pedicelli o a guisa di piastre a ventaglio (fig. 470).

Per eccezione (calanidi) può esservi un'appendice epipodiale, la quale, nelle forme superiori di crostacei, si presenta anzitutto sui piedi toracici e sta in relazione collo sviluppo delle branchie (fig. 407, *a*). Le mascelle del secondo paio sono per lo più simili a quelle del primo paio, ma più semplici; in qualche caso differiscono molto. Nei copepodi, in seguito alla regressione del tronco basale, i due rami si inseriscono separatamente l'uno dall'altro, e sono chiamati piedi mascellari (fig. 422, *Kf'* *Kf''*). In molti copepodi parassiti questi piedi mascellari servono come organi di presa.

Le zampe toraciche si possono egualmente riferire a un tronco basale costituito di due articoli su cui si inserisca un endopodite e un esopodite; anche vi si può aggiungere un'appendice epipodiale o epi-

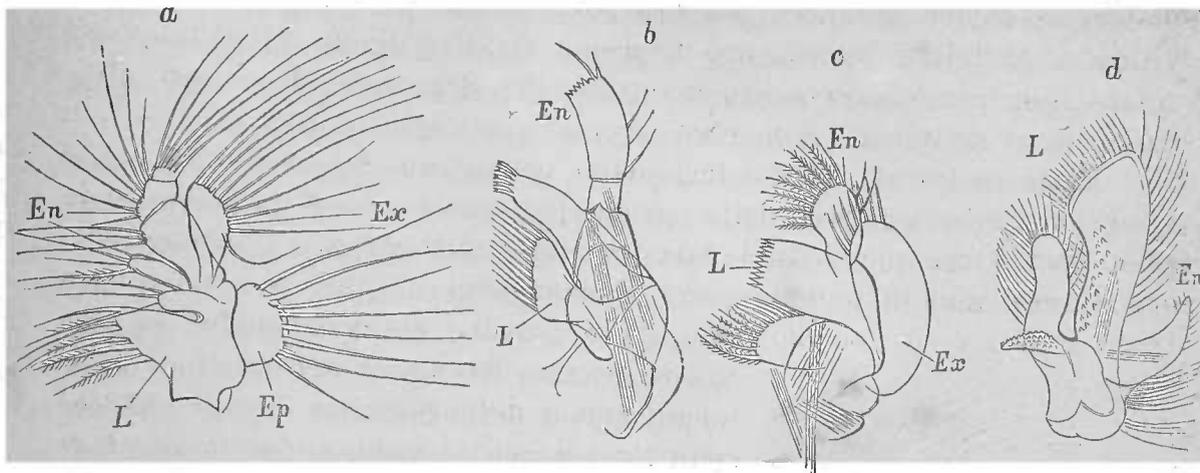


Fig. 407. — Mascella del 1.º paio *a* di *Calanus*, *b* di *Gammarus*, *c* di *Euphausia*, *d* di *Astacus*. *L* Superfici masticatorie, *En* Endopodite, *Ex* Esopodite, *Ep* Piastra epipodiale.

podite, e inoltre una o più appendici che servono come branchie (fig. 409). Le paia anteriori di queste zampe si trasformano talvolta,

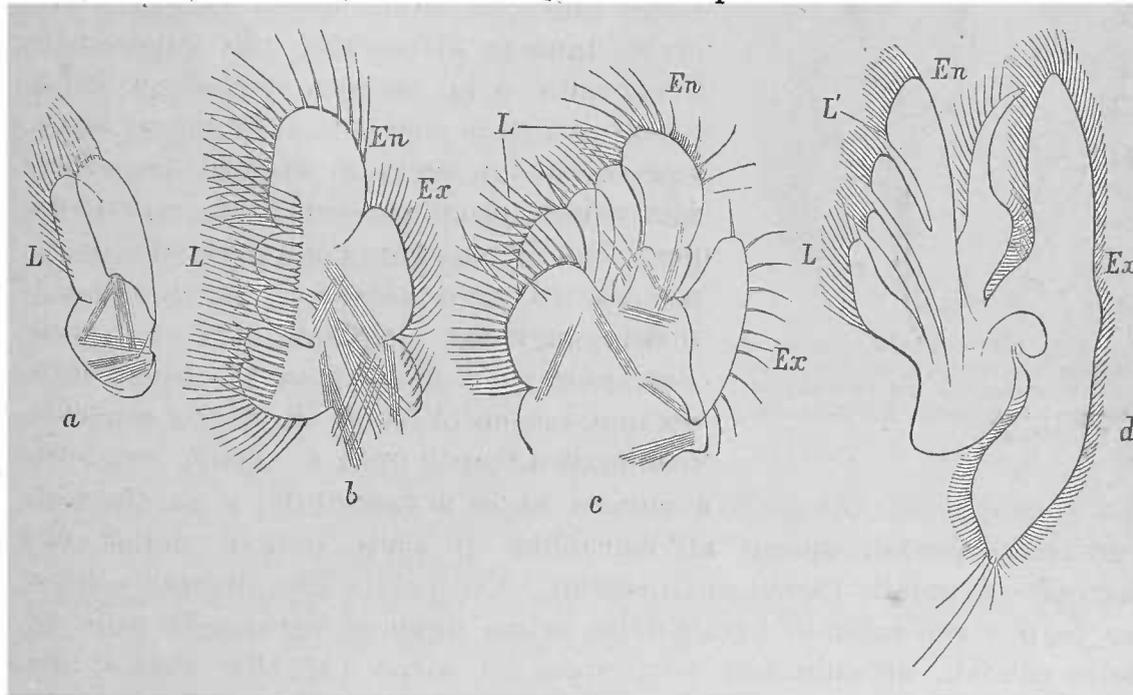


Fig. 408. — Mascella del 2.º paio, *a* di *Gammarus*, *b* di *Euphausia*, *c* di *Mysis*, *d* di *Astacus*. *L* Tubercoli, *En* Endopodite, *Ex* Esopodite.

insieme col labbro superiore o inferiore, in una sorta di succhiatoio in cui stanno le mandibole ridotte a forma di uno stile.

Le zampe toraciche anteriori stanno spesso in rapporto con la funzione della nutrizione, e disposte intorno alla bocca servono alla prensione dell'alimento, onde sono conosciute col nome di piedi mascelari. Talvolta essi si mantengono tutti simili fra loro e servono tanto

alla prensione dell'alimento, quanto alla locomozione (*Nebalia*). In altri casi, a seconda delle condizioni di vita e del modo di locomozione, essi possono assumere le forme più svariate, o diventano natatoie a forma di larghe foglie (*fillopodì*), oppure remi a due pale (*copepodì*), oppure viticci attorcigliati (*cirripedì*), o organi in altri modi adatti per strisciare, per camminare o correre (*isopodì*, *decapodì*). In questi ultimi casi alcune di queste zampe terminano con uncini o con chele.

Finalmente gli arti della parte posteriore del corpo, la quale spesso può essere mossa nella sua totalità e aiutare così la locomozione, sono diversi da quelli della parte mediana del corpo e costituiscono o organi esclusivi di locomozione, oppure piedi saltatori o natatoie (*anfipodì*), o servono come appendici respiratorie, oppure divengono nel maschio organi copulatori e nella femmina organi che servono a portare le uova (*piedi ovigeri dei decapodì*).

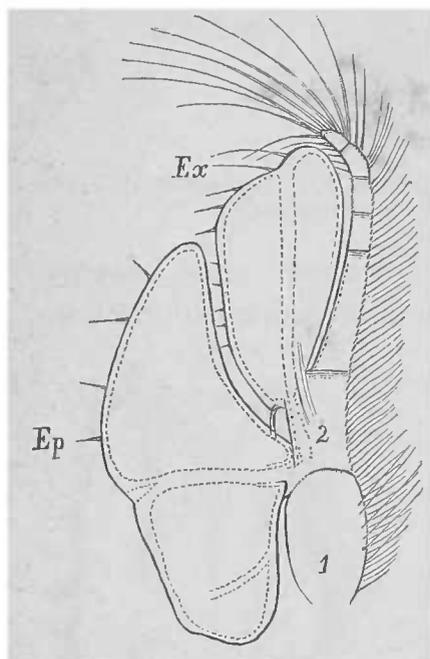


Fig. 409 — Piede toracico di *Nebalia*. 1, 2, Articoli del tronco basale (Protopodite), sul suo prolungamento l'endopodite. *Ex* Esopodite, *Ep* Epipodite

L'organizzazione interna non è meno varia della forma esterna del corpo. Il sistema nervoso si compone spesso, nelle forme inferiori, di una massa gangliare non divisa intorno all'esofago, che rappresenta il cervello e la catena ventrale e donde partono tutti i nervi. Nei crostacei superiori esiste un cervello distinto, seguito da una catena gangliare ordinariamente allungata, ma di configurazione variabilissima, e sempre un ricco plesso di nervi viscerali e dei gangli del simpatico. Tra gli *organi dei sensi* i più diffusi sono gli organi della visione, ora sotto forma di occhio semplice, stemmiati od ocelli (pari o impari), ora sotto

la forma d'occhi composti a cornea liscia o faccettata, e in quest'ultimo caso portati spesso all'estremità di parti laterali della testa allungate e mobili (*occhi pedunculati*). Esistono anche *organi uditori* per lo più sull'articolo basale delle prime antenne, raramente sulle lamelle caudali, all'estremità posteriore del corpo (*Mysis*). Peli e filamenti delicatissimi, situati in queste stesse antenne, servono probabilmente a raccogliere le *impressioni olfattorie*.

Il canale digerente si estende generalmente in linea retta dalla bocca all'ano. Nelle forme superiori l'esofago s'allarga prima dell'intestino medio e costituisce un gozzo armato di pezzi di chitina solidi. L'intestino medio abbastanza lungo presenta dei tubi epatici semplici o ramificati. Si considera come organo urinario la glandola del guscio dei crostacei inferiori, ed anche la glandola che sbocca alla base delle

antenne posteriori (glandola antennale) nei malacostraci, e che, negli entomostraci, esiste solo durante la fase larvale.

Possono anche esistere, nell'intestino terminale, dei tubi glandulari corti analoghi ai vasi di Malpighi (*Brachyuri, Amphipodi*) L'apparecchio circolatorio presenta tutti i gradi possibili di perfezionamento, dalla più gran semplicità fino alla più grande complessità, nel qual caso allora esso rappresenta un sistema quasi chiuso di vasi arteriosi e di canali venosi. Il sangue ordinariamente è incolore, talora colorato di verde o anche di rosso. Di regola contiene globuli. Gli *organi respiratori* possono completamente mancare. Quando esistono sono tubi branchiali fissati alle zampe toraciche o alle zampe addominali; nel primo caso sono contenuti in una cavità branchiale particolare formata da una ripiegatura dei tegumenti (guscio), sui lati del cefalotorace.

Ad eccezione dei *cirripedi* e delle *cimotoe*, tutti i crostacei hanno i sessi separati. Gli organi maschili e femminili sboccano per lo più al limite del torace e dell'addome, sia sull'ultimo o terz'ultimo anello toracico, sia sul primo anello addominale. I due sessi di regola presentano all'esterno una serie di caratteri differenziali. I maschi sono più piccoli, talora nani ed allora vivono parassiti nel corpo delle femmine; hanno quasi sempre degli organi speciali per fissare le femmine e per introdurre gli spermatofori durante l'accoppiamento. Le femmine più grandi portano spesso con sé in tasche speciali le uova deposte, i cui involucri sono formati dalla secrezione di glandule particolari.

Talora lo *sviluppo* è complicato da una metamorfosi qualche volta regressiva, talora è diretto, poichè i giovani crostacei, già al momento di uscire dall'uovo, possiedono la forma che avranno da adulti. Come punto di partenza, la larva conosciuta sotto il nome di *Nauplius* ha una grande importanza, ma non dal punto di vista filogenetico (fig. 410). Questa larva ha un corpo ovale con tre paia di membra che le servono a percepire le impressioni tattili, a prendere gli alimenti e a muoversi. Queste membra corrispondono alle future antenne e alle mandibole. Le

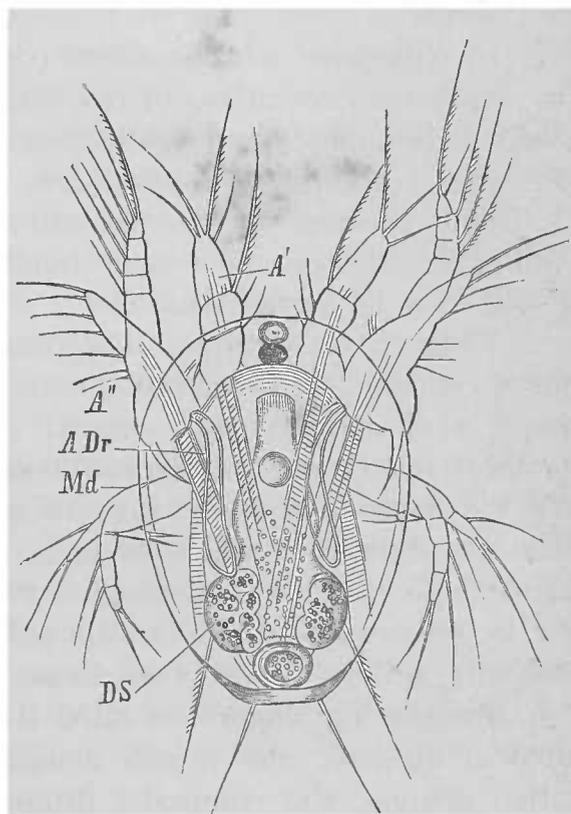


Fig. 410. — *Nauplius* di *Cyclops*. *A Dr* Canali laqueiformi delle glandule antennali *A'*, *A''*, *Md* le tre paia di arti corrispondenti alle antenne e alla mandibola, *DS* Sacculazioni gastriche con cellule urinifere.

anteriori, che diventano antenne sensorie, sono semplici, le altre due portano su un largo peduncolo due rami, un endopodite e un esopodite.

In alcuni gruppi (*fillopodi*) si constatarono i fenomeni della partenogenesi.

Quasi tutti i crostacei sono carnivori; molti succhiano gli umori degli animali su cui sono parassiti.

Per facilitare lo studio sistematico delle forme tanto diverse che stanno nella classe dei crostacei, è comodo disporre i numerosi ordini che derivano da un gruppo di antenati comuni, quello dei *protostraci*, in due serie:

Si chiamano *entomostraci* (O. F. Müller) i piccoli crostacei a organizzazione semplice, in cui variano assai il numero e la conformazione delle zampe; essi costituiscono gli ordini dei *fillopodi*, *ostracodi*, *copepodi*, *cirripedi* e *rizocefali*, quando si voglia considerare quest'ultimo come un ordine. Gli entomostraci posseggono per lo più una duplicatura del guscio e una glandula testacea, e il loro sviluppo comincia con la larva *Nauplius*.

Vengono in seguito i *malacostraci* (Aristotele) crostacei d'alta organizzazione, caratterizzati da un determinato numero di segmenti del corpo e di zampe, cogli ordini: *artrostraci* (*anfipodi* e *isopodi*) e *toracostraci* (*cumacee*, *stomatopodi*, *schizopodi* e *decapodi*). Anche in essi v'è spesso una duplicatura del guscio, e vi si possono trovare anche delle glandule testacee, sebbene le glandule antennali abbiano una relativamente maggior estensione e sviluppo. Lo sviluppo libero comincia per lo più con uno stadio larvale più elevato che la forma di *Nauplius*, però alle volte si trova, come forma affatto primitiva, anche il *Nauplius*.

Bisogna aggiungere in oltre il genere *Nebalia*, finora ascritto a torto ai fillopodi, che si può considerare come il rappresentante d'un antico gruppo, che riunisce i fillopodi ai malacostraci e di cui si può formare il gruppo dei *leptostraci*. A essi bisogna unire anche i generi paleozoici: *Dictyocaris*, *Hymenocaris*, *Ceratiocaris*, ecc. (*Palaeocaridæ*).

Finalmente, allato ai veri crostacei, si devono comprendere fra i branchiati i *gigantosttraci*, gruppo di forme in gran parte fossili e antichissime, il cui sviluppo non presenta la fase di *Nauplius*, sì importante pei varî crostacei (in stretto senso), e che probabilmente hanno parentela cogli aracnidi. Geneticamente appartengono alla stessa serie gli ordini dei *merostomi* e dei *xifosuri*, a cui forse occorre aggiungere i *trilobiti*.

I. SOTTOCLASSE. — Entomostraca.

I. ORDINE. — Fillopodi (Phyllopoda) (1).

Crostacei a corpo allungato, spesso nettamente segmentato, con o senza ripiegatura testacea, con mandibole prive di palpi e di mascelle rudimentali, e con almeno quattro, ma per lo più con un gran numero di paia di pale lamellari e lobate.

Quest'ordine comprende dei crostacei di dimensioni e conformazione diverse, che hanno tutti delle membra lamellari e lobate, ma che differiscono per il numero delle membra e dei segmenti di cui il loro corpo è formato e per la loro organizzazione interna. Per la loro forma, come per la loro struttura ed il loro sviluppo, questi animali sembrano essere i discendenti meno modificati dei tipi antichi. Il corpo è ora cilindrico, allungato e nettamente segmentato, ma senza ripiegatura cutanea libera, per esempio nei *Branchipus* (fig. 411), ora coperto da un largo scudo appiattito, che lascia libera solo la parte posteriore del corpo egualmente nettamente segmentata, per esempio nell'*Apus* (fig. 413). In altri casi il corpo è compresso lateralmente e chiuso in un guscio bivalve, all'esterno del quale sporge l'estremità anteriore della testa (*cladoceri*), o infine il corpo è pure compresso lateralmente e completamente avvolto dal guscio cominciando dal dorso (*esteridi*). Talora la testa è più nettamente separata dal torace, mentre è quasi impossibile stabilire dei limiti tra quest'ultimo e l'addome. Per lo più solo i segmenti posteriori sono privi degli arti. Spessissimo l'addome si termina con un'appendice caudale ricurva in basso che porta sui lati del margine posteriore due serie di artigli diretti all'indietro, di cui gli ultimi due, posti alla sua estremità, sono i più forti. Altre volte questa appendice ha la forma di un ramo biforcuto (*Branchipus*).

La testa porta due paia d'antenne, che, nell'animale adulto, sono rudimentali o assumono una forma speciale. Le anteriori restano piccole e portano dei filamenti olfattori tenuissimi. Le posteriori sono due grosse pale bifide, ma nel maschio possono anche diventare degli organi prensili (*Branchipus*). In altri casi (*Apus*) esse si atrofizzano e spariscono completamente. Esiste ovunque un gran labbro superiore e sotto ad esso due larghe mandibole cornee dentate, sempre mancanti di palpi negli individui adulti, a cui fanno seguito una o due paia di mascelle poco sviluppate. Queste ultime non sono segmentate e sono semplici lamelle. Il torace porta ordinariamente numerose paia di zampe,

(1) Oltre alle opere di O. Fr. Müller. Jurine, Milne-Edwards, Dana, vedi, Zaddach, De Apodis cancriformis-anatome et historia evolutionis Bonnae, 1841. E. Grube: Bemerkungen ueber Die Phyllopoden. *Archiv. für Naturgesch.* 1853-1855. F. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.

sempre più piccole, quanto più sono indietro. Esse hanno la forma di pale lamellari lobate e bifide; servono anche d'organi accessori per la prensione degli alimenti. La loro porzione basale corta, munita in generale di un'appendice masticatrice, porta un lungo stelo lamellare provvisto di setole sul margine interno e si continua direttamente col ramo interno di biforcazione (*endopodite*). Il suo margine esterno porta il ramo esterno di biforcazione (*esopodite*), marginato di setole e, vicino

alla base, un sacco branchiale tubulare. Tuttavia le paia anteriori di arti e talora tutti gli arti (*Leptodora*) possono essere delle zampe prensili e mancare di appendici branchiali.

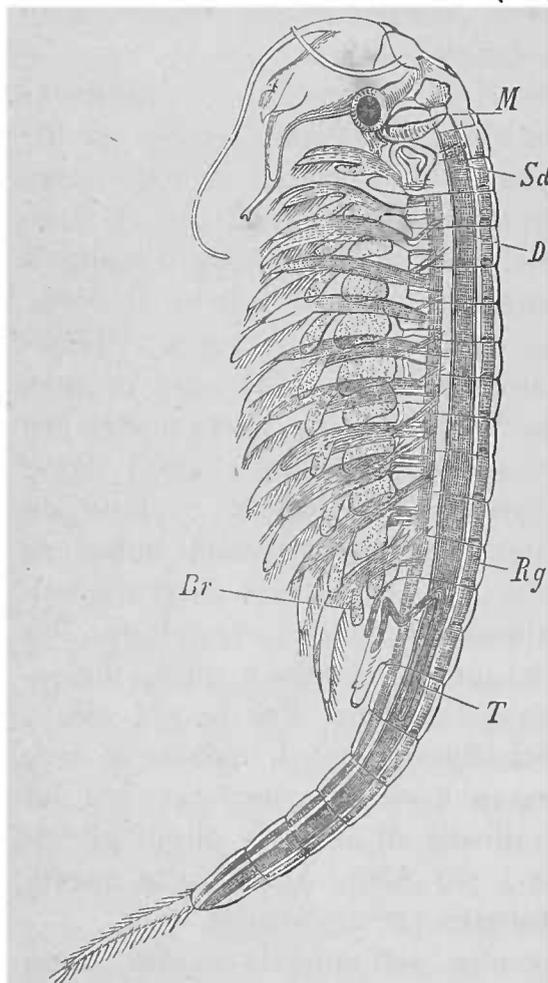


Fig. 411. — Maschio del *Branchipus stagnalis*, *Rg* Cuore o vaso dorsale, le cui aperture si ripetono in ogni segmento. *D* Intestino, *M* Mandibola *Sd* Glandula testacea, *Er* Appendice branchiale dell'11 piede, *T* Testicoli.

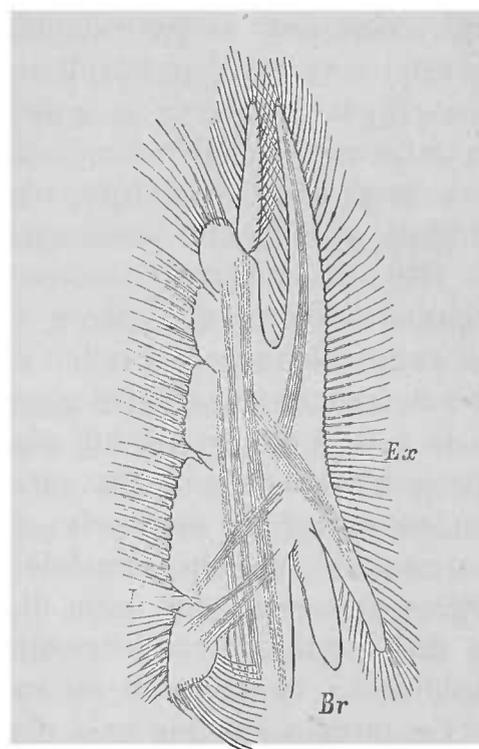


Fig. 412. — Piede natatorio di *Estheria*. I due articoli basali col processo tubercolare *L*, *En* Endopodite lobato, *Ex* Esopodite, *Br* Sacculi branchiali.

I fillopodì hanno due grossi occhi, talora riuniti sulla linea mediana, presso i quali possono persistere un piccolo stemmate mediano (occhio degli entomostaci) e un organo sensorio speciale nella regione frontale (*Branchipus*) o nella regione cervicale (*cladoceri*). Un cuore sacciforme o diviso in concamerazioni determina la circolazione. Esiste sempre un organo d'escrezione ripiegato su sè stesso detto *glandula del guscio* che sbocca alla mascella posteriore.

La *respirazione* si effettua per la pelle, la cui superficie si trova aumentata dall'esistenza della ripiegatura che costituisce il guscio e pale lamellari, come pure dalla superficie dei sacchi branch

I fillopodi hanno i sessi separati. I maschi si distinguono dalle femmine principalmente per la conformazione delle loro antenne anteriori, più grandi e più ricche di filamenti olfattori, e per le loro pale anteriori armate di uncini. In generale i maschi sono più rari ed appaiono solo in certe epoche dell'anno. Le femmine dei piccoli fillopodi (*cladoceri*) possono produrre delle uova che si chiamano uova estive, le quali si sviluppano senza accoppiamento, nè fecondazione precedente e danno origine a molte generazioni che non contengono affatto individui maschi. In alcuni generi di *branchiopodi*, la partenogenesi è pure di regola, per esempio nell'*Artemia* e nell'*Apus*, di cui non si conoscono i maschi che da alcuni anni. Le femmine di solito, dopo la deposizione, portano le uova in particolari appendici o in una camera incubatrice situata alla faccia dorsale sotto il guscio. I giovani appena sgusciati hanno già la forma dell'animale adulto (*cladoceri*), o subiscono una metamorfosi complicata; in questo caso lasciano l'uovo sotto la forma di *Nauplius* (*branchiopodi*).

Alcuni fillopodi abitano il mare, ma la maggior parte vive nelle paludi d'acqua dolce o anche nell'acqua salmastra.

1. Sottordine. *Branchiopodi* (1). *Fillopodi con corpo ben segmentato, spesso coperti da un guscio appiattito, scutiforme o bivalve e lateralmente compresso, con 10 e fin 30 e più paia di natatoie fogliacee, su cui si trovano sempre dei sacchi branchiali.*

L'intestino possiede due appendici epatiche solo eccezionalmente brevi e semplicemente tubulari (*Branchipus*), generalmente ramificate a grappolo. Il cuore è un vaso dorsale stretto con numerose paia di aperture laterali e si può estendere per tutta la lunghezza del torace e della parte posteriore del corpo (*Branchipus*). Gli organi sessuali, sempre pari, posti ai lati dell'intestino, sboccano sul confine del torace e dell'addome. Nel sesso femminile essi hanno piccole aperture, nel maschio possono anche presentare al punto di sbocco degli organi di copulazione protrattili (*Branchipus*).

I maschi si distinguono dalle femmine specialmente per l'armatura ad artiglio del primo (*cladoceri*) o delle due prime paia di zampe (*estheridi*), come per la grandezza delle antenne anteriori (fig. 414 *a, c, d*),

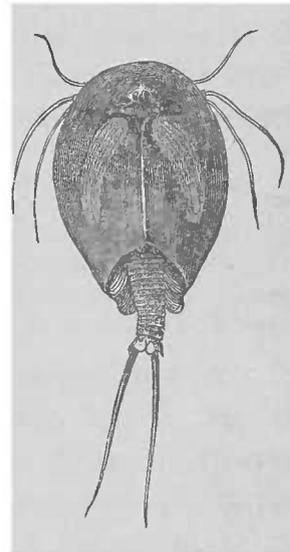


Fig. 413.
Apus cancriformis.

(1) Schäffer Der krebbsartige Kieferfuss, ecc. Regensburg, 1856. A. Kozubowsky. Ueber den männlichen Apus cancriformis. *Arch. für Naturgesch.* Vol. XXIII, 1857. C. Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus und Apus, ecc. Göttingen, 1873. Id. Unters. über die Organisation und Entwicklung von Branchipus und Artemia. *Arbeiten aus d. zool. Inst. Wien.* Vol. VI, 1886. A. S. Packard. A monogr. of North American Phyllopo1 Crustacea. Washington, 1883.

e talora anche perchè le antenne posteriori sono trasformate in organi di presa (*Branchipus*).

In alcuni generi vi sono pochi maschi, che compaiono solo in alcune condizioni e in determinate generazioni, a cui seguono altre generazioni partenogenetiche. Le uova si sviluppano generalmente sotto la custodia del corpo materno, o in una tasca dell'ovidotto (*Branchipus*), o tra i gusci del corpo materno, portate da appendici filiformi (*Estheria*) o sacciformi (*Apus*) di alcune zampe (9-11). Esse, per quanto si sa, subiscono una segmentazione totale e ne sbucciano delle larve naupliiformi con tre paia di arti, di cui però le anteriori (più tardi antenne anteriori) appaiono nelle esterie come eminenze leggere, munite di una setola, quelle del 3.° paio nell'*Apus* sono piccole e rudimentali.

I Branchiopodi appartengono quasi completamente all'acqua dolce e vivono specialmente nelle paludi; quando queste si disseccano, le uova avvolte di fango continuano a mantenere l'attitudine allo sviluppo. Alcune specie (come l'*Artemia salina*) vivono nelle acque salse.

Branchipus pisciformis Schöff. = *B. stagnalis* L. (fig. 411), senza guscio, nelle paludi insieme all'*Apus canceriformis*, *B. diaphanus* Prév., in Francia. *Artemia salina* L., nelle saline di Trieste, Montpellier, ecc. Depongono talora uova a guscio duro, talora sono vivipare. *Apus canceriformis* Schöff (fig. 413), con guscio clipeiforme, Germania. I rari maschi si riconoscono per la conformazione normale dell'11.° paio di piedi. Vivono in pozze e paludi d'acqua dolce col *Branchipus*, *Estheria cycladoides* Joly, con guscio completo.

2. Sott'ordine. *Cladocera* (1). *Piccoli fillopodi, lateralmente compressi, il cui corpo è avvolto generalmente da un guscio bivalve (eccetto il capo), con grandi antenne a remi e 4-6 paia di piedi-natatoie. Spesso mancano i sacchi branchiali.*

I cladoceri sono i fillopodi più piccoli e più semplicemente organizzati, per la cui interpretazione ci danno un ottimo punto di partenza le forme giovanili dei branchiopodi a guscio, quali le larve delle esterie con 6 paia di piedi. In confronto alle antenne anteriori brevi, le posteriori sono a due rami, con numerose e lunghe setole, e costituiscono delle braccia-natatoie. Le 4-6 paia di piedi non sono sempre tutte natatoie fogliacee, ma in molti casi sono piedi cilindrici, che servono per camminare e per afferrare (fig. 414, 415). L'addome della femmina, ricurvato al disotto, possiede alla sua parte dorsale parecchi tubercoli, che chiudono la camera incubatrice; esso consta per lo più di 3 segmenti,

(1) Oltre le già citate opere di Leydig, cfr. H. E. Strauss-Dürkheim. Mém. sur les *Daphnia* de la classe des Crustacés. *Mém. du Mus. d'hist. nat.* 1819-1820. P. E. Müller. Bidrag til Cladocerernes Fortplantning-historie. Kjöbenhavn, 1868. G. O. Sars. Om en dimorph Udvikling samt Generationsvexel hos Leptodora. *Vidensk. Selsk. Forh.*, 1873. A. Weismann. Beitr. zur Kenntn. der Daphnoiden. I-VII. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Volume 27-28-30. Suppl. e 33. 1876-80. C. Claus. Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. *Ibidem*, 1876. Id. Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Wien 1877. C. Grobben. Die Embryonalentwicklung von *Moina rectirostris*. *Arbeiten aus d. zool. Institut. Wien*, 1879.

oltre un segmento anale o terminale munito di uncini seriatî. Esso comincia con due setole tattili dorsali e finisce con due spicole a forca, che possono anche essere foggiate a modo di artigli.

L'interna organizzazione, in corrispondenza alla piccolezza del corpo, è semplificata. Gli occhi composti si fondono sulla linea mediana in un grande occhio frontale con moto vibratorio, sotto cui sta sovente un ocello semplice e impari. Nella regione nucale v'è un organo di senso di natura indeterminata, sotto forma di un ammasso di cellule gangliari. Il cuore è ovale e sacciforme, con due orificî trasversali venosi e un orifizio arterioso anteriore. Le contrazioni sono ritmiche e rapidissime. Ad onta dell'assenza di arterie e di vene, la circolazione del liquido sanguigno, pieno di cellule ameboidi, si fa regolarmente nella stessa direzione attraverso le lacune e gli interstizî nel corpo, privi di pareti proprie. In ogni caso esiste una glandula testacea aggomitolata.

La glandula cervicale, che ha l'ufficio di organo adesivo, è meno diffusa. Le glandule genitali sono tubi pari situati nel torace, ai lati del tubo digerente. Negli ovarî si separano dei gruppi di 4 cellule, di cui la 3^a (dalla parte distale alla prossimale) diviene un uovo; tutte le altre sono cellule vitelline, che forniscono all'uovo i materiali necessari al suo accrescimento. L'ovario si continua direttamente con l'ovidotto; questo sbocca sulla faccia dorsale, nella cavità incubatrice, sotto i gusci testicoli sono situati, come gli ovarî, allato al tubo dige-

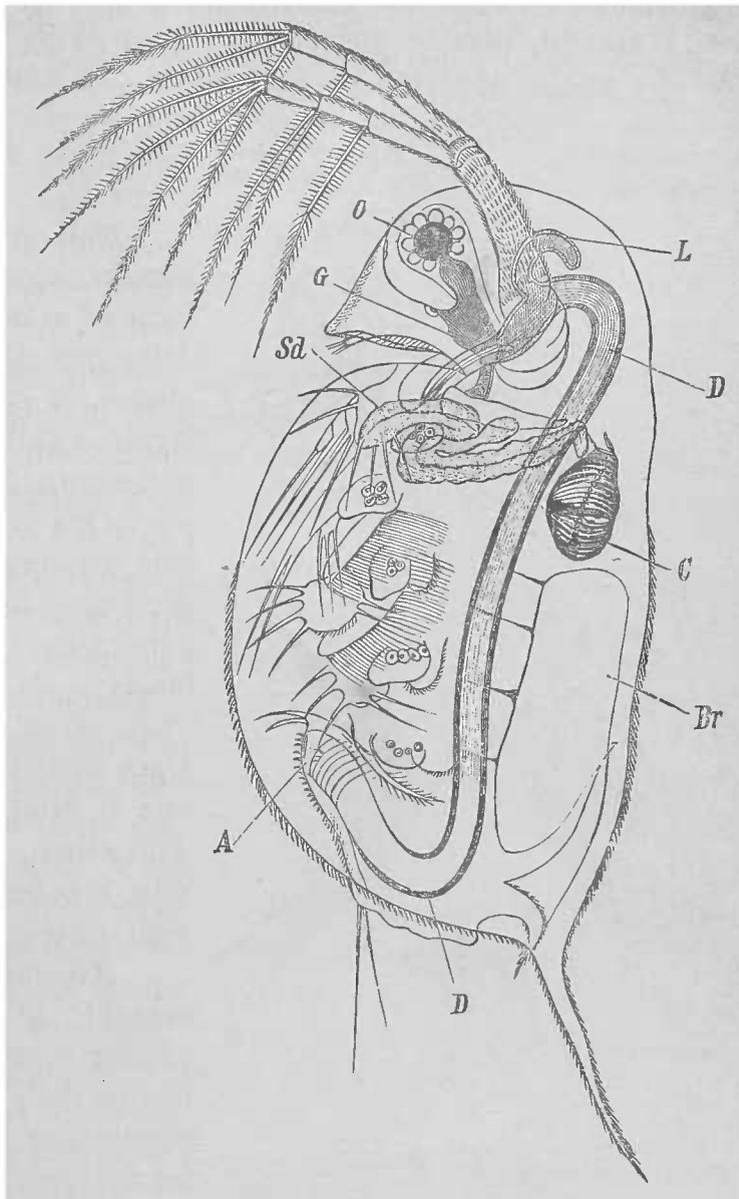


Fig. 414. — *Daphnia*. C Cuore, vedesi l'apertura da un lato. D Intestino, L Granuli epatici, A Ano, G Cervello, O Occhio, Sd Glandula testacea, Br Camera incubatrice sotto la duplicatura del guscio.

rente e si continuano coi canali deferenti, che sboccano sulla faccia ventrale, dietro l'ultimo paio di zampe, o alla estremità posteriore del corpo, talora su piccole eminenze alquanto protrattili.

I maschi, piccoli, appaiono generalmente solo in autunno; essi possono anche apparire in ogni epoca dell'anno, quando (come recentemente fu dimostrato) le condizioni nutritive e biologiche diventano sfavorevoli.

Nell'epoca in cui non esistono maschi, cioè normalmente in primavera ed estate, le femmine producono delle uova d'estate, piene di goccioline oleose, e circondate da un sottile strato vitellino, che si sviluppa rapidamente in una camera incubatrice, posta fra il guscio e la faccia dorsale del corpo materno. Queste uova, dopo qualche giorno, producono una generazione di giovani cladoceri, che lasciano la camera incubatrice. Lo sviluppo si compie perciò in condizioni assai favorevoli, non solo perchè il vitello di nutrizione è abundantissimo, ma anche perchè la cavità incubatrice segrega dei materiali nutritivi.

All'epoca della apparizione dei maschi, le femmine cominciano a produrre, senza precedente accoppiamento, delle uova d'inverno, che non possono svilupparsi se non dopo la fecondazione. Il numero di queste uova a granulazioni scure e a guscio duro è sempre relativamente piccolo; esse si distinguono dalle uova d'estate per una grandezza maggiore

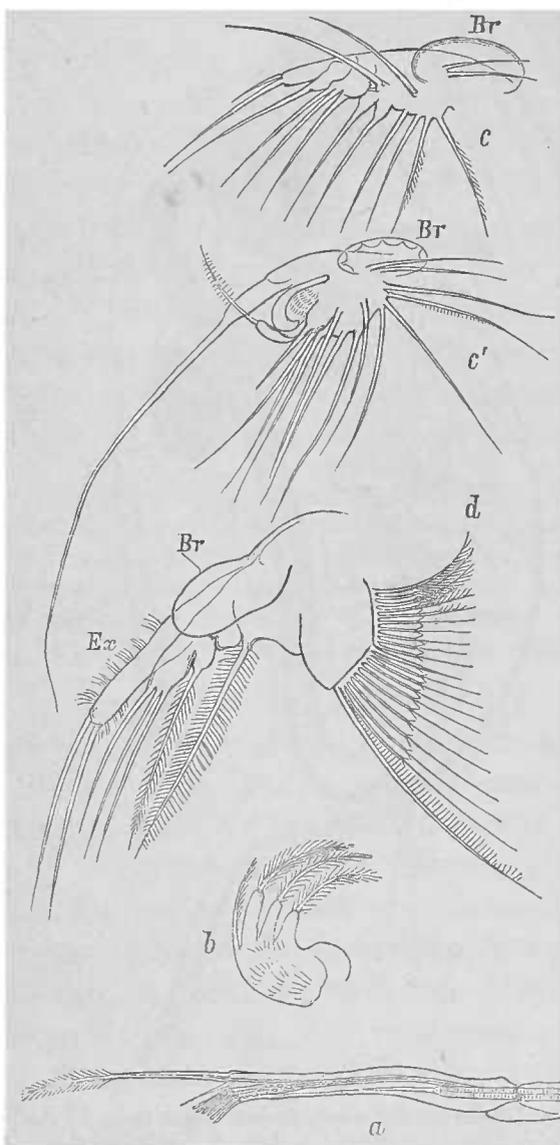


Fig. 115. — *a* Antenna anteriore del maschio della *Daphnia*, *b* Mascella, *c* Prima zampa della femmina, *c'* del maschio, *d* Una zampa del 2.^o paio, *Br* Sacculi branchiali, *Ex* Esofodite.

e un vitello nutritivo più abbondante. Prima che queste uova arrivino nella cavità incubatrice, la membrana dorsale del guscio subisce un ispessimento particolare designato sotto il nome di *esfippio*, che, distaccandosi, forma un involucro protettore alle uova.

Le dafnidi vivono in gran parte nell'acqua dolce; alcune nei grandi laghi, nell'acqua salmastra e nell'acqua di mare. Esse nuotano agilmente e progrediscono ordinariamente per salti. Alcune si fissano sui corpi stranieri mercè un organo adesivo dorsale. la *glandula cervicale*.

Quando il corpo è fissato, le natatoie servono, producendo un vortice, ad attirare le particole alimentari.

Sida cristallina O. Fr. Müller. Le 6 paia di zampe lamellose sono munite di lunghe setole. Rami delle antenne posteriori bi- o tri-articolati. *Daphnia* O. Fr. Müller. Cinque paia di zampe, le anteriori più o meno trasformate in organi prensili; l'uno dei rami delle antenne posteriori è triarticolato, l'altro è quadri-articolato. *D. pulex* de Geer. *D. sima* Liev. *Moina rectirostris* O. Fr. Müller. *Lincens trigonellus* O. Fr. Müller. *Eurycerus lamellatus* O. Fr. Müller. *Polyphemus pediculus* De Geer. Laghi della Svizzera, dell'Austria e della Scandinavia. *Evadne Nordmanni* Lovén, mare del Nord e Mediterraneo. *Leptodora hyalina* Lillj, nei laghi.

II. ORDINE. Ostracodi (Ostracoda) (1).

Piccoli entomostraci generalmente compressi lateralmente, con un guscio bivalve, sette paia d'appendici funzionanti da antenne, da mascelle, da zampe per arrampicare e nuotare, con palpi mandibolari in forma di zampe, e con articoli pari a forca, o a semplice piastra bifida.

Il corpo di questi piccoli crostacei è inarticolato ed interamente chiuso in un guscio bivalve, che ha molta somiglianza con la conchiglia dei lamelli-branchi (fig. 416). Le due metà del guscio sono aderenti sulla linea mediana e riunite da un legamento elastico nella parte media del dorso. Un muscolo adduttore bicipite, che lascia su ogni valva l'impressione delle sue inserzioni, ha un'azione antagonista a quella del legamento. Il tendine comune dei due capi del muscolo è posto visibilmente a metà del corpo. Alle due estremità e lungo il lato ventrale i margini delle valve sono liberi. Se le valve si allontanano, parecchie paia di membra sporgono all'esterno sulla faccia ventrale e fanno progredire il corpo sia rampicando, sia nuotando. Anche l'addome sporge; termina con due articoli a forca (*Cypris* e *Cythera*), o a forma di una lamella armata, al margine posteriore, di spine e di uncini (*Cypridina*, fig. 417).

Sulla regione anteriore del corpo sono situate le due paia d'antenne, le quali, per la loro funzione, sono piuttosto delle zampe destinate a camminare od a nuotare. Per altro il paio anteriore porta nella *Cypridina*, dei filamenti olfattori. Le antenne del secondo paio sono trasformate in zampe nelle *Cypris* e nelle *Cythera*, e finiscono con forti setole uncinatae, con cui questi animali si fissano sui corpi stranieri, vi gettano, per così dire l'ancora. Nelle *Cypridina* e *Halocy-*

(1) H. E. Strauss-Dürkheim, Mémoire sur les *Cypris* de la classe des crustacés. *Mém. du Mus. d'hist. nat.* Vol. VII, 1821. — W. Zenker. Monographie der Ostracoden. *Archiv. für Naturgesch.* Vol. XX, 1854. — G. O. Sars, Oversigt of Norges marin-Ostracoder 1865. — C. Claus, Beiträge zur Kenntniss der Ostracoden. Entwicklungsgeschichte von *Cypris*. Marburg, 1868. — Idem, Neue Beobachtungen über Cypridinen. *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XXIII. — Idem, Die Familie der Halocypriden. *Schriften Zool. Inhalts.* Vienna 1874. — G. S. Brady, A monograph of the recent british ostracoda. *Transact. of the Lin. Soc.* Vol. XXVI.

pridina, esclusivamente marine, questo paio di zampe ha la forma di rami bifidi; su una larga piastra basale triangolare si articolano un ramo principale, formato da quattro articoli muniti di lunghe setole, e una diramazione accessoria armata di uncini voluminosi (fig. 417).

Intorno alla bocca, sotto e sui lati di un labbro superiore, si trovano due forti mandibole con margine masticatore largo e dentato. Alla loro base si alza un palpo allungato ordinariamente triarticolato, che può funzionare come una tenaglia; esso può portare una piccola lamella (*esopodite*). Solo eccezionalmente (*Paradoxostoma*) le mandibole diventano stilette e sono chiusi in una tromba formata dal labbro superiore e dall'inferiore.

Alle mandibole seguono le mascelle (primo paio di mascelle propriamente dette, *maxillae*), notevoli ovunque per lo sviluppo preponde-

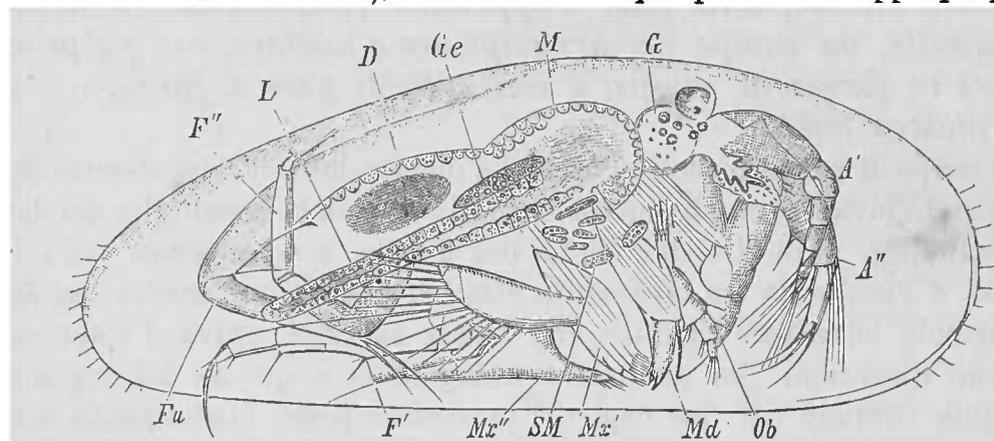


Fig. 416. — *Cypris* femmina giovane, non ancor sessualmente matura, tolta la valva destra. A' A'' 1.° e 2.° paio di antenne. Ob Labbro superiore, Md Mandibola col piede-palpo. Mx' Mx'' 1.° e 2.° paio di mascelle F'' Piede reptatorio, F''' Piede di soprannumero, Fu Forca, G Ganglio cefalico con occhio impari, SM Muscolo del guscio, M Stomaco, D Intestino, L Tubo epatico, Ge Abbozzo degli organi genitali.

rante della porzione principale e per la riduzione del palpo. Nelle ciperidi e nelle citeridi, l'articolo inferiore della mascella porta una grossa lamella pettinata, munita di setole, la quale, con le sue oscillazioni, favorisce la respirazione e corrisponde all'*esopodite*. Questa lamella respiratoria si può trovare sulle due paia di membra seguenti (quinto e sesto paio), che sono conformate ora come mascelle, ora come zampe.

Di queste paia di membra (secondo paio di mascelle), l'anteriore serve principalmente da mascelle nelle *Cypris*, ma porta, oltre l'appendice respiratoria rudimentale, un palpo corto, diretto all'indietro e ordinariamente composto di due articoli, i quali, in alcuni generi, come nelle *Halocypris*, diventano una corta zampa a tre od anche quattro articoli. Nelle citere esso funziona esclusivamente da zampe e rappresenta il primo delle tre paia di zampe che esistono in questi animali. Nelle *Cypridina* esso s'è interamente trasformato in mascelle e presenta una lamella respiratoria enormemente sviluppata (fig. 417 a, Mx''). Il sesto paio di membra diventa ordinariamente una zampa allungata

pluri-articolata, che serve a rampicare o a fissarsi. Il settimo paio ha ovunque la conformazione di zampe, nelle citere somiglia al primo paio precedente, nelle cipris è curvato all'insù e munito di un'unghia corta e di setole terminali allontanate trasversalmente. Serve all'istesso uso della lunga appendice cilindrica situata al posto del settimo paio, quasi sul dorso, delle cipridine.

Gli ostracodi hanno un ganglio cerebroide bilobato e una catena ventrale con delle paia di gangli avvicinatissimi, che si possono fondere in una massa comune. Gli organi dei sensi sono rappresentati, oltrechè da filamenti olfattori già menzionati, da un occhio composto mediano, formato da due metà talora separate (*Cypris*, *Cythera*), o da un occhio impari e da due grossi occhi laterali mobili (*Cypridina*). Nelle alo-cipris e cipridina esiste inoltre un'appendice frontale che dev'essere considerata come un organo sensorio.

L'ampia bocca delle cipridine, munita di margini laterali denticolati, conduce, per mezzo di uno stretto esofago, in un segmento intestinale allargato a fiala, conosciuto come *prostomaco*, a cui segue un più ampio e lungo intestino gastrico con due lunghi tubi epatici che si innic-

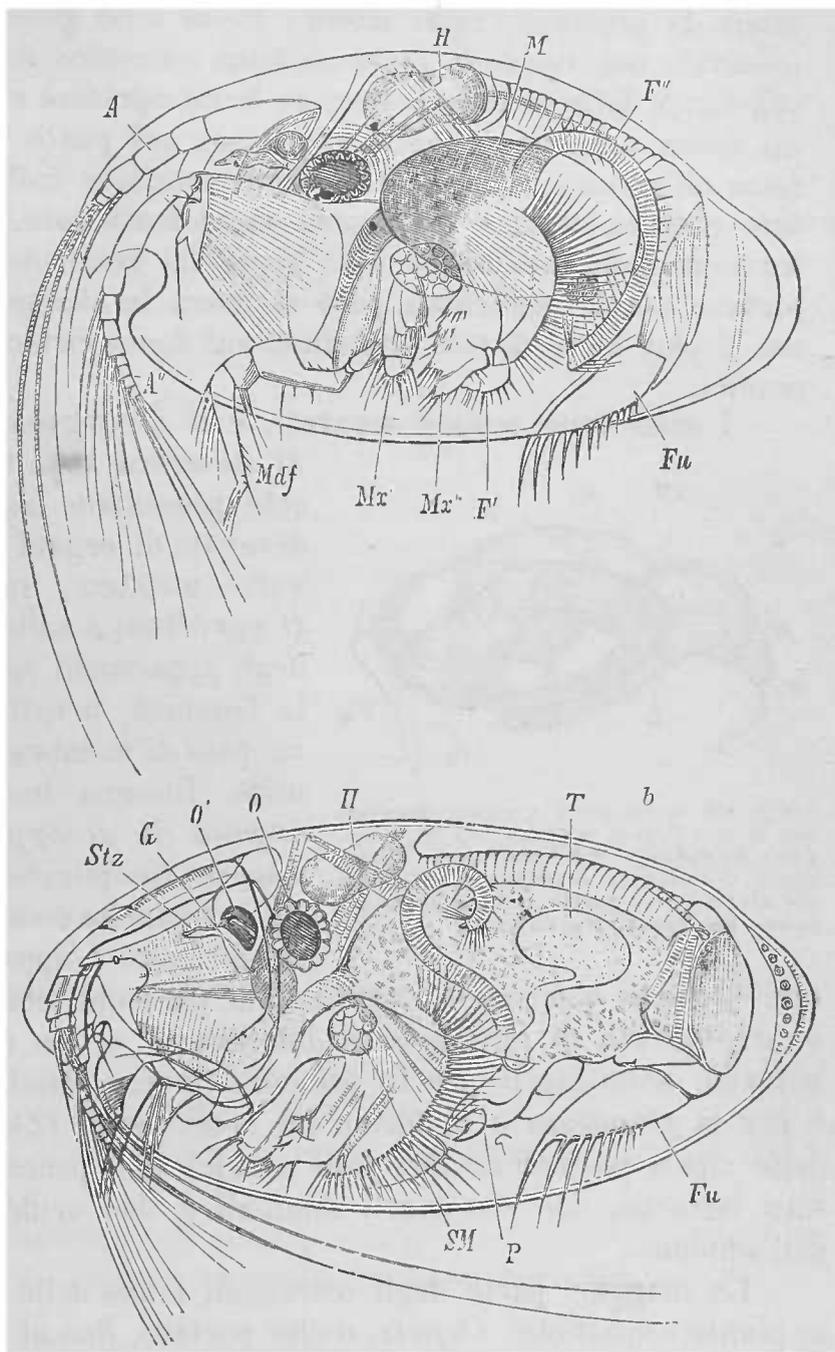


Fig. 417. — *Cypridina mediterranea*, a Femmina, b Maschio, M Stomaco, H Cuore, SM Muscolo del guscio, O Occhio pari, O' Occhio impari, G Cervello, Stz Organo frontale, T Testicoli, P Organi di accoppiamento, A' A'' Antenne, Mdf Piede mandibolare, Mx', Mx'' Mascelle, F' F'' Le due paia di piedi, Fu Piastra a forca.

chiano nelle lamelle del guscio. Nelle altre famiglie l'intestino è più semplice, e quando vi sono due tubi epatici (*Halocypridae*) essi si riducono a brevi sacchi che non entrano nelle duplicature del guscio. L'ano sbocca alla base dell'addome (fig. 418). Come glandule particolari bisogna citare la presenza, nelle citere, di un tubo glandulare rigonfio a fiala (glandula del veleno?), il cui condotto escretore sbocca in un'appendice stiliforme delle antenne posteriori. Nelle cipridine e l'*Halocypris* si trova un cuore a forma di tasca sul dorso, nel punto in cui il guscio aderisce all'animale. La respirazione è esercitata dall'insieme della superficie cutanea, intorno alla quale viene trattenuta una corrente d'acqua continua dalle oscillazioni delle appendici respiratorie. Le membra non portano sacchi branchiali, però si trova, in alcune ciprinidi (*Asterope*), una doppia serie di tubi branchiali sul dorso vicino all'ultimo paio d'appendici.

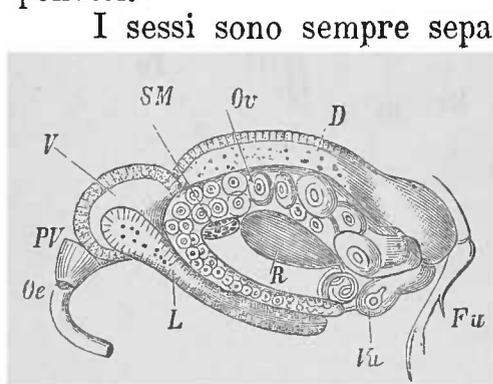


Fig. 418. — Intestino e organi riproduttori di una *Cypris* femmina (da W. Zenker). Oe Esofago. PV Prostomaco, V Stomaco. D Intestino, L Fegato, Ov Ovario, SM Muscolo del guscio, R Ricettacolo del seme, Vu Vulva, Fu Forca.

I sessi sono sempre separati, e si distinguono per delle differenze di struttura abbastanza marcate. I maschi presentano uno sviluppo più considerevole di organi dei sensi, inoltre, su varie membra, sulla seconda antenna (*Cypridina*) o sulle piemascelle (*Cypris*) degli apparecchi speciali per trattenere la femmina, o nello stesso tempo anche un paio di membra interamente trasformate. Bisogna inoltre aggiungere un organo di accoppiamento voluminoso e spesso complicatissimo, che si può considerare anche come un paio di membra trasformate. L'apparecchio genitale maschile,

che si compone da ogni lato di parecchi tubi testicolari allungati o arrotondati, di un condotto deferente e di un organo copulatore, è notevole nelle cipris per la presenza di una glandula mucosa speciale e per la grandezza e la forma dei nemaspermi (Zenker). Le femmine delle cipris possiedono due tubi ovarici che penetrano nella ripiegatura testacea, due ricettacoli seminali e due orifici genitali alla base dell'addome.

La maggior parte degli ostracodi, fanno delle uova che depongono su piante acquatiche, *Cypris*, o che portano, fino al momento dell'uscita, come nelle *Cypridina*, fra le valve del guscio. In questi ultimi tempi si è voluto che nelle cipris si osservasse la partenogenesi. Lo sviluppo libero è, nelle cipris, una metamorfosi complicata. Le larve di *Cypris*, all'uscire dall'uovo, possiedono, come la forma *Nauplius*, solo tre paia di membra, sono molto compresse lateralmente e già avvolte da un guscio sottile bivalve (fig. 419). Il modo di sviluppo si semplifica negli ostracodi marini e la metamorfosi diventa completamente nulla.

Gli ostracodi si nutrono di sostanze animali, e particolarmente di cadaveri d'animali acquatici. Si trovano molte forme fossili di quasi tutte le formazioni; ma sfortunatamente si conservano solo gli avanzi del guscio.

Fam. *Cypridinidae*. Cuore e grosso paio di occhi mobili. Margine del guscio con una profonda intaccatura per il passaggio delle antenne. Antenne anteriori piegate ad angolo, con forti setole e filamenti olfattori all'estremità. Le antenne posteriori sono pale bifide. *Cypridina* M. Edw. Parte masticatrice delle mandibole debole e completamente atrofizzata. Palpo mandibolare con cinque articoli, allungatissimo in forma di zampa. Il settimo paio di membra rappresentato da un'appendice cilindrica anellata. *Cypridina mediterranea*. Costa (fig. 377). *Asterope oblonga* Gr. Trieste. Da ogni lato, dietro il settimo paio di membra, una serie di lamelle branchiali.

Fam. *Halocypridae*. Con cuore; antenne posteriori a due rami. Senza occhi. Gusci sottili ricchi di glandule. Il settimo paio di zampe è a forma di bastoncino, con lunghe setole terminali. *Halocypris* Dana. *H. concha* Cls. Oceano Atlantico. *Conchoecia* Dana. *C. spinirostris* Cls. Mediterraneo e Adriatico.

Fam. *Cytheridae*. Senza cuore. Antenne anteriori piegate ad angolo alla base, munite di setole corte. Antenne posteriori forti, con degli uncini sull'articolo terminale. Tre paia di zampe, di cui la posteriore è la più sviluppata. Addome con due piccoli articoli caudali. Testicoli ed ovari che non penetrano tra le lame del guscio. Apparecchio genitale maschile senza glandula mucosa. Tutti marini. Le femmine portano spesso le uova e gli embrioni tra le valve del guscio. *Cythere lutea* O. Fr. Müller. Mare del Nord e Mediterraneo. *C. viridis* O. Fr. Müller. Mare del Nord. *Paradoxostoma* Fisch. Una piccola tromba; mandibole in forma di stilette.

Fam. *Cypridae*. Un occhio mediano; senza cuore. Guscio sottile, ma forte. Antenne anteriori composte per lo più di sette articoli e munite di lunghe setole, quelle del secondo paio semplici, a forma di zampe, formate ordinariamente da 6 articoli. Due paia di zampe, di cui la posteriore, più debole, è piegata ad angolo dal lato dorsale. Articoli caudali strettissimi e allungati con delle setole a uncino all'estremità (fig. 416). I testicoli e gli ovari penetrano tra le lame del guscio. Apparecchio genitale maschile con una glandula mucosa. Vivono la maggior parte nell'acqua dolce. *Cypris fusca* Str. *C. pubera* O. Fr. Müller. *C. fuscata* Jur., ecc. *Notodromus monachus* O. Fr. Müller.

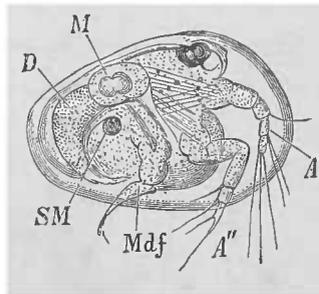


Fig. 419. — Giovane larva di *Cypris* (stadio di *Nauplius*). SM Stomaco. D Intestino, SM Muscolo del guscio, Mdf Piede mandibolare, A' A'' Antenne.

III. ORDINE. — Copepodi (Copepoda) (1).

Entomostraci a corpo allungato, in generale nettamente articolato, senza duplicatura testacea della pelle, con quattro o cinque paia di zampe biramificale al torace e un addome privo di membra.

I copepodi costituiscono un gruppo svariato di forme, di cui le libere si distinguono pel numero costante dei loro segmenti e delle loro paia di membra.

Le numerose specie parassite si allontanano gradualmente per la

(1) O. Fr. Müller. Entomostraca seu Insecta testacea, quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit, Lipsiae 1785. — Jurine, Histoire des Monocles, Genève, 1820. — W. Lilljeborg, De crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda et Copepoda in Scania occurrentibus. Lund. 1853. — C. Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863. — C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis*. Arb. des Zool. Institut. Wien. Tom. III, 1881.

forma del loro corpo, da quelle che conducono vita indipendente e finiscono per presentare una configurazione sì diversa, che, se non si conoscessero il loro sviluppo e le particolarità della loro struttura, si sarebbe tentati di considerarle come vermi parassiti piuttosto che come artropodi. Tuttavia d'ordinario i remi caratteristici sussistono, sebbene sovente in numero meno considerevole, sotto forma d'appendici rudimentali o trasformate. Del resto, quando essi mancano, l'embriologia permette di riconoscere con certezza se si tratta di un copepodo.

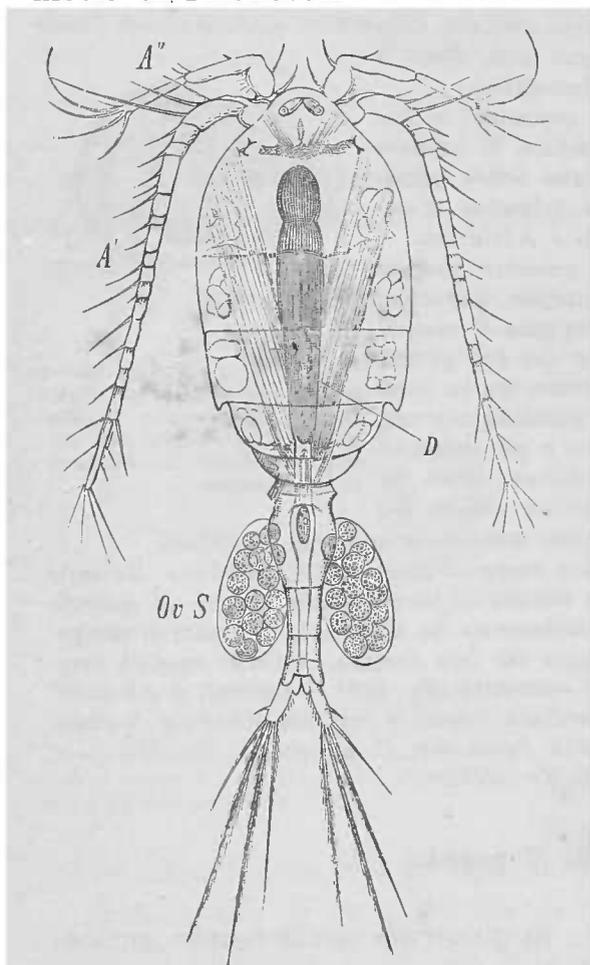


Fig. 4.0. — Femmina del *Cyclops coronatus*, A' A'' 1.ª e 2.ª Antenna, D Intestino. Ov S Sacculi ovigeri.

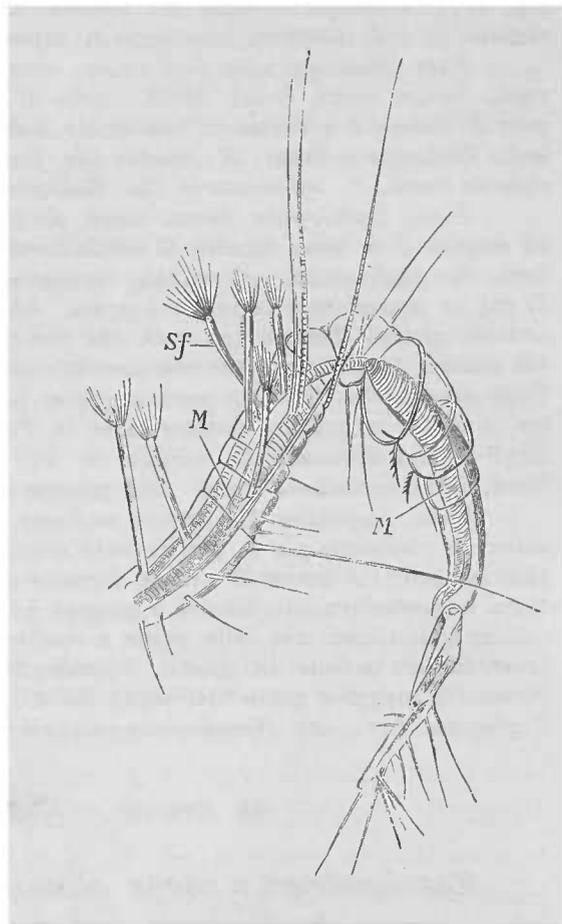


Fig. 4.1. — Antenna di un maschio di *Cyclops serruiatus*, Sf Peli olfattivi, M Muscolo.

Il capo è generalmente fuso coi segmenti toracici, e, come cefalotorace, ha due paia di antenne, due mandibole o mascelle, quattro cosiddetti piedi mascellari, i quali del resto sono solo rami esterni e interni di un secondo paio di mascelle; finalmente il primo paio di piedi natatori, non raramente di forma aberrante. Seguono quattro segmenti toracici, con altrettante paia di natatoie, di cui l'ultimo è spesso ridotto, e, nel sesso maschile, può anche essere conformato a organo secondario di copulazione. Del resto tanto il quinto paio di piedi, quanto il corrispondente segmento toracico, può completamente mancare. L'addome, come il torace, consta di cinque segmenti, è privo d'ogni sorta

di arti, e termina con due appendici riunite a forca, sulle cui estremità stanno lunghe setole caudali (fig. 420). Nella femmina per lo più i due primi segmenti addominali si fondono, formando un *doppio segmento genitale* con le aperture sessuali. Spessissimo anche l'addome è assai ridotto, specialmente nelle forme parassite.

Le antenne anteriori, composte per lo più di parecchi anelli, portano generalmente le setole tattili e olfattorie, ma servono anche nelle forme libere come remi, e nei maschi come braccia destinate a prendere e trattenere la femmina durante l'accoppiamento (fig. 421). Le antenne posteriori rimangono sempre corte, sono sovente bifide e sono atte a fissare l'animale sui corpi solidi. Il labbro superiore sormonta due mandibole dentate, portando di solito dei palpi, che, nei copepodi liberi, servono da organi masticatori, e nei parassiti si trasformano in due stilette acute. In quest'ultimo caso sono ordinariamente chiusi in un tubo, formato dalla riunione del labbro superiore e del labbro inferiore. Il primo paio di mascelle, che possiede di regola parecchi lobi e un palpo e spesso anche un'appendice epipodiale, si atrofizza nei parassiti e si trasforma in piccole protuberanze palpiformi situate all'esterno del tubo boccale. I due rami delle mascelle

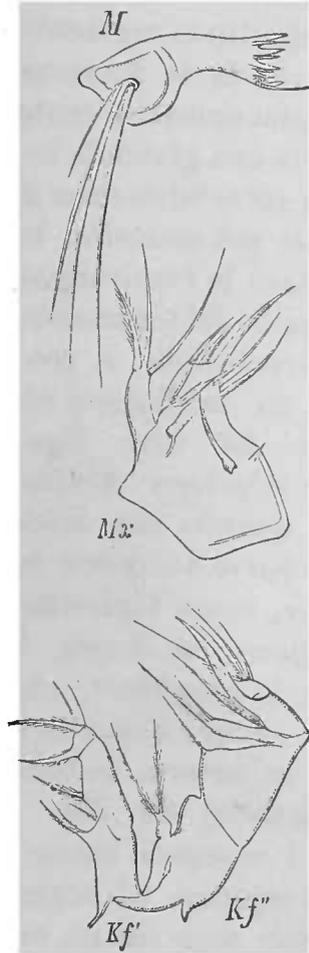


Fig. 422. — Parti boccali di un *Cyclops*. *M* Mandibola, *Mx* Mascella, *Kf* *Kf''* Piede mascel'are interno ed esterno (Rami del secondo paio di mascelle).

del secondo paio, sono separati l'uno dall'altro e costituiscono il piemascella interno e il piemascella esterno

e servono da organi prensili (fig. 422) e sopra tutto da organi di fissazione nei parassiti (fig. 426).

Le natatoie del torace constano di un segmento basale a due articoli, e di due rami a paletta tri-articolati e setolosi, i quali servono al rapido moto nell'acqua (fig. 423). Negli argulidi i rami di queste pale s'allungano considerevolmente e presentano, coi loro numerosi articoli, una certa somiglianza coi piedi dei cirripedi.

Dappertutto si trova un cervello, donde partono i nervi degli organi dei sensi e un cordone centrale che presenta, lungo il suo decorso, dei gangli, o che si concentra in una massa gangliare sotto esofagea. Tra gli organi dei sensi, l'occhio frontale mediano tripartito (occhio

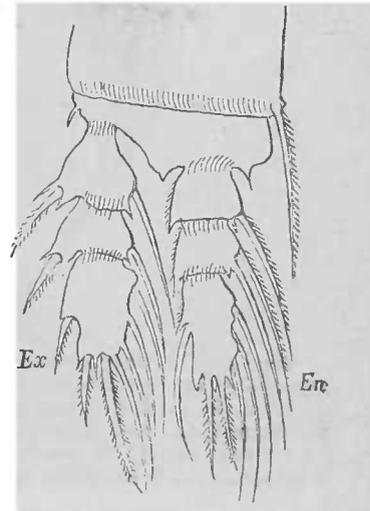


Fig. 423. — Piede natatorio di un *Cyclops*, *En* Ramo interno, *Ex* Ramo esterno.

di ciclope) è generalmente riscontrabile. Oltre le setole tattili, disposte specialmente sulle antenne anteriori, e su altri punti della pelle, esistono anche, principalmente nel sesso maschile, dei filamenti olfattori, appendici delicate delle antenne anteriori (fig. 421).

Il tubo digerente si divide in un esofago breve e stretto, in uno stomaco largo, che presenta spesso due tubi ciechi semplici o ramificati, e in un intestino stretto, che si apre sulla faccia dorsale dell'ultimo segmento addominale terminale. Spesso la parete intestinale anche fa la funzione

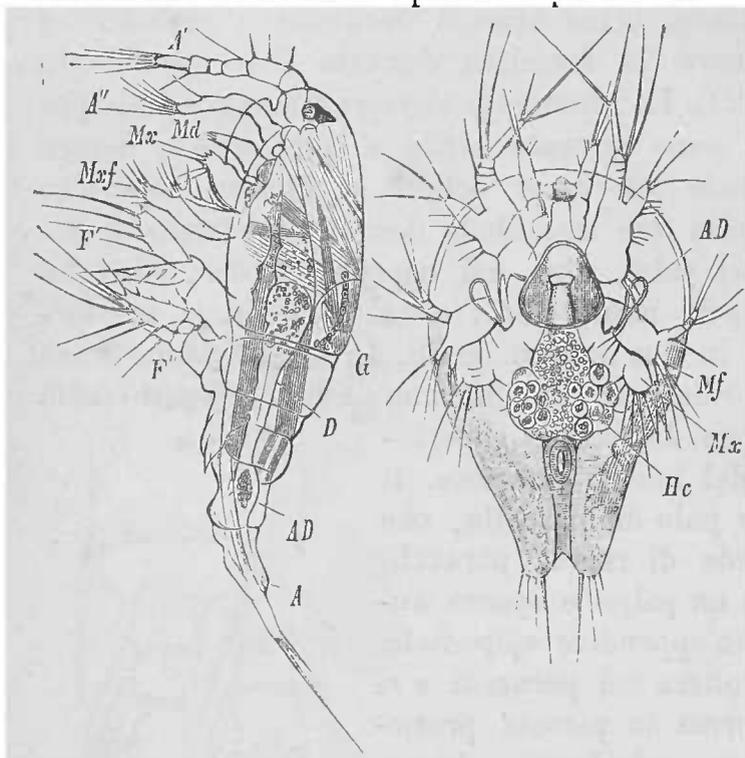


Fig. 424. — Metamorfosi del *Cyclops*, a Nauplius più avanzato di *Cyclops serrulatus*, b Forma più giovane, A' A'' Antenne del 1.° e 2.° paio, AD Glandula antennale, Mf Piede mandibolare, Md Mandibola, Mx Mascella, Mf Piede mascellare, F' F'' 1.° e 2.° Piede-remo, Hc Concrementi urici nelle cellule intestinali, D Intestino, AD Intestino terminale, A Ano, G Abbozzi genitali.

di organo urinario, esiste tuttavia una glandula testacea sul cefalotorace, ai lati dei piè mascelle. In ogni caso la respirazione è eseguita dal tegumento. La circolazione è prodotta da oscillazioni regolari del tubo digerente (*Cyclops Achtheres*), quando non esiste nella parte anteriore del torace, sopra l'intestino, un cuore in forma di tasca (*Calanidae*), che può anche continuarsi con un'arteria cefalica (*Calanella*) (fig. 59).

I copepodi hanno i sessi separati. Gli organi genitali sono situati, nei due sessi, nel cefalotorace e nei segmenti toracici. Si compongono di una glandula genitale urinaria il cui condotto vettore impari o pari sbocca nell'anello basale dell'addome. Le differenze sessuali si manifestano nella forma e nella struttura di diverse parti del corpo e conducono, in alcuni crostacei parassiti (*Chondracanthidae*, *Lerneopodidae*), ad un dimorfismo straordinario. I maschi sono più piccoli e più mobili, le loro antenne anteriori e le zampe dell'ultimo paio sono trasformate in organi della copulazione accessori: i primi servono a trattenere la femmina, gli ultimi a introdurre gli spermatozoi. Questi si formano nel canale deferente per mezzo di una secrezione mucosa che si indurisce intorno alla massa seminale, in modo da costituire un involucro resistente. Le femmine, più grosse, si muovono pesantemente e portano le loro uova con sé in piccoli sacchi situati a sinistra e a destra dell'addome. Molti possiedono, all'estremità dell'ovidotto, una glandola

di organo urinario, esiste tuttavia una glandula testacea sul cefalotorace, ai lati dei piè mascelle. In ogni caso la respirazione è eseguita dal tegumento. La circolazione è prodotta da oscillazioni regolari del tubo digerente (*Cyclops Achtheres*), quando non esiste nella parte anteriore del torace, sopra l'intestino, un cuore in forma di tasca (*Calanidae*), che può anche continuarsi con un'arteria cefalica (*Calanella*) (fig. 59).

I copepodi hanno i sessi separati. Gli organi genitali sono situati, nei due sessi, nel cefalotorace e nei segmenti to-

particolare, il cui prodotto è espulso nello stesso tempo delle uova e forma l'involucro di questi sacchi. Durante l'accoppiamento, che si limita sempre all'avvicinamento esterno dei due sessi, il maschio fissa sull'anello genitale della femmina uno o più spermatofori in orifici speciali: gli spermatozoi passano di là nel ricettacolo seminale e fecondano le uova al momento in cui arrivano nei sacchi oviferi.

Lo sviluppo presenta una metamorfosi complicata, e, in molti parassiti, una metamorfosi regressiva. Le larve escono sotto forma di *Nauplius*; hanno un occhio frontale impari e tre paia di membra, di cui la media e la posteriore sono biforcute (fig. 410). Delle setole a uncino del secondo e del terzo paio di membra dirette verso la bocca (che è sormontata da un labbro superiore come da un cappuccio) servono a introdurre le particelle alimentari. L'estremità

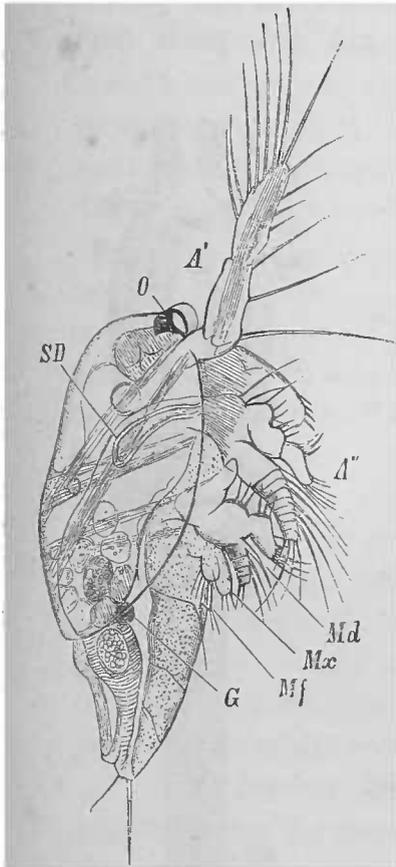


Fig. 425. — Metanauplius di *Cyclopsine*, O Occhio, G Abbozzo genitale, SD Glandule antennali, A' A'' le due antenne, Mx Mascella, Md Mandibola, Mf Piè-mascella.

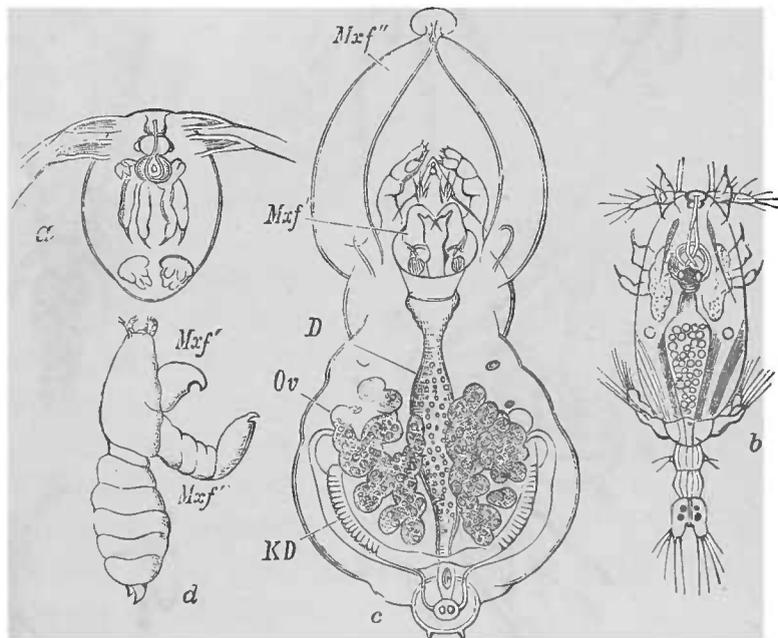


Fig. 426. — *Achtheres percarum*, a Nauplius, b Larva in stadio di *Cyclops* giovane, c Femmina, vista dal ventre, D Intestino, Ov Ovario, Mxf', Mxf'' i due piedi mascellari, KD Glandula cementaria, D Tubo digerente.

posteriore del corpo porta due setole terminali ai lati dell'ano; essa corrisponde alla regione toracica e alla regione addominale, che non sono ancora differenziate.

I cambiamenti di queste giovani larve, nel loro accrescimento successivo, si connettono con delle mute della pelle e consistono essenzialmente nell'allungamento del corpo e nella comparsa di nuove membra. Già nella fase larvale seguente (fig. 424 a), dietro a tre paia di membra primitive, che diventano le antenne e le mandibole, si trova un quarto paio, le future mascelle: poi, dopo la muta seguente, appaiono tre nuove

paia di membra, di cui il primo corrisponde ai piemascelle, mentre i due ultimi rappresentano il primo abbozzo delle pale anteriori. A questo stadio, *Metanauplius* (fig. 425), la larva è ancora simile a una larva *Nauplius* e assume la prima forma di *Cyclops* solo dopo una nuova muta. Essa somiglia già, per la

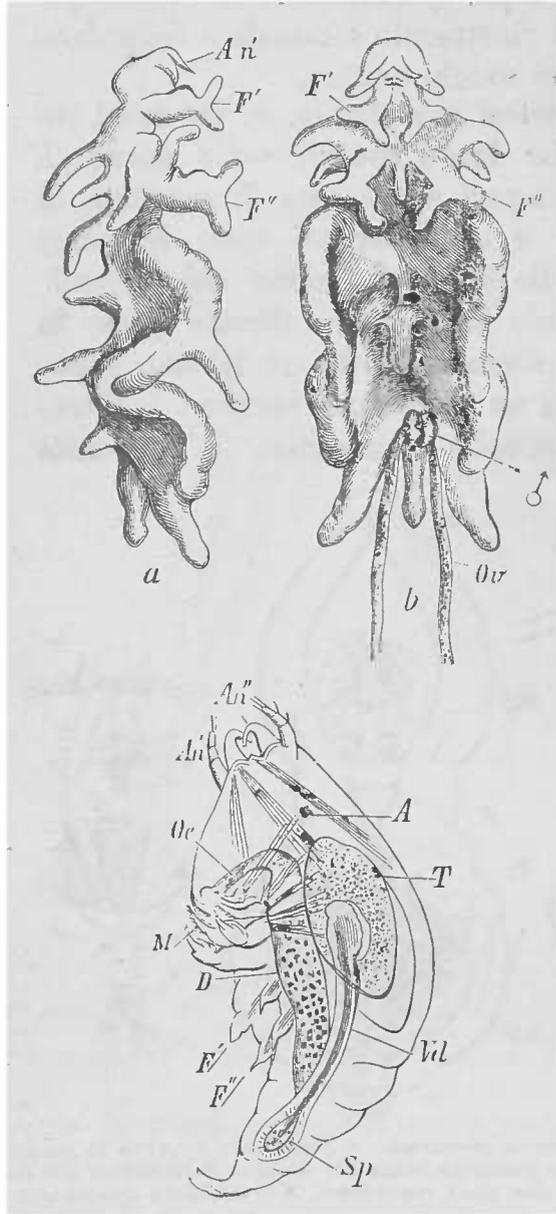


Fig. 427. — Maschio e femmina di *Chondracanthus gibbosus*, ingrandito circa 6 volte, *a* Femmina vista dal lato ventrale, *b* Femmina vista dal lato ventrale, col maschio aderente, *c* Maschio assai ingrandito, *An'* Antenne anteriori, *An''* Antenne curve ad uncino, *F'F''* Le due paia di zampa, *A* Occhio, *M* Parti della bocca, *Oc* Esofago, *D* Intestino, *T* Testicolo, *Vd* Condotto deferente, *Sp* Sacco a spermatozoi, *Ov* Ovisacco tubuloso.

struttura delle antenne e delle porzioni della bocca, all'animale adulto, quantunque il numero delle membra e degli anelli sia minore (figura 424 *b*). Le due ultime paia di membra sono già dei piedi corti

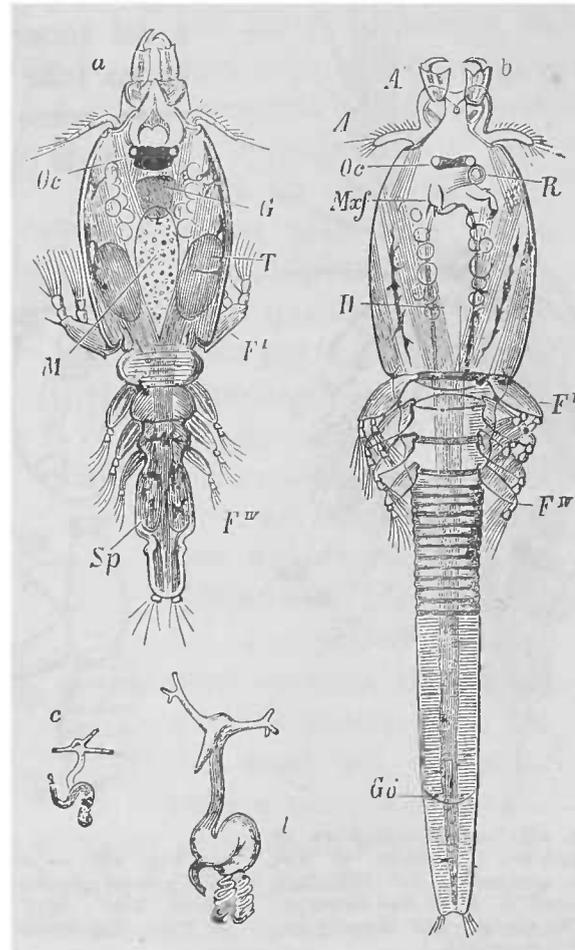


Fig. 428. — *Lernaea branchialis*, *a* Maschio (lungo circa 2-3 mm), *Oc* Occhio, *G* Cervello, *M* Stomaco, *f* a *f*^{iv}, Le quattro paia di remi, *T* Testicolo, *Sp* Sacco a spermatozoi, *b* Femmina (all'epoca dell'accoppiamento, lunga 5-6 mm), *A'* *A''* Le due paia di antenne, *R* Tromba, *Mxf* Piemascella, *D* Intestino; *c* Femmina in via di trasformazione dopo l'accoppiamento, *d* La stessa con gli ovisacchi, grandezza naturale.

biramati, a cui si aggiunge anche l'abbozzo del terzo e del quarto paio di pale sotto forma di cercini coperti di setole. Il corpo si compone di un cefalotorace ovale, dei tre segmenti toracici seguenti (dal secondo al quarto) e di un articolo terminale allungato che produce l'ultimo

segmento toracico e tutti i segmenti dell'addome, segmentandosi successivamente; è già terminato dall'appendice caudale biforcata.

Molte persone di copepodi parassiti, per esempio *Lernanthropus Chondracanthus*, non oltrepassano questo grado di segmentazione e non possiedono nè il terzo, nè il quarto paio di pale, nè un quinto segmento toracico distinto dall'addome rudimentale; altri crostacei parassiti, per esempio l'*Achtheres*, per la perdita ulteriore delle due paia di pale, offrono un grado ancora inferiore di differenziamento morfologico (fig. 426).

Tutti i copepodi liberi e molti parassiti passano, con le mute seguenti, per una serie più o meno grande di fasi evolutive, durante le quali i segmenti e le membra che esistono già, acquistano una complessità maggiore. Molti crostacei parassiti saltano le fasi di sviluppo caratterizzate dalla forma di *Nauplius*; la larva infatti è soggetta a muta immediatamente dopo l'uscita, e si presenta sotto la forma di *Cyclops*, con delle antenne a uncino e delle porzioni boccali stiliformi (fig. 426). Già, partendo da questo stadio vanno soggetti ad una metamorfosi regressiva, si fissano su un animale che serve loro di ospite: la segmentazione si cancella più o meno completamente quanto più il corpo cresce e diventa informe; le pale spariscono e l'occhio stesso s'atrofizza (*lerneopodi*). In questo caso i maschi restano spesso nani e sono avvinghiati (spesso ed in molti) presso gli orifici genitali delle femmine (fig. 427).

Nei *lernei* si cercarono a lungo invano i maschi nani sul corpo grosso e difforme delle femmine, finchè si scopri che i piccoli maschi, aventi la forma di *Cyclops*, nuotano liberamente con le loro quattro paia di pale, e che la femmina, nel periodo dell'accoppiamento, presenta la stessa conformazione. Solo dopo l'accoppiamento essa acquista quelle proporzioni mostruose e diventa difforme (fig. 428).

1. Sottordine. *Eucopepoda*. Copepodi muniti di pale, le cui diramazioni sono formate di due o tre articoli, i pezzi della bocca disposti per masticare o per pungere e succhiare.

1. *Gnathostomata*. Copepodi per lo più liberi. Tutti gli anelli ben sviluppati. Pezzi della bocca disposti per masticare.

Fam. *Cyclopidae*. Abitano principalmente l'acqua dolce. Senza cuore; occhio semplice; antenne del secondo paio composte di quattro articoli, mai di due rami. Quinto paio di zampe rudimentali nei due sessi. Le due antenne del primo paio sono trasformate in ganci nel maschio. *Cyclops coronatus* Cls. (fig. 420), *C. serrulatus* Fisch., *Canthocamptus minutus* Cls., *C. staphylinus* Jur., *Harpacticus chelifera* O. Fr. Müller. Mare del Nord.

Fam. *Calanidae*. Antenne anteriori lunghissime, una sola trasformata in gancio. Antenne posteriori a due rami. Il cuore esiste sempre. Quinto paio di zampe generalmente trasformato, nel maschio, in organo accessorio dell'accoppiamento. *Cetochilus septentrionalis* Goods. *Diaptomus castor* Jur. Forma d'acqua dolce. *Irenaeus Patersonii* Templ.

Fam. *Notodelphyidae*. Corpo conformato come quello dei ciclopidi, antenne anteriori trasformate in ganci. Nella femmina, i due ultimi segmenti toracici sono saldati, e formano una cavità incubatrice dorsale. Vivono nella cavità branchiale delle ascidie. *Notodelphys agilis*. Thor.

2. *Parassita (Siphonostomata)* (1). Pezzi boccali disposti per pungere e per succhiare; segmentazione del corpo più o meno cancellata, addome rudimentale.

Le antenne posteriori e i piemascelle sono terminati da uncini. Alcune forme sono ancora libere, ma la maggior parte sono parassite sulle branchie, nella cavità faringea o sulla pelle dei pesci; alcune (*Penella*) si approfondano nei tessuti del loro ospite e si nutrono dei succhi e del sangue di quest'ultimo.

Fam. *Corycaeidae*. Antenne anteriori corte composte di un piccolo numero di anelli simili nei due sessi; antenne posteriori senza ramo accessorio, con degli uncini, differenti nei due sessi. Pezzi della bocca disposti per pungere. Spesso un occhio mediano e degli occhi laterali pari. In parte temporariamente parassiti. *Coricaeus elongatus* Cls. *Sapphirina fulgens*. Thomps.

Fam. *Condracanthidae*. Corpo allungato, spesso senza segmentazione distinta e con delle escrescenze lacinulate. Addome rudimentale. Le due paia di pale anteriori sono lame bifide, le altre mancano. Senza tromba. Mandibole falciformi. I maschi, piriformi, nani, sono spesso avvinghiati in due o in tre sul corpo della femmina. *Chondracanthus gibbosus* Kr. sul *Lophius* (fig. 427), *Ch. Cornutus* O. Fr. Müller sui pleuronettidi.

Fam. *Caligidae*. Corpo piatto, cefalotorace in forma di scudo, segmento genitale sviluppatissimo, rigonfio nella femmina; addome piccolo più o meno ridotto. Una tromba e delle mandibole stiliformi. Quattro paia di zampe biramate permettono dei rapidi movimenti di nuoto. Vivono sulle branchie e sulla pelle dei pesci di mare. Sacchi ovigeri in forma di cordoni. *Caligus rapax* Edw. *Cecrops Latreillii* Leach. Sull' *Orthogoriscus*.

Fam. *Lernaeidae*. Corpo della femmina vermiforme, senza segmentazione distinta. Appendici ed escrescenze sulla testa. Pezzi boccali disposti per pungere, con una tromba. Quattro paia di palette, o i rudimenti di queste. Le femmine hanno la parte anteriore del corpo sprofondata nei tessuti dei pesci. *Lernaeocera cyprinacea* L. *Penella sagitta* L. *Lernaea branchialis* L. (fig. 428), su alcune specie di *Gadus*.

Fam. *Lernaeopodidae*. Testa e torace distinti, addome affatto rudimentale. Porzioni della bocca disposte per pungere, con una tromba. I piemascelle esterni sono lunghi e si riuniscono alla loro estremità, nella femmina, per formare un apparecchio di fissazione comune con cui si fissa in un modo stabile sul suo ospite. Le pale mancano completamente. Maschi più o meno nani, con delle grandi zampe libere, disposte come dei ganci, ugualmente mancanti di pale. *Achtheres percarum*, Nord (fig. 426). *Basanistes huchonis* Schrank. *Anchorella uncinata* O. Fr. Müller. Su certe specie di *Gadus*.

2. Sottordine, *Branchiura* (2). *Grandi occhi composti, lungo stile protrattile (organo tattile) avanti alla tromba boccale, quattro paia di pale allungate bifide e una larga natatoia caudale biloba al posto dell'addome.*

I branchiuri sono spesso posti vicino ai caligidi, ma si allontanano essenzialmente da questi e dai veri copepodi per parecchi rapporti.

(1) Vedi A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Berlin, 1832. — H. Burmeister, Beschreibung einiger neuen und wenig bekannten Schmarotzerkrebse. *Nova acta Ac. Caes. Leop.* Vol. XVII, 1835 — Steenstrup e Lütken, Bidrag til kundskab om det aabne Havns Snyltekrebs og Lernaeer. Kjobenhavn, 1861. — C. Claus, Ueber den ban und die Entwicklung von Achtheres percarum. *Zeitschr. für wiss. Zool.* 1861. — Idem, Beobachtungen über Lernaeocera, ecc. Marburg, 1868.

(2) Jurine, Mémoire sur l'Argule foliacé. *Annales du Museum d'hist. nat.* Vol. VII, 1806. — F. Leydig, Ueber *Argulus foliaceus*. *Zeitsch. für wiss. Zool.* Vol. II, 1850. — E. Cornalia, Sopra una nuova specie di crostacei sifonostomi. Milano, 1860. — C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. *Zeitschr. für wiss. Zool.* Vol. XXV, 1875 — F. Leydig, Ueber *Argulus foliaceus*. *Arch. für Mikroskr. Anatom.* Vol. XXXIII, 1899.

Per la loro forma generale, eccetto che per il loro addome diviso in due lamelle (natatoia caudale), somigliano ai caligidi; per altro, la loro organizzazione interna e la conformazione delle membra differiscono essenzialmente da quelle di questi parassiti. Sulla bocca si eleva una larga tromba, nella quale sono nascoste delle mandibole finamente dentate e delle mascelle stiliformi. Un po' sopra la tromba, si trova un lungo tubo cilindrico terminato da uno stile retrattile che contiene il condotto

escretore di un paio di glandole velenifere. Sui lati e sotto alla bocca sono posti dei potenti organi di fissazione, un paio superiore corrispondente ai piemascelle anteriori, che nell'*Argulus* sono trasformati in una grossa ventosa, mentre la porzione terminale uncinata si è atrofizzata, e un secondo paio di promascelle, munite di forti spine alla loro porzione basale allargata, e all'estremità della quale si trovano una protuberanza tattile e due artigli. A questi organi seguono le quattro paia di pale della regione toracica, generalmente coperte, fuorchè l'ultima, dai margini del cefalotorace. Esse si compongono ciascuna di una parte basale voluminosa formata da parecchi articoli, e di due diramazioni più strette, munite di lunghe setole, che per la loro forma e il loro rivestimento di setole richiamano i piedi cirriformi dei cirripedi, e, come questi ultimi, derivano da zampe che nella larva sono simili a quelle dei copepodi (fig. 429).

L'organizzazione interna ricorda, sotto molti rapporti, quella dei fillopodi. Il sistema nervoso si distingue per la grandezza del cervello e della catena ventrale, composta di sei rigonfiamenti gangliari addossati gli uni agli altri. Oltre a due grossi occhi laterali, esiste un occhio impari mediano, trilobo. Il tubo digerente è formato da un esofago corto piegato a gomito dal basso all'alto, da un largo stomaco con due appendici epatiche ramificate, e da un intestino che sbocca direttamente di dietro sopra due lamelle, nella biforcazione della natatoia caudale. Sul cuore si osservano due orifici laterali e una lunga aorta. La superficie dello scudo cefalotoracico funziona come organo di respirazione; pure, siccome la circolazione pare assai attiva nella natatoria caudale, si deve considerare questa parte del corpo come una specie di branchia.

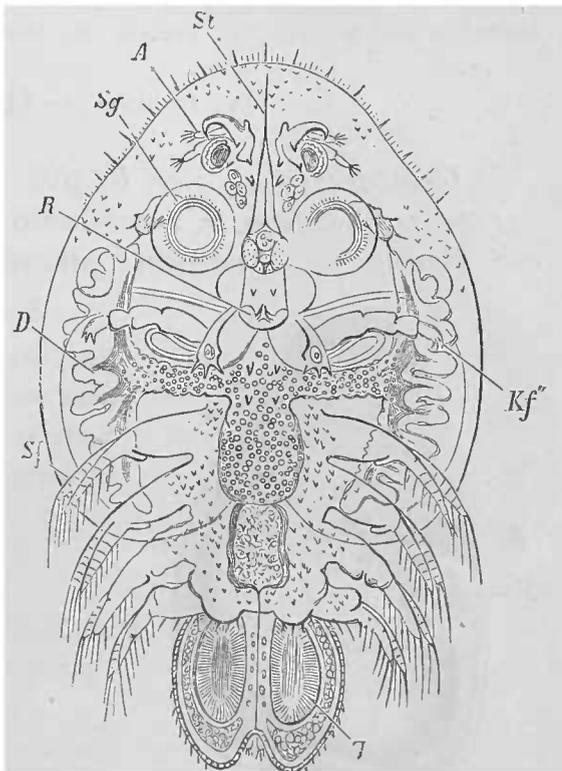


Fig. 429 — *Argulus foliaceus*, giovane maschio, A' Antenne anteriori, Sg Ventosa sui piedi mascellari anteriori, Kf. Piedi mascellari posteriori, Sf Remi, R Rostro, St Stiletto, D Canale digerente, T Testicolo.

I maschi piccoli più agili portano, sulle paia posteriori delle pale, delle appendici copulatrici speciali. Le femmine non portano le uova in sacchi ovigeri come i veri copepodi, ma le attaccano su corpi stranieri. I giovani, dopo l'uscita, subiscono una metamorfosi.

Fam. *Argulidae*. *Argulus* O. Fr. Müll. Piemascelle anteriori trasformate in grosse ventose. Un apparecchio perforante aggiunto alla bocca. *A. foliaceus* L. pidocchio dei pesci, (Bal dner) sulle carpe e gli spinarelli. *A. coregoni* Thor. *A. giganteus* Luc. *Gyropeltis* Hell. Piemascelle terminate ad artiglio. Senza apparecchio perforante. *G. Kollari* Hell. Sulle branchie dell' *Hydrocyon*. Brasile. *G. Doradis* Corn.

IV. ORDINE. — Cirripedi (Cirripedia) (1).

Crostacei fissi, per lo più ermafroditi, con corpo poco chiaramente segmentato, e circondato da una duplicatura della pelle su cui stanno pezzi calcari, generalmente con 6 paia di piedi-cirri.

I cirripedi, per l'apparenza del loro guscio, furono ritenuti per molluschi, fino alla scoperta delle larve da parte di Thompson e di Burmeister, che resero indubbia la loro connessione cogli entomotrachei. Essi

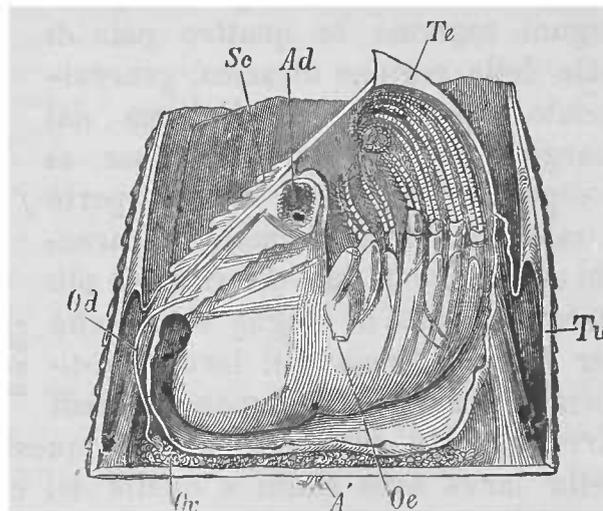
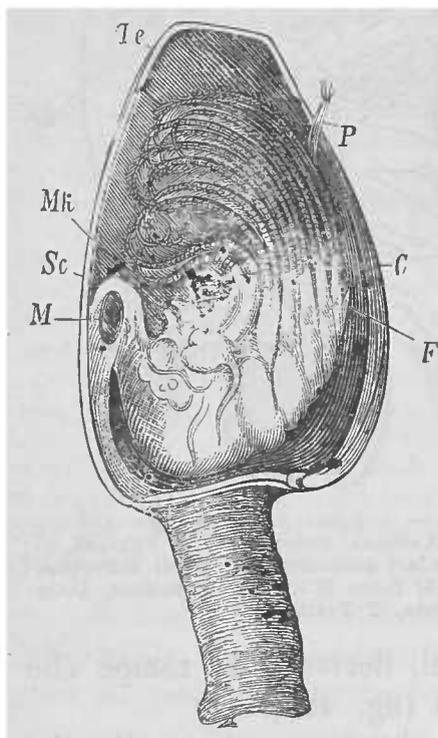


Fig. 430. — a *Lepas*, Valva destra asportata, A' Antenna adesiva all'estremità del peduncolo, C Carena, T Tergo, Sc Scudo, Mk Cono boccale, F Forca, P Pene, M Muscolo adduttore, b *Balanus tintinnabulum*, tolta una metà del guscio (da Darwin). Tu Sezione della corona esterna del guscio, Ov Ovario, Od Ovidotto, Oe Orificio dell'ovidotto, Ad Muscolo adduttore, Te Tergo, Sc Scudo, A' Antenna adesiva.

sono coperti da un guscio a conchiglia formato di 5-6 e più pezzi, i quali, originatisi dalla calcificazione della membrana chitinosa di una

(1) S. V. Thompson, Zoological Researches. Vol. I, 1829. — H. Burmeister, Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüssler, 1832. — Ch. Darwin, A monograph of the Sub-Class Cirripedia. Vol. II London, 1851-54. — A. Krohn, Beobachtungen über die Entwicklung der Cirripeden. *Archiv. für Naturgesch.*, 1860. — C. Claus, Die Cyprisähnliche Larve der Cirripeden. Marburg, 1869. — R. Kossmann, Suctoria und Lepadidae. Würzburg, 1873. — Yves Delage, Evolution de la sacculine. *Arch. de Zool. exp.* 2.^a ser. Vol. II, 1884.

potente duplicatura della pelle (mantello), si distinguono come *scuta*, *terga* e *carina*.

L'animale è sempre fissato con la sua estremità anteriore o cefalica, che nei lepadidi si protrae in un lungo peduncolo, che esce dal guscio. Nei balanidi, a cui questo peduncolo manca, il corpo è circondato da un tubo calcareo esterno composto per lo più di sei pezzi, la cui apertura sembra chiusa da un coperchio formato da pezzi interni del guscio (fig. 430 *a* e *b*). In ambo i casi, la fissazione dell'animale è aiutata dal secreto indurito della cosiddetta *glandula cementaria*, che sbocca sul penultimo articolo (allargato a ventosa) delle piccolissime antenne anteriori.

Il corpo, circondato dal mantello e dai pezzi calcari, ha la parte posteriore rivolta in alto, cosicchè le zampe che muovono a vortice l'acqua possono far salienza per la fenditura che il mantello presenta alla faccia ventrale, tra i pezzi pari detti *terga* e *scuta*.

Vi si vede una testa munita di antenne e di parti boccali e un torace con cirri, senza però che queste due parti sieno veramente separate l'una dall'altra. Al torace segue anche un piccolo addome rudimentale, indicato spesso solo da due articoli caudali su cui si apre l'ano. Non esistono mai antenne posteriori; le antenne anteriori sono sempre visibili, anche allo stato adulto; esse formano due organi adesivi piccolissimi. I

pezzi della bocca sono situati su un'eminenza ventrale della regione cefalica e si compongono di un labbro superiore con dei palpi labiali, di due mandibole e di quattro mascelle, di cui le due ultime si riuniscono per costruire una specie di labbro inferiore. Sul corpo si inseriscono ordinariamente sei paia di piedi cirriformi pluriarticolati, le cui ramificazioni allungate sono munite di setole e di peli e servono ad attirare le particelle alimentari sospese nell'acqua. L'addome rudimentale porta un lungo cirro, ripiegato sulla faccia ventrale fra i cirri toracici, che è l'organo copulatore maschile. Del resto, nella conformazione del corpo esistono molte modificazioni; non solo il mantello può non calcificarsi mai, e i cirri essere meno numerosi, o anche mancare affatto, ma anche i pezzi della bocca e le membra possono scomparire (*peltogastridi*) e il corpo non rappresentare più che un tubo inarticolato, un sacco o un disco lobato.

I cirripedi hanno un ganglio cerebrale pari e una catena ventrale

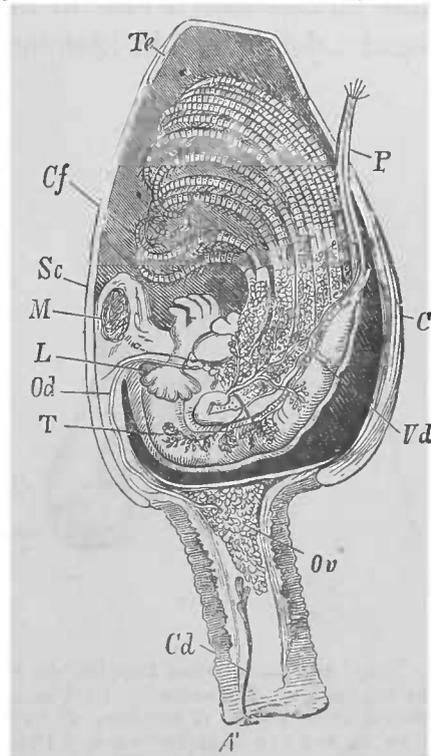


Fig. 431. — Organizzazione della *Lepas*, tolto il tegumento, *Cd* Glandula cementante, e condotto di uscita. *L* Appendici epatiche del tubo digerente, *T* Testicoli, *Vd* Vaso deferente, *Ov* Ovario, *Op* Ovidotto, *Cf* Piede adesivo.

formata in generale da cinque paia di gangli talora fusi in un'unica massa (*balanidi*). Come organo di senso bisogna menzionare la presenza di un occhio doppio, quantunque rudimentale, corrispondente all'occhio impari dei *nauplius*.

Il tubo digerente manca solo ai rizocefali. Nei *lepadidi* e nei *balanidi* si compone di un esofago stretto, di uno stomaco in forma di sacco, che porta parecchie appendici glandulari terminate a fondo cieco (*fegato*) e d'un intestino chilifero allungato, che solo raramente è distinto dal corto intestino terminale (fig. 431). I *rizocefali* (fig. 436 a) che circondano a mo' di filamenti radiciformi i visceri, principalmente il fegato, dei decapodi, mancano affatto di tubo digerente, e aspirano i succhi

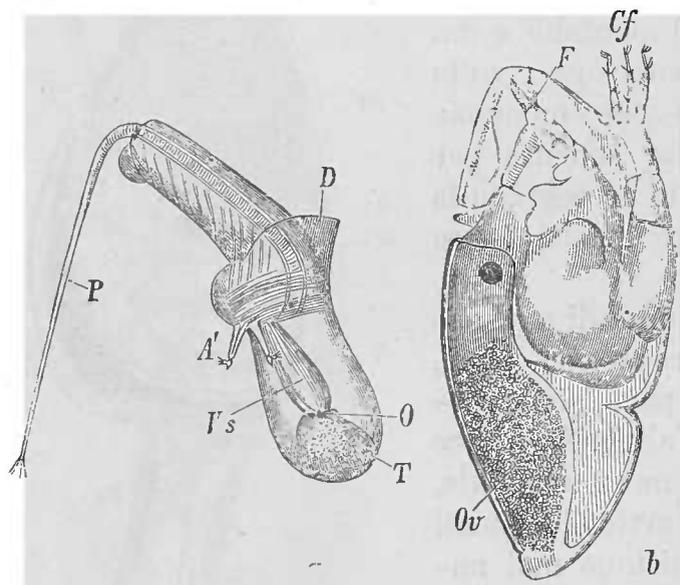


Fig. 432. — *Alcippe lampas*, da Darwin. a Maschio assai ingrandito, T Testicoli, Vs Vescicola seminale, D Duplicatura della pelle, O Occhio, P Pene, A' Antenne; b Femmina in sezione longitudinale, f Piè-mascella, Cf Le 3 paia di piedi adesivi, Ov Ovario.

nutritivi per endosmosi, per mezzo dei prolungamenti radiciformi del loro parenchima (come le *Anelasma* fra i lepadidi). I cirripedi hanno degli organi escretori particolari (glandule cementarie), che sboccano nel disco adesivo delle antenne e col loro prodotto servono a fissare il corpo dell'animale. Il cuore e il sistema vascolare sembrano mancare ovunque. Si considerano come branchie i sacchi che si trovano in molti lepadidi su parecchi cirri, e così pure due la-

melle pieghettate situate sulla faccia interna del mantello dei *balanidi*.

Fatte poche eccezioni, i cirripedi sono ermafroditi. I testicoli sono tubi glandulari arborescenti posti ai lati del tubo digerente. I loro condotti deferenti, allargati in modo da costituire delle vescicole seminali, si estendono fino alla base di un pene cirrifforme, dove si riuniscono in un canale comune eiaculatore, il quale sbocca all'estremità del cirro (fig. 431). Gli ovarî sono situati nei *balanidi* al fondo della cavità del mantello, nella corona del guscio, nei *lepadidi* più profondamente ancora nel peduncolo formato dal prolungamento della testa; i loro ovidotti si aprono, secondo Krohn, sopra un bitorzolo dell'articolo basale dei cirri anteriori (fig. 430 b). Le uova si accumulano fra il mantello e il corpo in grossi sacchi appiattiti a pareti sottili; questi sacchi nei lepadidi sono fissati da una ripiegatura cutanea del mantello, e sono addossati l'uno all'altro sulla faccia dorsale.

Secondo Darwin, malgrado l'ermafroditismo, esistono in qualche

genere (*Ibla*, *Scalpellum*) dei maschi ad organizzazione semplicissima, di forma particolare, i *maschi complementari*, che sono fissati come dei parassiti sul corpo degli individui ermafroditi. Esistono anche dei cirripedi a sessi separati, a dimorfismo sessuale spiccato. Tal'è il caso dello *Scalpellum ornatum* e dell'*Ibla Cumingii*, nonché dei generi notevoli *Cryptophtalus* e *Alcippe* (fig. 432). I maschi di queste forme, non solo sono nani, ma, secondo Darwin, sono anche privi di bocca, di tubo digerente e di cirri. Generalmente su ogni femmina vi è uno o un numero maggiore di maschi.

Già nell'interno della camera incubatrice, le uova subiscono una segmentazione irregolare. Le cellule vitelline chiare si dispongono intorno al vitello nutritivo, sotto forma di una blastosfera, il cui lato ventrale si ingrossa presto considerevolmente (in seguito all'apparizione dell'inizio del mesoderma). All'uscire dall'uovo, le larve hanno la forma di *nauplius* (fig. 432 *a*, *b*); esse sono ovali o piriformi, munite di un occhio frontale impari, di appendici frontali laterali e di tre paia di membra, di cui il primo ha una sola diramazione, e gli altri hanno due diramazioni e portano molte setole.

Dopo parecchie mute, la larva, che è di molto accresciuta, entra in una nuova

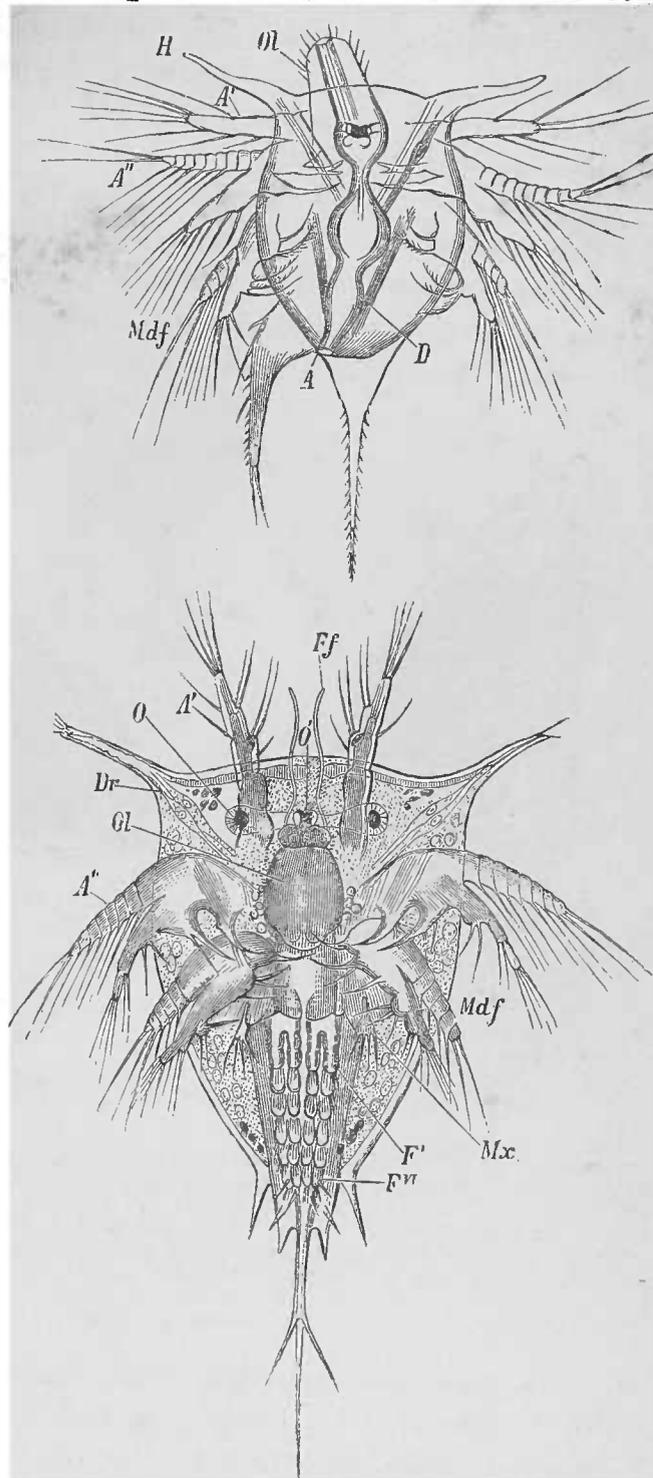


Fig. 433. — *a* Larva più avanzata di cirripede: *Ol* Proboscide con l'apertura boccale *H* Appendici frontali. *D* Intestino, *A* Ano, *A'* *A''* Antenne anteriori e posteriori, *Mdf* Piede mandibolare — *b* Larva metanauplius di *Balanus* prima della muta. Sotto la pelle vi sono gli abbozzi degli occhi laterali *O* e le paia di zampe (da *F*¹ a *F*⁶) della ni-fa. *Ff* fili frontali *O'* Occhio impari, *Dr* Cellule glandulari delle appendici frontali, *A'* Primo paio di antenne col disco adesivo, *Mx* Abbozzo delle mascelle

fase evolutiva, nella fase di *Cypris* o di

ninfa o pupa (fig. 433). La duplicatura del tegumento costituisce allora un guscio bivalve simile a quello dei lamellibranchi, semiaperto sul margine ventrale, in modo che le membra vi possono sporgere. Mentre la forma del guscio ricorda quello degli ostracodi, la struttura del corpo, per la sua segmentazione e per la conformazione delle membra, ricorda meglio i copepodi.

Il paio di membra anteriore della larva *Nauplius* s'è trasformato in antenne adesive, con quattro articoli, di cui il penultimo s'allarga a disco e presenta l'orificio della glandola cementaria; l'ultimo articolo porta, oltre a delle setole tattili, uno o due filamenti olfattori tenui, lanceolati. Due bitorzoli conici, presso il margine anteriore, rappresentano i resti delle appendici frontali. Delle due paia di membra a due rami, quello che

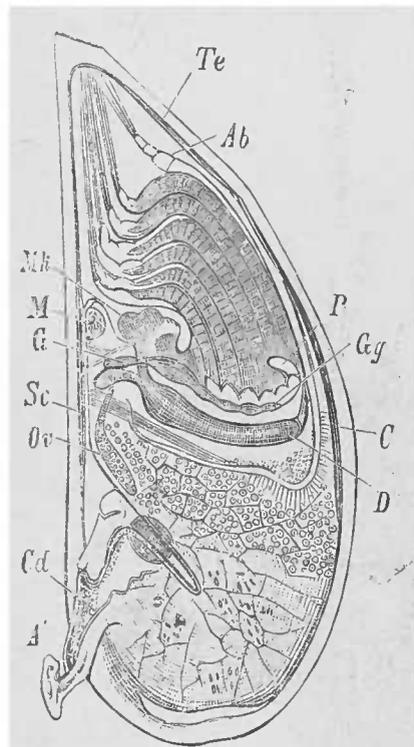


Fig. 434. — Sezione mediana di una *Lepas* (ninfa). A' Antenna adesiva, C Carena, Te Tergo, Sc Scudo, G Cervello, Gg (atena gangliare, Mk Cono boccale, D intestino, Cd Condotta della glandola cementale, Ov Ovario Ab Addome, P Rudimento del pene, M Muscolo adduttore.

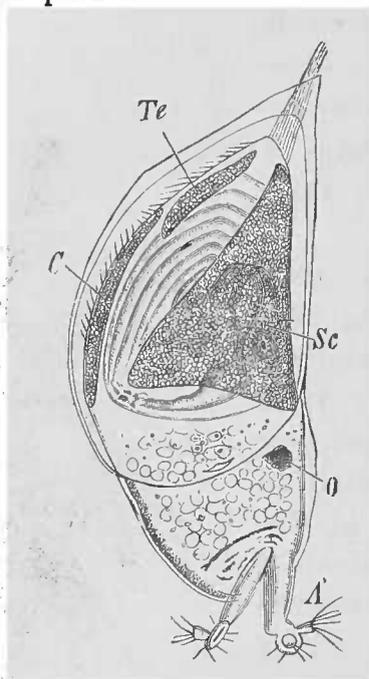


Fig. 435. — Giovane *Lepas* dopo che è uscita dalle due valve cornee e che la parte anteriore del capo (peduncolo), che era curvo durante la fase di ninfa, si è raddrizzato. — C Carena, Te Tergo, Sc Scudo, O Occhio impari, A' Antenne adesive.

corrisponde al secondo paio di antenne è scomparso, il posteriore diventa l'abbozzo delle mascelle superiori sul cono boccale ancora chiuso e nel quale si può ancora notare l'abbozzo delle mascelle inferiori e del labbro inferiore. Dopo il cono boccale viene il torace con sei paia di piedi bifidi simili a quelli dei copepodi e un piccolo addome a tre articoli terminato da articoli forcati e da setole caudali.

La ninfa porta da ogni parte della macchia oculare impari un grosso occhio composto. Essa nuota per mezzo delle sue pale. Non pare che si nutra. I materiali necessari alla sua metamorfosi ulteriore sono accumulati principalmente nella regione cefalica e dorsale, dove costituiscono un corpo adiposo sviluppatissimo.

Dopo aver condotto, per un tempo più o meno lungo, una vita indipendente, e quando le diverse parti del corpo del cirripede sono visibili sotto la pelle, la ninfa si fissa sui corpi stranieri per mezzo delle ventose delle sue antenne ricurve, e la glandola cementaria secerne

una specie di cemento che si indurisce e rende l'adesione intima e durevole. Nei lepadidi la parte della testa situata sopra e tra le antenne adesive si accresce considerevolmente, in modo da sporgere all'esterno dell'involucro tegumentale, sotto cui si vedono per trasparenza i pezzi calcari del guscio definitivo, e, dopo essersi sbarazzata di quest'involucro chitinoso, si trasforma in peduncolo carnoso, in cui è penetrato l'abbozzo degli ovarî (fig. 435). Gli occhi pari della ninfa libera sono scomparsi; la macchia pigmentale impari sussiste. I pezzi della bocca sono differenziati completamente, le pale bifide si sono trasformate in piedi cirriformi corti, ma già pluriarticolati.

I cirripedi abitano il mare; si stabiliscono su corpi stranieri diversissimi, su rocce, crostacei, conchiglie di lamellibranchi, sulla pelle delle balene, ecc.; sono per lo più riuniti in colonie. Alcuni, come le *Lithotrya*, le *Alcippe*, le *Cryptophialidae*, hanno la proprietà di perforare le conchiglie dei lamellibranchi e dei coralli. I *rizocefali* vivono parassiti sui crostacei. In quest'ultimi il corpo prende la forma di un sacco, le membra e il tubo digerente scompaiono, e certi prolungamenti radiciformi assorbono i succhi nutritizi dell'ospite (*decapodi*, fig. 436).

1. *Pedunculata*. Corpo peduncolato con sei paia di piedi cirriformi. Mantello ordinariamente fornito di carena, *scuta* e *terga* (fig. 430 a).

Fam. *Lepadidae*. Peduncolo distinto, senza piastre calcari. Mantello membranoso, avente in generale i cinque pezzi calcari; *scuta* e *terga* situati gli uni dietro gli altri. *Lepas* L. (*Anatifa* Brug.), *L. fascicularis* Ellis (*vitrea* Lam.), dal mare del nord fino ai mari del sud. *L. anatifera* L., diffuso ovunque. *Conchoderma* Olf. (*Otion*, *Cineras* Leach.). *C. virgata* Spengl. spesso fissata sulla carena delle navi. *C. aurita* L. *Anelasma* Darw. Peduncolo con delle escrescenze radiciformi che penetrano nella pelle degli squali. *A. squalicola* Lovén.

Fam. *Pollicipedidae*. Peduncolo poco distinto, munito di peli o di scaglie. Pezzi del guscio fortissimi, numerosi. Gli *scuta* e *terga* si toccano. Talora maschi complementari. *Pollicipes cornucopia* Leach. Oceano e Mediterraneo. *Scalpellum vulgaris* Leach. Mare del Nord

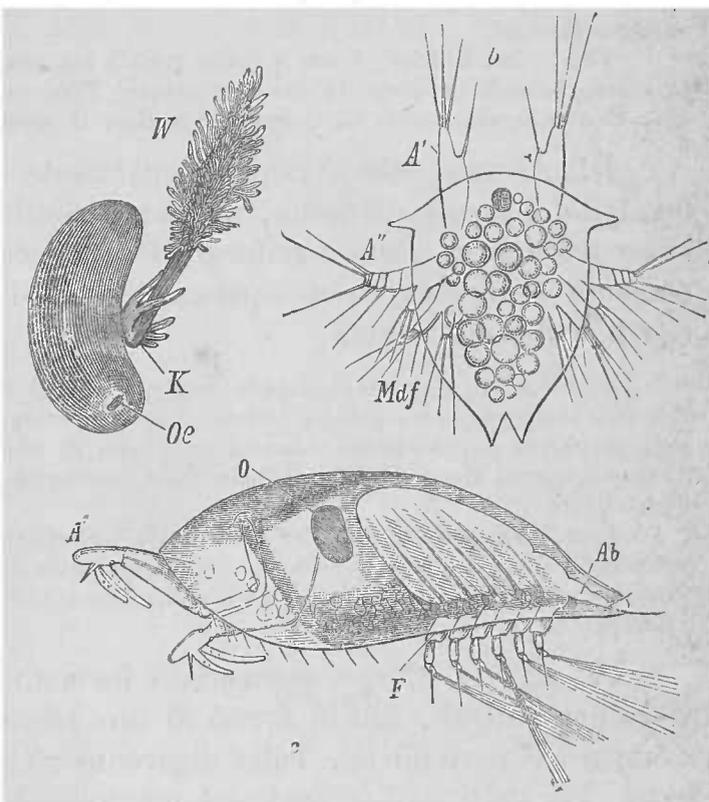


Fig. 436. — a *Sacculina purpurea*, da Fr. Müller. Oe Apertura del sacco del mantello. W Prolungamenti radiciformi, K Loro corona. — b Larva Nauplius di una *Sacculina*. A' A'' Le due paia di antenne. Mdf Zampe mandibolari, c Ninfa di *Lernaediscus porcellanae* (da Fr. Müller. F Le sei paia di zampe, Ab Addome, A' Antenna adesiva, O Occhio.

e Mediterraneo. *Sc ornatum* Gray. Africa meridionale. *Ibla quadrivalvis* Cuv. Sud della Australia. *I. Cumingii* Darw. Filippine. *Lithotrya* Sow.

II. *Operculata*. Corpo con un peduncolo rudimentale o senza peduncolo circondato da una corona testacea esterna, alla cui estremità gli *scuta* e *terga* formano un opercolo ordinariamente mobile, munito di muscoli abbassatori (fig. 430 b).

Fam. *Balanidae*. *Scuta* e *terga* mobili, articolati fra loro. Branchie formate ciascuna da una ripiegatura. *Balanus tintinnabulum* L. Comunissimo; trovato anche allo stato fossile. *B. improvisus* Darw. Nell'acqua salmastra. *Chelonobia testudinaria* L. Sulle tartarughe marine.

Fam. *Coronulidae*. *Scuta* e *terga* mobili, ma non articolati fra loro. Le due branchie sono formate ciascuna da due ripiegature. *Tubicinella trachealis* Shaw, Oceano pacifico. *Coronula balaenaris* L. Oceano Antartico. *C. diadema* L. Oceano Artico.

III. *Abdominalia*. Corpo inegualmente segmentato, circondato d'un mantello a forma di fiasco, avente generalmente nella regione posteriore tre paia di piedi cirriformi. Pezzi boccali e tubo digerente internamente sviluppati. Sessi separati. Parassiti nel guscio calcareo dei cirripedi e dei molluschi.

Fam. *Alcippidae*. Quattro paia di piedi, di cui il primo è palpiforme, i due ultimi indivisi, composti di un piccolo numero d'articoli allungati (fig. 432). Femmine innicchiate nelle conchiglie dei molluschi: maschi nani privi di bocca, di stomaco e di piedi cirriformi. *Alcippe lampas*, Hanc. Nella columella delle conchiglie del *Fusus* e del *Buccinum*, Coste d'Inghilterra.

Fam. *Cryptophialidae*. Tre paia di piedi cirriformi sull'estremità posteriore. *Cryptophialus* Darw. *Cr. minutus* Darw. Nella conchiglia della *Concholepas peruviana*. Coste occidentali dell'America del Sud. *Kochlorine hamata*. Noll. Nei fori della conchiglia dell'*Haliotis*.

IV *Apoda*. Corpo segmentato formato di undici anelli, senza ripiegature palleali, con la forma di una larva d'insetto. Antenne adesive allungate e nastriformi. Tubo digerente rudimentale. Senza piedi cirriformi. Parassiti nell'interno del mantello d'altri cirripedi. Ermafroditi.

Fam. *Proteolepadidae*. Col solo genere *Proteolepas* Darw. *Pr. bivincta*. Darw. Antille.

V. *Rhizocephala* (*Suctoria*) (1) (Da ritenersi come un sottordine).

Corpo non segmentato privo di membra, in forma di tubo o di sacco, con un peduncolo corto e sottile, da cui partono dei filamenti radiciformi ramificati (fig. 436). Questi attraversano il corpo dell'ospite e servono a condurre al parassita i succhi di cui si nutre. Mantello sacciforme, privo di pezzi calcari, con un'apertura stretta. Senza bocca e apparecchio digerente. Testicoli generalmente pari, situati tra gli ovarî

(1) W. Lilljeborg, Les genres *Liriope* et *Peltogaster*. *Nova acta reg. soc. scient. Upsal.*, Ser. 3, Vol. III, 1860. Fr. Müller. Die Rhizocephalen. *Arch. für Naturgesch.* 1862 e 1863. R. Kossmann, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler *Verhandl. der med-phys. Gesellsch.* Würzburg, *Nuova serie*, Vol. IV. Yves Delage Evolution de la Sacculine, etc. loc. cit. *Arch. de Zool. expér.* 2 Ser., Vol. II, 1884. Vi sono ben pochi motivi per sostituire il nome di *Rhizocephali* con quello di *Centrogonidii* proposto da Delage, in quanto che la parte del corpo della larva, che resta e che diventa il parassita, corrisponde effettivamente alla parte anteriore del corpo o testa.

e sbocanti nella cavità incubatrice. Vivono parassiti principalmente sull'addome dei decapodi, di cui circondano i visceri coi loro filamenti radiciformi. La struttura e lo sviluppo sono stati studiati colla maggior cura da Delage sulla *Sacculina carcini*. Secondo quest'autore, la larva, simile a una *Cypris*, si fissa sull'addome dei granchi per mezzo delle antenne adesive, e, per mezzo di un prolungamento del corpo in forma di freccia, penetra nella cavità viscerale dell'ospite, dopo essersi ridotta a un corpo oblungo per l'atrofia del torace e dell'addome e per la caduta della pelle e delle sue appendici (*stadio centrogonico*,

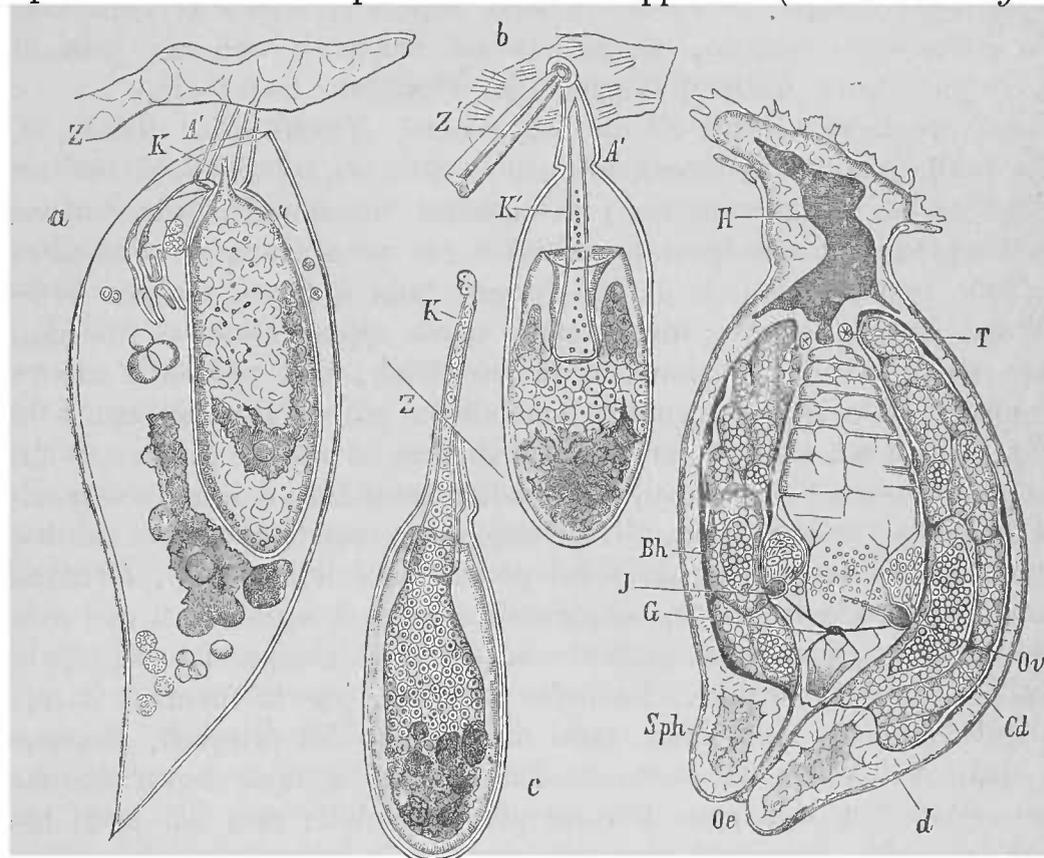


Fig. 437. — Larva della *Sacculina carcini* secondo Delage. *a*. Stadio di *Cypris* dopo la fissazione mercè le antenne adesive (A') sul tegumento (Z); nell'addome del *Carcinus* sotto la pelle si vede la larva centrogonica, K Processo centrogonico. *b* La larva centrogonica dopo caduto il guscio dello stadio di *Cypris*. *c* Stadio successivo, il processo (K) si addentra nell'ospite. *d* Sezione longitudinale attraverso a una *Sacculina*, Oe Apertura cloacale, Sph Sfintere della cloaca, G Ganglio, Bh Cavità incubatrice con ova, T Testicolo, Ov Ovari, H Cavità del peduncolo.

fig. 437 *b*). Il contenuto del tubo passa nel corpo del granchiolino, e, circondato da una cuticola, diventa, nell'interno dell'intestino, una *Sacculina*. La pelle dell'endoparassita sviluppa allora molti prolungamenti radiciformi, e, mentre la sua parte mediana, con l'abbozzo dell'ovario, si gonfia e finalmente sporge all'infuori dopo aver traforato la cuticola dell'ospite, assume la forma di una doppia lamella piatta (membrana basale), donde partono le radici e che resta in comunicazione col resto per mezzo di un peduncolo. Sulla *Sacculina* si sono differenziati ovarii, testicolo, ganglio nervoso, e i muscoli del mantello: l'apertura del mantello si è formata, e lì presso si trovano parecchie forme di *Cypris* considerate come maschi nani (?).

Fam. *Peltogastridae*. *Peltogaster paguri* Rathke. *Sacculina carcini* Thomps. *Lernaeodiscus porcellanae* Fr. Müll. Brasile.

II. SOTTOCLASSE. Malacostraci (Malacostraca).

All'opposto degli entomostraci, i malacostraci presentano un numero costante di segmenti e di paia di membra. La testa ed il torace, che non si possono distinguere in un modo assoluto pel numero variabile delle zampe anteriori trasformate in appendici boccali, si compongono di 13 segmenti e hanno lo stesso numero di paia di membra; l'addome, sempre nettamente distinto, comprende sei segmenti con sei paia di zampe e una piastra (*telson*) formata dal segmento terminale.

Tra i crostacei viventi v'è un solo genere, *Nebalia* (fig. 438 *a, b*), che sia vicinissimo ai malacostraci per la sua organizzazione; ma ne differisce per un maggior numero di segmenti addominali, poichè ai sei segmenti addominali che portano membri se ne aggiungono due altri che ne sono privi, terminati da due lunghi rami a forca. Questa notevole forma, considerata per lungo tempo come appartenente ai fillopodi, ma che realmente è più vicina ai malacostraci, non presenta ancora all'estremità posteriore l'appendice caudale o telson. Probabilmente la *Nebalia* costituisce l'unica forma, giunta fino ai nostri giorni, di un gruppo antichissimo di crostacei, che conduceva al tipo dei malacostraci.

Il capo dei malacostraci, oltre il segmento mandibolare, su cui due paragnati, probabilmente separati dal primo paio di mascelle, formano una sorta di labbro inferiore, comprende sempre i segmenti di due paia di mascelle, che conservano però il carattere di zampe. Le otto paia seguenti di membri toracici, che nella *Nebalia*, per la forma è il numero degli articoli, somigliano assai alle zampe dei fillopodi, possono ancor tutte presentare la stessa conformazione, o una conformazione simile, e possedere due paia di rami pluriarticolati, cioè dei piedi bipedi (*schizopodi*). Tale è la forma fondamentale dei membri dei malacostraci; v'è un tronco biarticolato, un ramo interno a 5 articoli (*endopodite*) e un ramo esterno in forma di flagello (*esopodite*). Sull'articolo basale del tronco vi sono delle appendici allungate come una zampa, talora anche lamellari (*esopodite*), che possono pure rappresentare dei sacchi branchiali di conformazione variabile. Di solito almeno il paio anteriore di membra è trasformato in *piedi-mascelle*, e ha una forma intermedia tra le mascelle e le zampe toraciche. In tal caso la parte anteriore del corpo tutta intiera, compreso il segmento del paio di piedi-mascelle, costituisce la testa, mentre il torace è formato di sette segmenti liberi, ciascuno con un paio di zampe, e l'addome ha sei segmenti con egual numero di zampe (*pleopodi*), più il telson (*artrostraci*). In altri gruppi di malacostraci il paio o le due paia toraciche seguenti si trasformano pure in piedi-mascellari, senza che vi sia una ben chiara

distinzione tra la testa e il torace. Spesso quest'ultimo è coperto, almeno in parte, da una piega in forma di scudo (toracostraci), che corrisponde morfologicamente al guscio dei fillopodi e costituisce una corazza più o meno considerevole, unita colla parete dorsale del torace, su cui i segmenti toracici anteriori e raramente tutti i segmenti del torace possono rimaner liberi. Le paia di zampe addominali sono meno voluminose e generalmente composte di minor numero di segmenti. Essi servono spesso ad agitar l'acqua o a nuotare, talora hanno funzioni accessorie, come piedi ovigeri, o organi copulatori.

I. Leptostraci (Leptostraca) (1).

Malacostraci a guscio bivalve circondante la testa e il torace e con una piastra mobile rostrale, che presentano otto anelli toracici ben distinti e un addome ad otto anelli, terminato da uno stiletto caudale o da due appendici divergenti.

Sul corpo fortemente compresso, coperto dalle valve del guscio, sporgono al disotto della piastra rostrale due occhi pedunculati, mobili, e più in basso le due paia di antenne. L'anteriore porta, sopra uno stelo a quattro articoli, una scaglia marginata di setole e un flagello a parecchi articoli. Lo stelo delle antenne posteriori, formato di tre articoli, si continua pure con un lungo flagello, che, nel maschio, giunge fino all'estremità posteriore del corpo. Le mandibole hanno un palpo triarticolato; le mascelle anteriori sono trilobate, con un palpo lungo e pediforme; le mascelle del secondo paio sono lobate come una zampa di fillopodo. Gli otto segmenti toracici, nettamente distinti, portano uno stesso numero di zampe lamellari con una diramazione interna, una diramazione esterna e un'appendice branchiale (fig. 409 *Ep*). I quattro segmenti anteriori allungati dell'addome portano dei piedi biramati simili a quelli degli anfipodi. La parte posteriore dell'addome, non coperta dal guscio, la quale presenta ancor dei rudimenti di zampe su due segmenti, si restringe verso l'estremità e si termina con due lunghe appendici divergenti marginate di setole (fig. 438).

Il sistema nervoso si compone di un grande cervello bilobo e di una catena ventrale allungata con 17 paia di gangli, di cui solo i sei ultimi, posti nell'addome, sono separati da lunghe commisure. All'esofago segue lo stomaco, fissato da muscoli ai tegumenti, con serie di setole e piastre masticatorie. L'estremità anteriore dell'intestino ha dei tubi epatici, due corti diretti in avanti, e sei lunghi che attraversano

(1) Oltre le citate opere di Leach, Latreille M. Edwards, vedi C. Claus, *Crustaceensystem* loc. cit. Wien, 1876. Packard, *The order Phyllocarida and its systematic position. A Monograph of the Phyllopod Crustacea, etc.* Boston 1883. G. O. Sars, *Report on the Phyllocarida. Challenger Exp.*, Vol. XIX, 1887. C. Claus, *Ueber den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken. Arbeiten des zool. Inst. Universität Wien*, Vol. VIII, 1888.

il corpo. L'intestino terminale breve, fissato da muscoli dilatatori, comincia con un fondo cieco diretto all'avanti; il suo orificio, coperto da due piastre triangolari di chitina, è posto tra le due appendici divergenti. Esiste una glandola antennale, ma manca la glandola del guscio. Il cuore allungato si estende nel torace e nella parte anteriore all'ad-

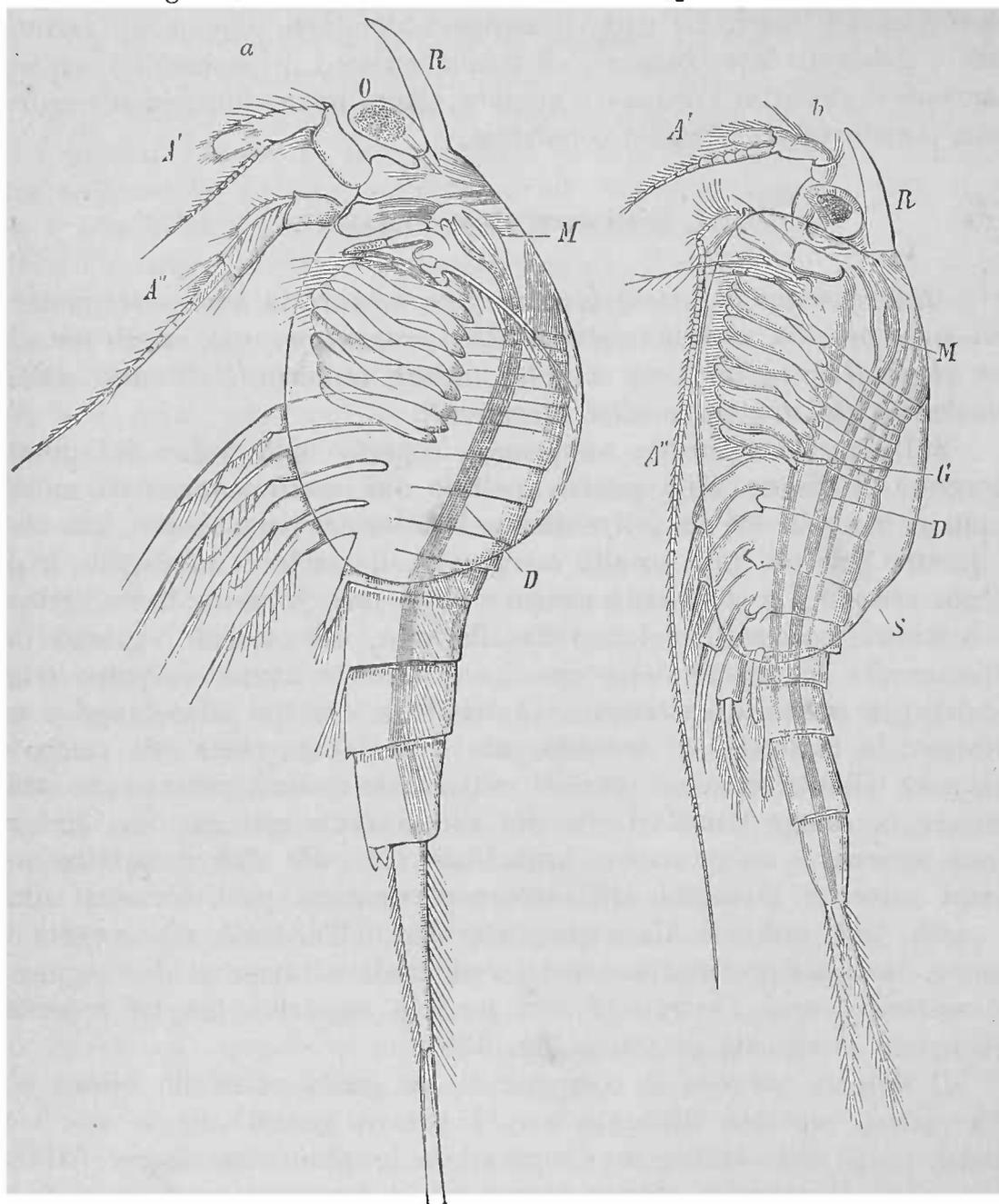


Fig. 438. — *Nebalia Geoffroyi*, assai ingrandita, *a* femmina, *b* maschio, *R* Piastra rostrale, *O* Occhio peduncolato, *A'* *A''* Antenne, *M* Stomaco anteriore, *D* Intestino, *S* Guscio, *G* Vaso deferente.

dome; possiede tre grandi e tre piccole paia di orifici venosi. La sua estremità anteriore e la sua estremità posteriore si continuano con una aorta. Il sangue si muove regolarmente nella cavità del corpo e nelle strette lacune vascolari del guscio. Fa d'uopo notare inoltre la presenza di un grande muscolo adduttore, corrispondente al muscolo adduttore degli ostracodi.

Gli ovarî e i testicoli sono tubi allungati, situati ai lati dell'intestino, nel torace e nell'addome; i canali escretori dei primi sboccano sul terz'ultimo segmento toracico, i canali escretori dei secondi sull'ultimo segmento. Il maschio si riconosce facilmente ai peli olfattori accumulati sulle antenne anteriori e alla grande lunghezza delle antenne posteriori. La femmina porta le ova tra le zampe toraciche e il guscio.

Lo sviluppo comincia con una segmentazione parziale e presenta grandi analogie con quello delle misidi. I giovani, dopo lo sbucciamento, hanno un guscio rudimentale, e pure rudimentale è il 4.° paio di pleopodi.

Le nebalie appartengono ai crostacei marini; si nutrono di materie animali e hanno grande resistenza vitale.

Fam. *Nebalidae*. *Nebalia* Leach. *Nebalia Geoffroyi* M. Edw. Adriatico e Medi terra neo. *N. bipes* Fabr. Groenlandia. *Paranebalia* Cls., *P. longipes* W. Suhm. *Nebaliopsis* G. O. Sars. *N. typeia*.

Sono uniti in parentela ai leptostraci i *ceraziocaridi* paleozoici, da ascrivere agli archeostraci, i quali hanno grandi dimensioni, grosse valve, parte posteriore del corpo con molti articoli, una parte caudale munita di tre o più aculei.

Nulla pur troppo si può dire di certo sulla organizzazione interna di queste forme paleozoiche e sulle loro membra, perchè non ne abbiamo che resti assai incompleti. Questi animali vivevano nel mare o nell'acqua salmastra. Gli aculei laterali mobili del *telson* sembrano corrispondere a dei membri.

Fam. *Ceratiocaridae*. *Ceratiocaris* M'Coy *C. papilio* Salt., siluriano superiore. *Dicryocaris* Salt., siluriano superiore. *Hymenocaris* Salt., Schisti cambriani a lingua.

2. Artrostraci (Arthrostraca) (1).

Malacostraci con occhi laterali sessili, per lo più con sette, raramente con sei o meno segmenti toracici distinti, e altrettante paia di zampe, senza duplicatura del guscio.

La parte anteriore distinta del cefalotorace, detta ordinariamente la testa, porta quattro antenne, due mandibole, due paia di mascelle e un paio di zampe mascellari o mascelle accessorie, in tutto sei paia d'appendici. La piccola lamella biloba dei paragnati, dietro il paio di mandibole, indicherebbe il limite del segmento *primario* della testa, che comprende solo le tre paia d'appendici della forma *nauplius*.

La testa è di regola seguita da sette anelli toracici liberi portanti un egual numero di paia di zampe disposte per rampicare o per nuo-

(1) Oltre le opere di Latreille, M. Edwards, Dana e altri, vedi Spencet Bate e J. O. Westwood, A History of the British sessile-eyed Crustacea. Vol. I e II, London, 1863-68. G. O. Sars, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania, 1867. Y. Delage. Contributions à l'étude de l'appareil circulat. des Crustacés édiophtalmes marins. *Arch. de zool. exp. e gén.* Vol. IX, 1881.

tare (fig. 439 a). Raramente il loro numero è ridotto a sei (*Tanais*) o a cinque (*Anceus*). In questo caso, il primo o i due primi anelli toracici si sono riuniti alla testa per formare un cefalotorace più grande. Allora può presentarsi (*Tanais*) una piccola ripiegatura testacea con una cavità branchiale. Le zampe dei segmenti toracici liberi sono prive di esopodite e sono per lo più zampe prensili o ambulatorie, formate da sette articoli. Spessissimo l'articolo basale è diventato il pezzo laterale del segmento (epimero), da cui è spesso separato per mezzo di un solco. In altri casi esso ha completamente perduto la forma di un articolo, e la zampa pare allora composta da sei articoli con un articolo terminale a forma di artiglio.

L'addome comprende in generale sei segmenti portanti delle zampe e una lamella semplice o bifida, priva di membra, che rappresenta l'articolo terminale. Il numero dei segmenti dell'addome e delle paia di zampe può essere minore (*isopodi*); tutt'intero l'addome può anche essere ridotto a un'appendice rudimentale inarticolata (*Laemodipodae* fig. 441).

Il *sistema nervoso* si compone del cervello, di una catena ventrale ordinariamente formata di parecchie paia di gangli, i cui cordoni sono ben distinti ed i gangli bene separati. Si dimostrò anche negli isopodi l'esistenza di un nervo viscerale impari. I due occhi sono sempre composti, a cornea liscia o faccettata e sessili, mai pedunculati. Le antenne anteriori portano dei filamenti olfattori tenui numerosissimi, massime nei maschi.

Per *tubo digerente* si trova un esofago corto, diretto dal basso all'alto; esso conduce ad uno stomaco largo, rinforzato da solide lamine cornee e spesso armato di grosse piastre chitinose. È seguito da un lungo intestino munito di due o tre paia di tubi epatici. La parte terminale dell'intestino, a cui possono essere annesse due o tre glandule funzionanti assai probabilmente come organi urinari, sbocca all'estremità posteriore del corpo. La glandula antennale si apre sull'articolo basale delle antenne posteriori, spesso all'estremità di un bitorzolo conico. Esiste sempre un cuore, ora tubolare e occupante tutta la lunghezza del torace (*anfipodi*, fig. 440), ora situato nell'addome e a forma di sacco (*isopodi*). Nel primo caso le branchie sono appendici di zampe toraciche; nel secondo caso sono le diramazioni interne dei pleopodi. Il sangue esce dal cuore per un' aorta anteriore e un' aorta posteriore e anche, per lo più, per delle arterie laterali. I vasi versano il sangue nella cavità viscerale, donde esso ritorna per correnti determinate e rientra nel cuore da fenditure laterali.

I sessi sono separati. I maschi si distinguono frequentemente dalle femmine per la trasformazione di certe parti delle membra in ganci, per lo sviluppo maggiore dei filamenti olfattori sulle antenne anteriori, per la posizione degli organi genitali e per l'esistenza di organi di accoppiamento. Più raramente le differenze sono abbastanza pronunciate.

da produrre un vero dimorfismo (*Bopyrus*, *Praniza*). Gli organi genitali si aprono nella parte posteriore del torace o alla base dell'addome, nelle femmine sempre sul terz'ultimo paio di zampe toraciche o tra le zampe addominali del primo paio (*isopodi*). Gli ovarî sono due tubi semplici o ramificati aventi ciascuno un ovidotto. I testicoli sono pure composti di un paio (*anfipodi*) o di più paia di tubi (*isopodi*), i cui condotti deferenti restano ora separati, ora si riuniscono per formare un organo copulatore, a cui possono aggiungersi delle appendici delle zampe che concorrono pure all'accoppiamento. Le uova mature sono di regola portate dalle femmine in camere incubatrici, a formare le quali servono delle appendici lamellari delle zampe toraciche. Lo sviluppo ha luogo in generale senza metamorfosi, però non è raro che la forma del corpo e le membra siano differenti nel giovane e nell'adulto (*Phronima*); talora anche, dopo la nascita, il numero dei segmenti e delle membra può essere ancora incompleto (*isopodi*). Si trovano degli artrostraci fossili nell'oolite (*Archaeoniscus*). Il genere *Prosoponiscus* è permiano, il genere *Amphipeltis* devoniano.

I. ORDINE. Anfipodi (Amphipoda) (1).

Artrostraci a corpo compresso lateralmente, con branchie sulle zampe toraciche. Addome allungato, i cui tre primi segmenti portano delle zampe natatorie, e i tre ultimi delle zampe saltatrici dirette all'indietro.

Gli anfipodi sono piccoli artrostraci, lunghi pochi pollici (*Lysianassa magellanica*), che si muovono nell'acqua principalmente nuotando, e anche saltando. La loro testa (cefalotorace), ora piccola (*crevettini* fig. 439 a), ora grande e assai gonfia (*iperini* fig. 440), è nettamente distinta dal torace e solo nel gruppo aberrante dei lemopodidi è fusa col 1.º dei 7 segmenti toracici (fig. 441).

Le due paia di antenne si compongono generalmente di un tronco breve e di un lungo flagello pluriarticolato, che può essere più o meno atrofico. Le anteriori, assai più lunghe nel maschio, hanno frequentemente un breve flagello accessorio, e presentano nella loro conformazione una grande diversità. Negli iperini femmine, esse sono assai brevi, nei maschi invece sono lunghe, e munite di numerosi peli olfattori. Le an-

(1) Spence Bate, Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum. London 1862. E. Van Benedene Em. Bessels, Mémoire sur la formation du Blastoderme chez les Amphipodes, ecc. Bruxelles 1858. C. Claus, Der Organismus der Phronimiden. *Arb. aus dem zool. Institut der Univ. Wien*, Vol. II, 1879. O. Nebeski, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. *Arb. aus dem zool. Institut. Wien*, 1881. Paul Mayer, Caprelliden. Leipzig, 1882. C. Claus, Die Platysceliden. Wien 1887. Thomas R. R. Stebbing, Report of the Amphipoda collected by H. M. S. Challenger, ecc. 1883.

tenne posteriori sono frequentemente più lunghe delle anteriori; nei tifi di maschi sono ripiegate a zig-zag, e nei corofidi sono trasformate in appendici simili a zampe. Tranne nella femmina, esse possono essere ridotte all'articolo basale (*Phronima*, fig. 440 a).

Le mandibole sono forti piastre masticatorie con margine tagliente e denticolato, con un'appendice masticatrice inferiore e spesso con un palpo triarticolato, sebbene talora atrofizzate. Egualmente le mascelle anteriori bilobe portano di solito un breve palpo biarticolato, mentre

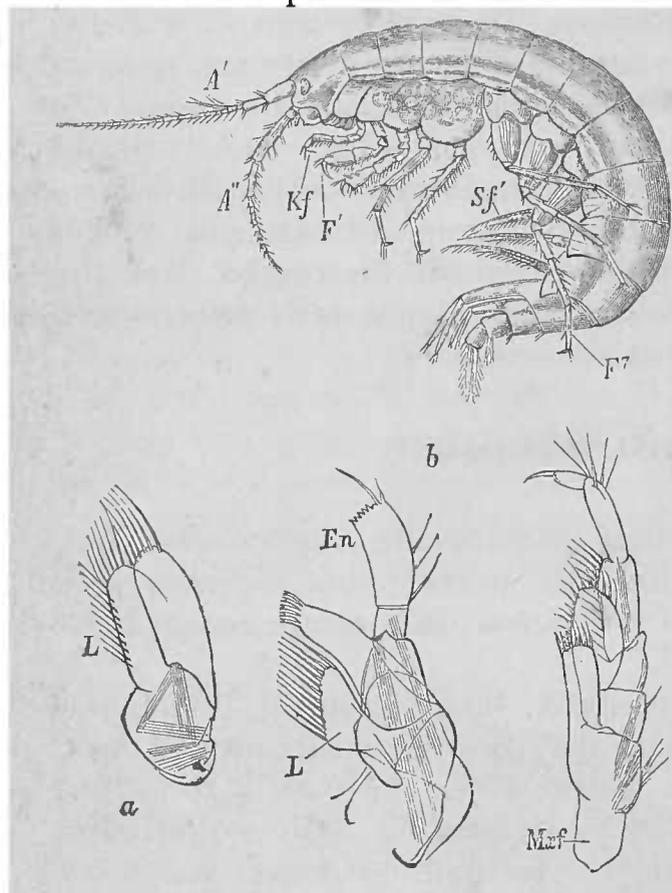


Fig. 439. — a. *Gammarus neglectus*, da G. O. Sars, con ova fra le lamine incubatrici toraciche, A' A'' Antenne, Kf Piede mascellare, Da F¹ a a F⁷. Sette paia di zampe sul torace, Kf' Primo piede-notatoio dell'addome. — b Mx' Prima mascella, Mx'' Seconda mascella, Mf Piede mascellare di *Gammarus*.

le mascelle del 2.^o paio si compongono di due lamine ovali assai grandi, poste sopra una base comune. I piedi mascellari si fondono in modo da costituire una specie di labbro inferiore, che talvolta è trilobo (iperini), talvolta porta sopra un palpo basale comune un paio interno e un paio esterno di lamine cornee, di cui l'ultima appartiene all'articolo basale dell'endopodite assai sviluppato, composto di 5 articoli e aventi spesso la forma di una zampa (crevettini e lemodipodi).

Fungono da branchie dei tubi a pareti sottili che sono fissati sull'articolo coxiale delle zampe toraciche; i moti attivi delle zampe natatorie dell'addome producono intorno a essi una corrente d'acqua costante. Nella fem-

mina esistono anche, a lato delle branchie, delle appendici epipodiali in forme di lamelle, che si riuniscono sotto il torace, e formano una tasca incubatrice.

I maschi si distinguono dalle femmine non solo per l'assenza di queste lamelle, ma soprattutto per lo sviluppo degli uncini e delle pinze delle zampe toraciche anteriori, come pure per la conformazione differente delle antenne (fig. 440 b).

Le uova, penetrate nella cavità incubatrice, vi si sviluppano, difese dal corpo materno. Talvolta il vitello subisce una segmentazione totale (*Gammarus locusta* e altre specie marine), talora si forma, dopo la

segmentazione superficiale, uno strato periferico di cellule, donde proviene, sotto la membrana vitellina, una membrana blastodermica cuticolare (*G. pulex*). Poi si sviluppa una striscia primitiva ventrale, e sul dorso, sotto il cosiddetto micropilo, un particolare organo globoso, l'abbozzo della glandula cervicale, che esiste solo nel periodo embrionale. Le paia di zampe appaiono successivamente dall'avanti all'indietro sulla faccia ventrale dell'embrione. Il giovane, uscito dall'uovo, possiede già solitamente tutte le paia di membri, e offre nei suoi tratti essenziali la conformazione dell'animale adulto; solo il numero degli articoli e la struttura delle zampe presentano qualche differenza. Solo negli iperini le zampe addominali possono mancare, e le modificazioni che presenta il corpo sono sì grandi, che si attribuisce a questi animali una metamorfosi.

Gli anfipodi vivono generalmente nell'acqua dolce e nell'acqua salata. Un fatto interessantissimo è la presenza di specie artiche nei mari della Svezia e della Norvegia. Alcune abitano in tubi (*Cerapus*), altre in gallerie scavate nel legno (*Chelura*). Notevoli per mole sono le specie di mare profondo, come un gammaride vicino al genere *Iphimedia* e il *Cystosoma Neptuni*

(iperide), che sono lunghe parecchi pollici. Gli iperini abitano principalmente negli animali marini a tessuti trasparenti, soprattutto nelle meduse, e, come la *Phronima sedentaria*, possono essere domiciliati con tutta la loro prole nei difidi e nei pirosomi, di cui divorano le parti interne. I ciamidi, tra i lemodipodi, sono parassiti sulla pelle delle balene.

I. Sottordine. — *Laemodipoda*. Anfipodi col paio anteriore di zampe posto sotto la gola, e con addome rudimentale.

Il primo dei sette segmenti toracici è più o meno intimamente sal-

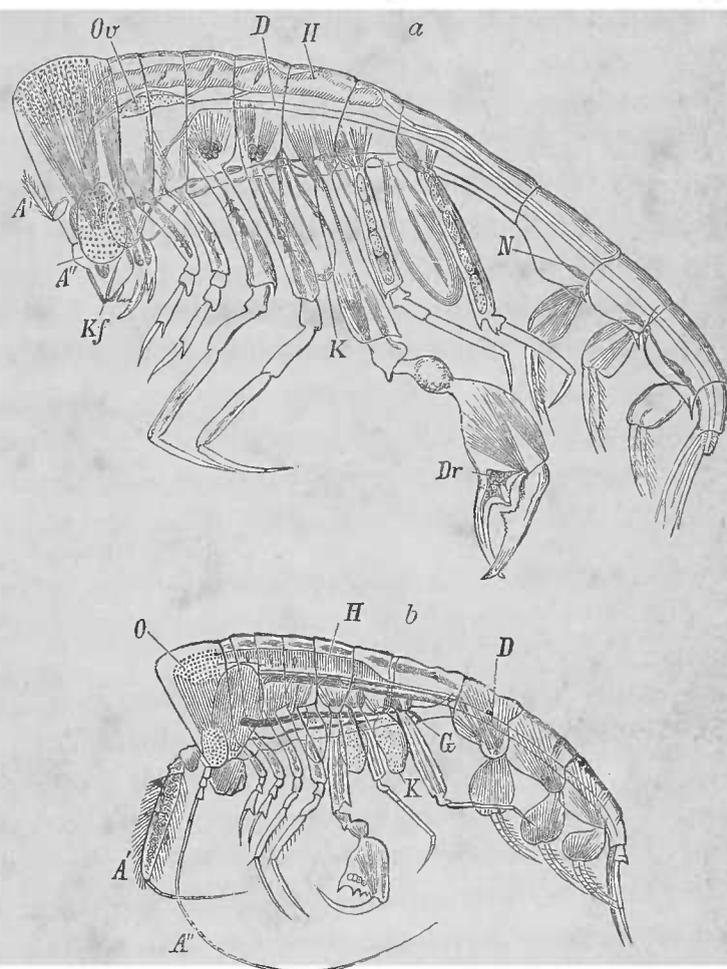


Fig. 410. — *Phronima sedentaria*. a femmina, b maschio. O Occhio, A' A'' Le due paia di antenne, Kf Mascella, D Intestino, H Cuore con l'aorta, K Branchie, N Sistema nervoso, Dr glandule nella tenaglia del 5° paio di piedi, Ov Ovario, G Apertura sessuale.

dato con la testa, in modo che il paio di zampe che gli è attaccato si trova posto sotto il collo (fig. 441). I piedi mascellari sono trasformati in un labbro inferiore quadrifido con lunghi endopoditi. I sacchi branchiali esistono ordinariamente sul terzo e sul quarto segmento toracico, le zampe dei quali sono spesso atrofizzate, o sono ridotte all'articolo basale rudimentale e non distinto dal segmento che lo porta. Le zampe sono terminate da artigli. Nel maschio l'artiglio delle zampe del primo segmento toracico libero è più forte che nella femmina. L'addome è piccolo, ridotto ad un tubercolo privo d'appendici.

Caprella linearis L. Corpo allungato, lineare; vive in colonie di idroidi e di briozoi, di cui si nutre. *C. aequilibra* Sp. B. Mediterraneo (fig. 441) *Cyamus ceti* L. Corpo largo e appiattito. Addome affatto rudimentale. Parassita sulla pelle dei cetacei.

II. Sottordine. — *Crevettina*. Anfipodi con testa piccola, con occhi piccoli e con piedi mascellari composti di più articoli aventi la forma di zampe ambulatorie.

Le due paia di antenne sono lunghe, a parecchi articoli, e più grandi nel maschio che nella femmina. Ordinariamente le antenne superiori o

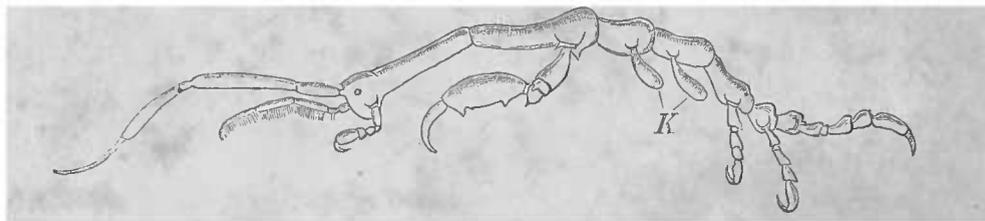


Fig. 441. — *Caprella aequilibra* (maschio), da Mayer.

anteriori sono, come nel *Gammarus*, le più lunghe e, sopra uno stelo pluriarticolato, a lato del flagello, portano un piccolo flagello accessorio (fig. 439 a). Peraltro si può avere il contrario, come nel *Corophium*, le cui antenne posteriori sono allungate e a forma di zampa. I piemascelle sono sempre saldati alla loro base, e formano un grande labbro inferiore, ordinariamente con quattro lobi e due endopoditi conformati come zampe. L'articolo cosciale delle zampe toraciche si trasforma in una larga piastra *epimerica*. L'addome ha sempre i suoi anelli in numero completo. Le tre ultime paia di zampe addominali (*uropodi*) sono bene sviluppate e spesso allungate e stiliformi. I crevettini presentano una considerevole quantità di forme, principalmente nei mari freddi.

Fam. *Corophiidae*. Corpo non compresso lateralmente. Antenne inferiori più o meno somiglianti a zampe. Articolo cosciale delle zampe spesso piccolissimo. Costruiti in generale per camminare. *Corophium longicorne* Fabr., coste del mare del Nord; si sprofonda in gallerie nel limo. *Cerapus tubularis* Say, vive in tubi. *Podocerus variegatus* Leach., coste di Inghilterra. *Cherula terebrans* Phil. insieme alla *Limnoria lignorum* rode le tavole e i pali coperti dal mare. Mare del Nord e Mediterraneo.

Fam. *Orchestiidae*. Antenne anteriori generalmente corte, sempre prive di rami accessori. Ultimo paio di uropodi semplice e più corto di quello che lo precede. Vivono sulle spiagge marine, nella sabbia, e si muovono più saltando che nuotando. *Talitrus saltator* Mont. = *T. locusta* Latr. Sulle rive sabbiose dei mari d'Europa. *Orchestia littorea* Mont. Mare del Nord.

Fam. *Gammaridae*. Antenne anteriori aventi spesso un ramo accessorio, sempre più lungo che lo stelo delle posteriori. Lamelle cosciali delle quattro paia di zampe anteriori assai larghe. Si muovono più nuotando che saltando. *Gammarus pulex* L. *G. fluviatilis* Rös. Forme d'acqua dolce. *G. marinus* Leach. Nel *Niphargus* Schiödte cieco, i coni cristallini e il pigmento oculare mancano. *N. puteanus* Koch. Nei pozzi profondi e nei laghi (lago di Ginevra). *Lysianassa Costae* M. Edw. Mediterraneo, *L. atlantica* M. Edw. *L. magellanica* Lillj.

III. Sottordine. — *Hyperina*. Anfipodi con testa grossa, fortemente rigonfia, con occhi voluminosi, ordinariamente due laterali e uno all'estremità della testa, e un paio di piè-mascelle rudimentali funzionanti da labbro inferiore.

Le antenne sono ora corte e rudimentali, ora di una grandezza considerevole, e, nel maschio, allungate a flagello pluriarticolato (*Hyperidae*). Le antenne posteriori possono essere ridotte, nella femmina, all'articolo basale contenente il sacco glandulare (*Phronima*) (fig. 440), nel maschio sono ripiegate a zig-zag come un metro tascabile (*Platyscelidae*). Può esserci nel cervello una vescicola uditoria pari (*Oxycephalus*). I piedi mascellari formano, per riduzione degli endopoditi, un piccolo labbro inferiore bilobo o trilobo. Le paia di zampe sono terminate in parte da una forte mano prensile o da una pinza. Le appendici caudali sono ora lamellari; ora stiloidi. Lo sviluppo presenta una metamorfosi. Gli iperini vivono principalmente nelle meduse e nuotano con agilità.

Fam. *Hyperidae*. Testa sferica, quasi interamente occupata dagli occhi. Le due paia di antenne con uno stelo pluriarticolato, e nel maschio con un lungo flagello. Mandibole con un palpo triarticolato. Quinto paio di zampe ordinariamente simile al sesto ed al settimo, con un articolo terminale in forma di articolo. *Hyperia* (*Lestrignus* Edw.) *medusarum* O. Fr. Müll. (*H. galba* Mont. = *H. Latreillii* Edw.). Il maschio è il *Lestrignus exulans*. Kr. Mare del Nord.

Fam. *Phronimidae*. Testa grossa con un rostro sporgente e un grosso occhio diviso. Antenne anteriori corte bi- o triarticolate nella femmina, nel maschio aventi un lungo flagello a quattro articoli e uno stelo coperto di peli olfattori. Zampe toraciche in parte armate di artigli potenti. *Phrosima nicaceensis* Edw. *Phronima sedentaria* Forsk. La femmina vive con la sua progenitura nell'interno dei pirosoimi e dei dididi (fig. 440). Mare Mediterraneo.

Fam. *Platyscelidae*. Le due paia di antenne nascoste sotto il capo, nel maschio con uno stelo fortemente rigonfio, munito di fasci di peli olfattori e di un flagello corto, sottile, composto di pochi articoli. Antenne posteriori nel maschio lunghissime, ripiegate tre o quattro volte a zig-zag, nella femmina corte e dritte, talora rudimentali. Articoli basali del quinto e del sesto paio di zampe per lo più allargati in grandi lamelle ricoprenti il torace. Settimo paio generalmente rudimentale. *Eutyphis* (*Typhis* Risso) *ovoides* (Risso). *Platyscelus serratus* Sp. Bate. Mediterraneo. *Oxycephalus piscator* Edw. Oceano indiano.

ICB - BIBLIOTECA
LIVRARIA *Excellente*
N. E. *PO64/72*
DATA *22.3.73*
PREÇO *144,00 (20.)*
N.º TOMBO *275 - v.1*

DEDALUS - Acervo - ICB

QL45
C616m
18-?
v.1

Manuale di zoologia.



12100002692

SYS:0294020

BIBLIOTECA
LIVRO
AUTOR
DATA
PREÇO
N.º TOMBO

