

MARIA CARMELA VACCARO

**LA VITA
IN UNA GOCCIA D'ACQUA**

Si ringraziano Chiara Campanella e Francesco Aliberti per la disponibilità e la collaborazione alla realizzazione di questo volume.

© CUENsrl 1999
in Area Industria della Cultura
via Coroglio 156 - 80124 Napoli
tel. 081 7352442 fax 081 2301044
e-mail: cuen@zeus.idis.unina.it

Sommario

Introduzione	5
--------------	---

PARTE PRIMA L'acqua e i suoi microscopici abitanti

1. La vita in una goccia d'acqua	9
2. Classifichiamo le forme di vita	11
3. Il piccolissimo diventa grande. Il microscopio ottico	15
4. Inquinamento, autopurificazione, qualità dell'acqua	17
5. Inquinamento organico: tipologie delle acque	19
Acque estremamente inquinate	19
Acque molto inquinate	20
Acque mediamente inquinate	20
Acque pure, poco inquinate	21

PARTE SECONDA I microrganismi d'acqua dolce: conosciamoli più da vicino

1. Regno Monera	25
Phylum batteri	25
Phylum cianophyta	30
2. Regno protista	33
Phylum crisophyta	33
Phylum sarcomastigophora	37
Subphylum mastigophora	41
Phylum ciliophora	49
3. Regno animalia	59
Phylum rotifera	59
Phylum nematoda	63
Phylum anellida	66
Bibliografia consigliata	69

Introduzione

Una sola goccia d'acqua può nascondere un microcosmo straordinariamente vario.

Ma a quale tipo d'acqua ci si riferisce? Certamente non all'acqua potabile che è appositamente filtrata, chimicamente purificata e a volte clorata in modo da non contenere alcun tipo di organismo vivente. Piuttosto dobbiamo rivolgere la nostra ricerca all'acqua dello stagno del giardino o delle pozzanghere, all'acqua di scolo domestico, all'acqua dove hanno soggiornato a lungo fiori recisi, ai detriti di resti di piante e foglie in putrescenza, insomma, a quel tipo d'acqua così poco attraente per colore e odore.

Un mondo invisibile a occhio nudo, ricco di una moltitudine di forme (batteri, alghe, funghi, ciliati) appartenenti a gruppi differenti del mondo animale e vegetale e di notevole bellezza tanto da destare il desiderio in chi le osserva di conoscere il loro nome, le caratteristiche strutturali, come vivono o come si riproducono. Per la maggior parte di essi non esiste un nome comune, ma sono stati attribuiti nomi scientifici in latino o greco riferendosi alle caratteristiche più appariscenti o al loro modo di vita.

Questa raccolta vuole dare la possibilità ad appassionati di tutte le età di conoscere l'esistenza di questo microcosmo e dei suoi abitanti e, perché no, anche stimolare i più curiosi a munirsi di retini, provette e recipienti di vetro per partire alla raccolta di piccoli campioni d'acqua, alla ricerca di queste comunità di microrganismi. A tal proposito è bene dare qualche piccolo consiglio, ricordando che tutti gli organismi vanno osservati nella loro acqua e non bisogna aggiungerne di altro tipo soprattutto di rubinetto perché potrebbe essere dannosa alla sopravvivenza delle forme viventi individuate. Inoltre è meglio riempire a metà i barattoli di vetro utilizzati per le campionature d'acqua, in modo da lasciare nella parte superiore l'aria per la respirazione. Questi piccoli esseri unicellulari sono sensibili a forti sbalzi di temperatura, quindi è bene trasportare i campioni prelevati in borse termostate o in scatole di polistirolo. Chi volesse fare osservazioni sul campo può munirsi di una buona lente di ingrandimento o di un piccolo microscopio, oltre che di pipette contagocce con cui aspirare l'acqua e di vetrini su cui disporre il campione.

Studiare i microrganismi che vivono nell'acqua ci offre numerose possibilità quali: osservare le forme e riconoscerle, confrontare le caratteristiche dei gruppi, studiare le relazioni tra gli individui della comunità e potrebbe essere anche di utilità per stabilire il grado d'inquinamento organico di un corso d'acqua. Infatti, molti esseri viventi possono prosperare in acque di qualità variabile, mentre altri sono strettamente legati a particolari condizioni ambientali e proprio questi ultimi possono essere considerati dei bioindicatori. Infatti, la capacità di distinguere le specie osservate e l'esatta conoscenza degli organismi e delle loro associazioni è un presupposto fondamentale per poter stabilire il grado di inquinamento dell'acqua esaminata. Va comunque precisato che il ritrovamento di un'unica specie caratteristica e di pochi esemplari non è molto significativo perché un'analisi affidabile presuppone la presenza di numerosi organismi segnalatori di diverse specie.

PARTE PRIMA

L'acqua e i suoi microscopici abitanti

In questa prima parte parleremo del variegato microcosmo che si nasconde in una goccia d'acqua, di quali mezzi o strumenti utilizzare per riconoscerlo e identificarlo ed inoltre delle finalità dell'esame biologico delle acque.

La vita in una goccia d'acqua

In tutte le raccolte d'acqua che non siano avvelenate da inquinanti chimici o presentino elevate quantità di detriti organici, vivono piccoli organismi. Nelle pieghe delle foglie, nelle vasche delle fontane pubbliche, negli stagni ricchi di vegetazione, nei laghi poco profondi, nelle acque putride con materiale vegetale lasciato a macerare e perfino nelle pozzanghere, si sviluppano comunità di microrganismi adatti a queste condizioni ambientali. Proprio in questo tipo d'acqua spesso di colore brunastro, fangoso e a volte maleodorante, possiamo trovare un mondo di microrganismi estremamente vario ed affascinante.

In una sola goccia d'acqua si può scoprire un mondo di organismi molto differenti tra loro, quali: ciliati, diatomee, flagellati, alghe verdi e rotiferi. Essi hanno in comune solo le minuscole dimensioni.

Molti possono essere i motivi che spingono a conoscere questo microcosmo ed i suoi abitanti. Si può semplicemente goderne la bellezza e l'abbondanza delle forme; oppure cercare di riconoscerle e classificarle o, ancora, osservare l'organizzazione e le relazioni esistenti fra individui così diversi, notare che essi si presentano sotto forma di associazioni in cui una specie è preda dell'altra, e quindi ciascuna dipende dall'altra. I batteri decompongono i resti organici e, così facendo, mettono le risultanti sostanze nutritive a disposizione delle alghe; i ciliati fagocitano i batteri e le alghe e servono a loro volta da nutrimento a rotiferi e a piccoli crostacei. Residui organici e interi organismi morti sono lasciati alla decomposizione batterica.

Al contrario, nell'acqua potabile, che viene appositamente filtrata, chimicamente purificata e clorata, non si riscontra alcuna forma di vita.

Classifichiamo le forme di vita

In una goccia d'acqua si può trovare un mondo di microrganismi infinitamente vario che abbraccia specie, classi e divisioni molto differenti tra loro. Come possiamo classificare e denominare questi organismi? Ed il nome ad essi attribuito, cosa rappresenta?

Si deve a Carlo Linneo l'invenzione nel 1735 di un sistema per classificare gli organismi viventi, basato sulle caratteristiche fisiche comuni. I gruppi più ampi furono chiamati "regni", questi a loro volta furono divisi in gruppi sempre più ristretti; più il gruppo era ristretto, maggiore era il numero di caratteristiche fisiche che gli organismi avevano in comune.

REGNO - PHYLUM - CLASSE - ORDINE - FAMIGLIA - GENERE - SPECIE

Così, si partiva dai regni che costituivano l'insieme più ampio di organismi, per arrivare alla specie che è l'unità sistematica fondamentale. Si definisce "specie" un insieme di individui simili nella struttura fisica, che possono accoppiarsi tra loro e generare prole fertile.

Per quanto riguarda la denominazione degli organismi è stato inventato un sistema detto di *nomenclatura binaria*, cioè ogni organismo ha un nome in lingua latina composto da due elementi: un binomio. Le due parti del binomio comprendono: il genere che è un sostantivo scritto con la lettera maiuscola ed un epiteto specifico scritto con la lettera minuscola che può essere un aggettivo che sottolinea una caratteristica della specie (es. *familiaris*, *sapiens*, *viridis*), e non viene mai usato da solo, ma deve sempre essere preceduto dal nome generico.

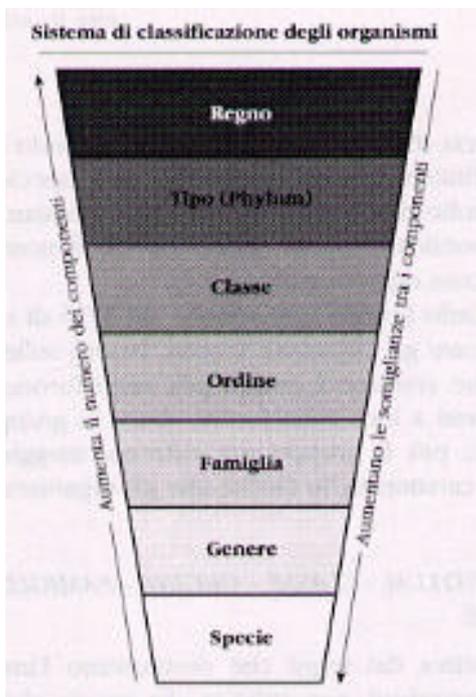


FIG. 1 - Sistema di classificazione degli organismi viventi. (Da *Biologia oggi*, Scott-Foresman)

Quindi il “nome della specie” di un organismo si riferisce al binomio completo. Così ad esempio la specie cane, lupo, sciacallo, va designata rispettivamente con questi binomi latini: *Canis familiaris*, *Canis lupus*, *Canis aureus*.

L’Uomo viene denominato: *Homo sapiens*.

Tutti gli organismi che vivono sulla Terra si possono raggruppare in cinque diversi regni:

MONERA

Batteri e cianobatteri (algha verde-azzurro) costituiti da una cellula procariotica.

FUNGI

Organismi pluricellulari (funghi, lieviti e muffe) che si procurano il nutrimento assorbendolo da altri organismi morti o viventi.

PROTISTA

Organismi unicellulari eucarioti (protozoi, diatomee ed algha simili) che possono fabbricare da sé il nutrimento oppure lo prendono dall’esterno.

PLANTAE

Organismi pluricellulari che utilizzano la clorofilla per fabbricare il nutrimento di cui hanno bisogno. Il regno comprende le algha rosse, verdi, brune, le briofite e le piante vascolari.

ANIMALIA

Organismi pluricellulari eucarioti che prendono il nutrimento da fonti esterne.

Attualmente, a questi, è stato aggiunto un sesto regno che comprende microrganismi con caratteristiche genetiche e metaboliche che li rendono unici:

ARCHAEBACTERIA

Microrganismi anaerobici che producono metano.

Il piccolissimo diventa grande Il microscopio ottico

Gli organismi di cui stiamo parlando, date le loro piccole dimensioni sono invisibili ad occhio nudo. Per indicarne le dimensioni si usa il *micron* (μm), che equivale ad 1 millesimo di millimetro e per poterli osservare occorre uno strumento adatto, quale una buona lente d'ingrandimento o meglio ancora un microscopio ottico.

Come è fatto e come funziona un microscopio ottico?

Questo apparecchio consente di osservare oggetti decine o centinaia di volte più piccoli di quelli visibili ad occhio nudo.

L'oggetto da studiare, detto anche *campione*, deve essere sottile e trasparente, e viene attraversato dai raggi luminosi di una lampadina, i quali sono poi raccolti da due sistemi di lenti: *l'obiettivo* e *l'oculare*, che ingrandiscono l'immagine dell'oggetto.

L'oculare è la lente nella quale guarda l'osservatore; *l'obiettivo* è la lente diretta verso il campione. L'ingrandimento complessivo si calcola moltiplicando l'ingrandimento segnato sull'oculare per quello segnato sull'obiettivo.

Il campione da osservare è posto su di un vetrino rettangolare, detto *portaoggetti*, ed è spesso coperto da un secondo vetrino piccolo e sottilissimo, detto *coprioggetti*.

Il vetrino col campione da osservare è posto su di un piano mobile, il *tavolino portaoggetti*, che può essere avvicinato o allontanato alle lenti dell'obiettivo grazie ai movimenti di due viti: vite *macrometrica*, e vite *micrometrica*. La prima, regola spostamenti di una certa ampiezza del tavolino e del preparato posto su di esso; la seconda, regola spostamenti minimi del preparato che ne garantiscono la messa a fuoco. Questo risulta "a fuoco" quando l'osservatore ne scorge nitidamente ogni dettaglio.

Quello descritto è il microscopio ottico a luce trasmessa. Esistono altri tipi di microscopi, come quello a luce incidente o stereomicroscopio, in cui la luce colpisce dall'alto la superficie di un oggetto.

Inquinamento, autopurificazione, qualità dell'acqua

L'acqua è la sostanza allo stato liquido più comune sulla Terra ed è indispensabile alla vita di animali e piante. Purtroppo questo bene così importante, da cui dipende ogni forma di vita, è ormai sempre più in pericolo. Sebbene mantenere l'acqua pulita e sana sia una questione di sopravvivenza, spesso per svariati motivi non si riesce a frenare l'inquinamento sia di tipo organico che inorganico delle nostre acque.

Nel caso di inquinamento organico, l'acqua si può autopurificare e dopo un certo tempo tornare pulita, se non viene alimentata da nuove sostanze inquinanti. Questo processo di *autopurificazione* avviene quasi esclusivamente ad opera di batteri che consumando ossigeno scindono le sostanze organiche e le decompongono in acqua, anidride carbonica ed elementi minerali. I residui dei composti organici vengono utilizzati come sostanze nutritive dalle piante verdi e dalle alghe, che moltiplicandosi, produrranno sempre più ossigeno. Quando questo processo è concluso, non vi sono più sostanze organiche, l'acqua è nuovamente pura, ricca di ossigeno, e senza odori. Non esiste sostanza organica che non possa essere decomposta da speciali batteri adatti al tipo di inquinamento di natura organica dovuto, per esempio, ad acque domestiche di scolo, a scarichi di zuccherifici o di fabbriche di cellulosa. Invece contro alcuni composti organici artificiali i batteri sono impotenti.

Dobbiamo aggiungere che la velocità di tale processo dipende anche da molti altri fattori, quali il movimento delle acque, la profondità dei fiumi e la presenza o meno di forti correnti, ecc.

Quindi i batteri giocano un ruolo fondamentale nell'autopurificazione e pertanto vengono utilizzati anche negli impianti di depurazione biologica.

Dopo quanto detto sembra spontaneo domandarsi come sia possibile stabilire lo stato di salute delle acque. Per far questo si può far ricorso oltre che ad analisi chimiche, anche ad un esame biologico che si basa sul ritrovamento o meno di organismi caratteristici che essendo strettamente legati a specifiche condizioni di inquinamento organico, possono fungere da "organismi segnalatori".

Con questo sistema si può stabilire la qualità delle acque, il grado d'efficienza di un sistema di depurazione, seguire l'andamento dell'inquinamento nel corso di mesi e di anni, osservare l'effetto di sostanze chimiche sulle forme di vita presenti, stimare il carico d'inquinamento di un fiume o di un lago per valutare se sia possibile la balneazione o il prelievo per l'immissione in acquedotto.

Inquinamento organico: tipologie delle acque

In base al grado d'inquinamento delle acque, alla presenza predominante di particolari specie e alle associazioni fra organismi segnalatori è possibile fare una classificazione delle acque ricche di sostanze organiche, in 4 tipi:

ACQUE ESTREMAMENTE INQUINATE

L'acqua è molto povera o addirittura priva di ossigeno, è maleodorante e sul fondo si deposita fango putrido. Un esempio tipico sono: acque di scarico non purificate, come pure fiumi e laghi nei punti in cui esse si immettono; le pozzanghere con concime; insenature di acque stagnanti con residui animali o vegetali.

In questo tipo d'acque sono presenti in abbondanza batteri anaerobi e con essi poche altre specie di organismi adatte a questo ambiente come alcune specie di alghe azzurre, flagellati e molti ciliati fagocitatori di batteri e anellidi.

Organismi caratteristici:

Batteri:	<i>Zooglea ramigera</i> <i>Spirillum volutans</i>
Alghe azzurre:	<i>Anabaena constricta</i>
Alghe flagellate:	<i>Euglena viridis</i>
Amebe:	<i>Pelomixa palustris</i>
Ciliati:	<i>Paramecium putrinum</i> <i>Vorticella microstoma</i>
Anellidi:	<i>Tubifex tubifex</i>

ACQUE MOLTO INQUINATE

L'acqua contiene un buon quantitativo di ossigeno, ma la notevole attività batterica ne provoca un forte consumo. Piante ed animali sono rari, ma si incontrano in abbondanza diatomee, alghe verdi, flagellati e ciliati.

Organismi caratteristici:

Batteri anaerobi ed aerobi

Alghe azzurre:	<i>Oscillatoria brevis</i>
Diatomee:	<i>Navicula criptocephala</i> <i>Nitzschia palea</i>
Alghe verdi:	<i>Clamydomonas ehrenbergi</i> <i>Gonium pectorale</i> <i>Volvox aureus</i>
Ciliati:	<i>Paramecium caudatum</i>

Vorticella convallaria
Stentor coeruleus
Nematodi: *Monyastera similis*

ACQUE MEDIAMENTE INQUINATE

In queste zone i batteri sono in numero molto ridotto e l'acqua è limpida e ricca di ossigeno. Molti laghi di varie dimensioni e numerosi fiumi dove non si ha immissione recente di scarichi non depurati, sono di questo tipo. Offrono il massimo delle varietà di organismi animali e vegetali rispetto ad altri tipi d'acqua. Con un adeguato trattamento di filtrazione e aggiunta di cloro si può ottenere acqua potabile.

Organismi caratteristici:
Batteri aerobi ed anaerobi

Diatomee: *Fragilaria crotonensis*
Pinnularia viridis
Alghe verdi: *Oedogonium capillare*
Amebe: *Amoeba proteus*
Ciliati: *Paramecium bursaria*
Vorticella campanula
Euplotes charon
Rotiferi: *Philodina roseola*

ACQUE PURE, POCO INQUINATE

Zone con acqua limpida, notevolmente pura e ricca di ossigeno, quasi priva di residui organici e sostanze nutritive, per cui vi è uno scarso contenuto di specie ed individui. Un esempio sono da considerarsi le acque vicino alle sorgenti, ruscelli di montagna e alcuni laghi alpini, dove non ci sono immissioni di acque di scolo domestico ed infiltrazioni di concimi chimici di provenienza agricola.

Organismi caratteristici:
Batteri aerobi

Diatomee: *Pinnularia nobilis*
Tabellaria flocculosa
Alghe verdi: *Hydrodictyon reticularum*
Ulothrix zonata
Ciliati: *Dileptus anser*
Vorticella similis
Rotiferi: *Kellicottia longispina*

PARTE SECONDA
I microrganismi d'acqua dolce:
conosciamoli più da vicino

Qui di seguito illustreremo phyla di microrganismi appartenenti a regni diversi, riportando la tipologia delle varie classi, le loro caratteristiche salienti, l'habitat naturale, i loro meccanismi di riproduzione e ci soffermeremo in particolare su alcune specie di organismi considerati "organismi segnalatori".

1

Regno Monera

PHYLUM BATTERI (BACTERIOPHYTA)

I batteri sono organismi unicellulari, procarioti cioè le loro cellule non hanno un vero nucleo cellulare ed il materiale genetico è libero nel citoplasma e non avvolto da membrana nucleare. Le cellule batteriche possono essere di forma molto varia. Ci sono cellule sferiche (cocchi), a bastoncino (bacilli), ad elica (spirilli). Spesso possono unirsi a formare catene più o meno lunghe che non vanno considerate esseri pluricellulari perché facilmente si spezzano e le singole cellule ottenute vivono e si riproducono autonomamente. Molti sono mobili e nuotano grazie a sottili flagelli il cui tipo e numero differisce da specie a specie.

I batteri si riproducono asessualmente per semplice divisione cellulare chiamata scissione: la singola molecola di DNA si duplica, la cellula si divide a metà e i due discendenti sono identici tra loro e al loro genitore. In condizioni favorevoli si riproducono molto velocemente e le divisioni possono avvenire a distanza di 20-30 minuti. Se le possibilità di nutrimento o le condizioni ambientali sono sfavorevoli, certi batteri possono produrre delle spore che sono forme permanenti resistenti all'essiccamento, al calore dell'acqua bollente e da cui possono riprodursi nuovamente i batteri nella normale forma vegetativa.

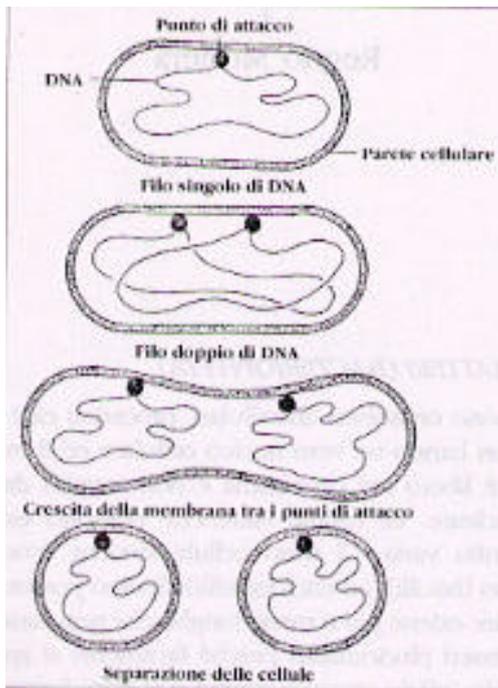


FIG. 2 - Scissione di una cellula batterica. (Da *Biologia oggi*, Scott-Foresman).

Spirillum volutans

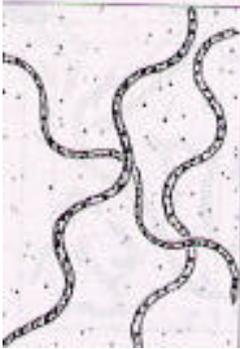


FIG. 3 - Schema di *Spirillum volutans*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE:	colonia batterica lunga fino a 100 μm e formata di segmenti di 14 μm circa.
CONDIZIONI DI VITA:	vive in acque estremamente inquinate e povere di ossigeno.
CARATTERISTICHE:	colonia di batteri anaerobi a forma di bastoncini rigidi incurvati a spirale; provvisti di flagelli disposti a ciuffi nella porzione terminale.
MOVIMENTO:	nuotano grazie ai flagelli.
ALIMENTAZIONE:	si cibano di sostanze organiche che decompongono con l'aiuto di enzimi fino ad elementi minerali di base.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per scissione diretta, cioè ogni cellula si divide mitoticamente in due cellule identiche.

Streptococcus margaritaceo

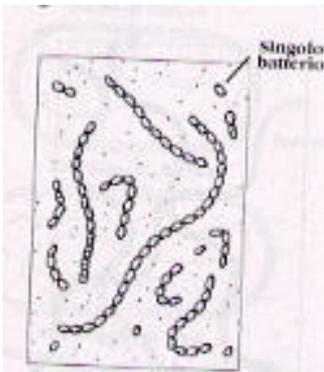


FIG. 4 - Schema di *Streptococcus margaritaceo*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE:	batteri di 1,5 μm circa.
CONDIZIONI DI VITA:	è frequente in fanghi ed acque di scarico ricche di zuccheri, estremamente inquinate e povere di ossigeno.
CARATTERISTICHE:	batteri anaerobi facoltativi di forma sferoidale, spesso uniti in catene lunghe fino a 30 μm . Tali catene non vanno considerate degli esseri pluricellulari, infatti si spezzano molto facilmente e le singole cellule così ottenute vivono e si riproducono autonomamente.
MOVIMENTO:	non sono mobili.
ALIMENTAZIONE:	si cibano di sostanze organiche che decompongono con l'aiuto di enzimi fino ad elementi minerali di base.

RIPRODUZIONE: la riproduzione è asessuale per scissione diretta, cioè ogni cellula si divide mitoticamente in due cellule identiche.

Escherichia coli

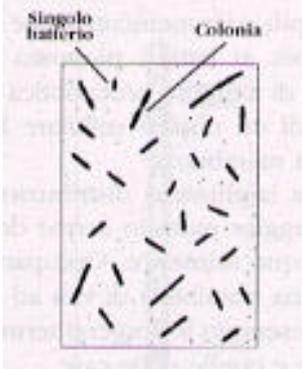


FIG. 5 – Schema di *Escherichia coli*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE: 1 - 5 μm di lunghezza e 0,5 μm di larghezza.

CONDIZIONI DI VITA: questi colibacilli sono presenti nelle acque estremamente inquinate soggette a ripetuti scarichi urbani soprattutto fecali.

CARATTERISTICHE: cellule bastoncellari, singole, in coppie o in brevi catene.

Possono presentare flagelli. Sono ospiti abituali dell'intestino umano e dei vertebrati in genere, in altre sedi può causare processi patologici.

MOVIMENTO: nuotano grazie ai flagelli.

ALIMENTAZIONE: si cibano di sostanze organiche che decompongono con l'aiuto di enzimi fino ad elementi minerali di base.

RIPRODUZIONE: la riproduzione è asessuale per scissione diretta, cioè ogni cellula si divide mitoticamente in due cellule identiche.

PHYLUM CIANOPHYTA (Alge azzurre)

I Cianobatteri o più comunemente dette alghe azzurre, sono accomunabili ai batteri piuttosto che alle vere alghe, per il tipo di struttura procariotica della loro cellula priva, cioè di un nucleo cellulare ben definito e delimitato da una membrana.

Sono organismi a larghissima distribuzione geografica, vivono per la maggior parte in acque dolci, ma anche nel mare e in acque salmastre. Occupano nicchie che non offrono alcuna possibilità di vita ad altri organismi viventi come ad esempio le sorgenti termali, i ghiacciai, le pareti rocciose e quelle delle case.

Il loro nome deriva dal colore che tende generalmente all'azzurro-verdastro per la presenza di un caratteristico pigmento, la ficocianina, che assieme ad altri pigmenti accessori si associa alla clorofilla. Le alghe azzurre sono tutti organismi unicellulari, anche quando si presentano in forme coloniali filamentose, ramificate o globose, non stabiliscono ponti citoplasmatici di collegamento tra cellule contigue. Non hanno flagelli e non sono dotate di movimento.

Sono organismi autotrofi fotosintetici, cioè sintetizzano sostanze organiche utilizzando la luce solare e composti inorganici. Pur svolgendo la fotosintesi clorofilliana non posseggono veri cloroplasti, corpuscoli pigmentati caratteristici delle piante verdi, ma i pigmenti fotosintetici sono contenuti in strutture saccolari, dette tilacoidi, localizzati nel citoplasma periferico.

Si moltiplicano solo asessualmente, per divisione cellulare.

Anabaena constricta

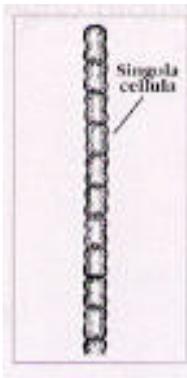


FIG. 6 - Schema di *Anabaena constricta*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE:	alga coloniale formata di cellule cilindriche lunghe 6-10 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	vive in acque estremamente inquinate e povere di ossigeno.
CARATTERISTICHE:	colonia di alghe unicellulari con sfumature verde-azzurro dovute alla presenza di un pigmento azzurro: la ficocianina.
MOVIMENTO:	è sessile, cioè non dotata di movimento.
ALIMENTAZIONE:	come tutte le alghe azzurre è fotoautotrofa, cioè in presenza di luce, sintetizza composti organici a partire da sostanze inorganiche.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per divisione cellulare, cioè ogni cellula si divide per mitosi dando origine a due cellule identiche.

2 Regno protista

PHYLUM CRISOPHYTA

Classe diatomee o alghe silicee

Sono organismi unicellulari sia marini che d'acqua dolce, alcuni liberi ed altri riuniti in colonie lineari o ramificate. Sono importanti costituenti fotosintetici del plancton e rappresentano perciò una notevole risorsa alimentare per gli animali acquatici.

La loro caratteristica è la presenza di una membrana di silice idrata che le rende dure e resistenti come il vetro. Questa membrana forma un guscio a due valve incastrate l'una sull'altra tipo una scatola, la superficie di questo involucro siliceo, che è detto frustolo, presenta delicatissimi rilievi e fini sculture. La forma delle diatomee è sempre ben definita e assai varia a seconda della specie: ellittica, sferoidale, navicolare, cilindrica, a fuso.

Contengono clorofilla a e c, più altri pigmenti che vanno dal giallo-bruno al giallo-dorato e mascherano il colore della clorofilla. Alla loro morte i gusci di silice si ammassano sui fondali marini e dei laghi, formando spessi depositi di una fine polvere silicea, conosciuta come farina fossile che è utilizzata come materiale isolante o come abrasivo per la pulitura dei metalli.

Come le euglene, sono organismi che assieme ai protozoi potrebbero essere ascritti al regno Protisti, invece molti botanici per la presenza di pigmenti fotosintetici, le considerano appartenenti al mondo vegetale nel gruppo delle alghe, ma per alcune caratteristiche si avvicinano ai protozoi e la loro separazione dal regno Protisti non può essere così netta.

Si riproducono asessualmente per divisione, formando cellule figlie via via più piccole di generazione in generazione, fino ad un limite al di sotto del quale la cellula più piccola non è più vitale. A questo punto si avvia un processo sessuale con meiosi, si ha la formazione di gameti morfologicamente uguali che accoppiandosi danno luogo ad una sola cellula (zigote) da cui si formano organismi della dimensione massima della specie.

Pinnularia viridis



FIG. 7 - Schema di *Pinnularia viridis*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE:	lunghezza 50-170 μm , larghezza 10-30 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	comune in acque poco inquinate.
CARATTERISTICHE:	organismo unicellulare oblungo di colore verde, con guscio di silice idrata, tipo opale, formato da due valve che si incastrano l'una sull'altra come una scatola. Presenta marcate costolature trasversali.
MOVIMENTO:	si muove per strisciamento.
ALIMENTAZIONE:	svolge fotosintesi clorofilliana.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per divisione, cioè la cellula si divide mitoticamente per dare origine a due cellule figlie; c'è anche una riproduzione di tipo sessuale con formazione di gameti, che si alterna alla riproduzione asessuale.

PHYLUM SARCOMASTIGOPHORA

SUBPHYLUM SARCODINA (le amebe)

Le amebe si trovano in qualsiasi habitat umido o acquatico: in terreni o sabbie umide, su vegetazione acquatica, nei laghi, ruscelli, sul fondale oceanico. Tutti i Sarcodinici sono caratterizzati dall'assenza di organi locomotori permanenti e si muovono grazie alla produzione di pseudopodi, cioè temporanee estroflessioni del citoplasma.

Sono organismi unicellulari, alcuni privi di involucro o guscio esterno per cui cambiano continuamente forma man mano che si formano gli pseudopodi. Altre specie presentano un tipo di tunica o struttura scheletrica secreta dalla cellula stessa o composta di materiale preso dall'ambiente in cui l'animale vive, che conferisce una forma fissa.

Il corpo delle amebe nude è comunque isolato dall'ambiente esterno grazie ad una sottilissima membrana, il citoplasma che si differenzia in ectoplasma più denso ed endoplasma più liquido e ricco di granuli quali: mitocondri, sostanze di riserva, cristalli di sali di magnesio.

Durante il movimento questi piccoli organismi possono formare numerosi pseudopodi su differenti parti del corpo, ma uno solo di essi diventa dominante e la cellula avanza nella sua direzione. Gli pseudopodi si formano e crescono in questo modo: l'ectoplasma si allarga a ventaglio e l'endoplasma vi penetra a fontana, c'è quindi un continuo cambiamento dell'organizzazione molecolare all'estremità dello pseudopodio. I fattori che provocano il flusso sono tuttora poco conosciuti.

Nelle amebe d'acqua dolce è presente un vacuolo contrattile per l'espulsione dell'acqua contenente in eccesso nella cellula.

Si nutrono di diatomee, alghe, rotiferi e altri protozoi; l'ingestione può avvenire in qualsiasi parte del corpo perché non c'è una bocca cellulare distinta. Anche per l'alimentazione sono utilizzati gli pseudopodi. Infatti le prede mobili che casualmente vengono a contatto con l'ameba sono immediatamente circondate dagli pseudopodi, che le racchiudono completamente in una cavità formando così un vacuolo digestivo in cui il cibo viene degradato da enzimi digestivi.

Numerose specie di amebe sono considerate parassite e vivono nel corpo di diversi animali (anellidi, artropodi, vertebrati tra cui anche l'uomo). Solo *Entamoeba histolyca* è considerata un vero agente patogeno per l'uomo in quanto distrugge l'epitelio intestinale e provoca la dissenteria amebica, in alcuni casi attraverso il sangue può arrivare al fegato.

La semplice scissione binaria è la forma più comune di riproduzione e per le amebe è la sola modalità riproduttiva.



FIG. 8 - Riproduzione asessuale in *Amoeba*. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

Amoeba proteus

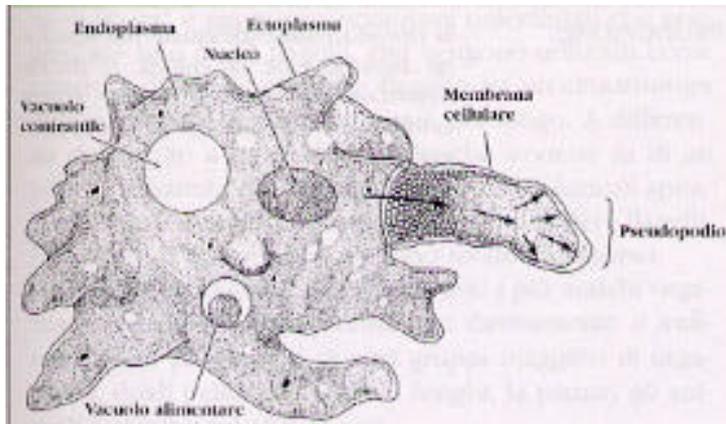


FIG. 9 - Ameba senza guscio; le frecce indicano la direzione del flusso citoplasmatico durante la locomozione. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

DIMENSIONE:	300-600 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	vive in acque mediamente inquinate e ricche di ossigeno.
CARATTERISTICHE:	organismo unicellulare polimorfo, provvisto di pseudopodi (temporanee estroflessioni del citoplasma). Ha un nucleo con almeno 500 cromosomi. Come le altre specie d'acqua dolce presenta un vacuolo contrattile.
MOVIMENTO:	si sposta stisciando per emissione lenta e progressiva di pseudopodi.
ALIMENTAZIONE:	si ciba di batteri, diatomee, piccoli ciliati e particelle sospese nell'acqua, fagocitandoli con l'aiuto degli pseudopodi.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per scissione binaria, cioè la cellula si divide mitoticamente per dare origine a due cellule figlie identiche tra loro e al progenitore.

SUBPHYLUM MASTIGOPHORA (FLAGELLATI)

Il termine *Mastigophora* letteralmente significa “portatore di frusta” e raggruppa organismi unicellulari che possiedono uno o più flagelli, che vengono utilizzati come organuli di movimento. Un flagello ha un’ultrastruttura simile a quella di un ciglio, ma è più lungo. A differenza del battito a frusta delle ciglia che avviene su di un piano, la battuta del flagello descrive ondulazioni spirali o planari. Tuttavia, a parte il fatto di possedere flagelli, i membri di questo phylum sono molto eterogenei.

I flagellati sono generalmente ritenuti i più antichi organismi eucarioti e sono considerati direttamente o indirettamente progenitori di altri gruppi maggiori di organismi, quali i ciliati, le alghe, i funghi, la piante, gli animali superiori ed altri ancora.

Sono tutti organismi unicellulari, presenti in diversi ambienti acquatici, come forme a vita libera sia solitarie che coloniali.

I membri di questo phylum sono molto eterogenei e vengono solitamente suddivisi in due classi in base alla presenza o all’assenza di cloroplasti, organuli avvolti da membrana in cui avvengono le reazioni fotosintetiche:

- *fitoflagellati*, forme vegetali sia marine che d’acqua dolce, fornite di cloroplasti, sono prevalentemente autotrofe e quindi capaci di sintetizzare le sostanze necessarie ai loro processi vitali;
- *zooflagellati*, forme prevalentemente eterotrofe che possiedono cloroplasti.

La maggior parte possiede una pellicola proteica flessibile in modo da permettere loro qualche modesto cambiamento di forma, favorendo rotazioni, torsioni e quindi il movimento in zone poco accessibili.

I flagellati fotosintetici presentano clorofilla che conferisce un caratteristico colore verde; in alcune specie, alla clorofilla si aggiungono altri pigmenti accessori che determinano un colore giallo o bruno. Compiono fotosintesi clorofilliana utilizzando sostanze chimiche inorganiche in presenza della luce solare per sintetizzare prodotti finali a base di carboidrati. Per questi motivi sono classificati dagli algologi tra i diversi gruppi di alghe ed appartenenti al mondo vegetale, ma per molte caratteristiche la loro separazione dai protozoi e dal regno Protisti non può essere netta.

Si riproducono asessualmente per scissione binaria che a differenza dei ciliati è longitudinale. La riproduzione sessuale è stata osservata in diverse specie e si attua sia per isogamia, cioè formazione di gameti morfologicamente uguali; che per eterogamia, cioè formazione di gameti di differenti dimensioni e morfologia.

I cicli vitali variano tantissimo, molti si alternano tra fasi sessuali ed asessuali, con alternanza irregolare e in dipendenza dei cambiamenti ambientali.

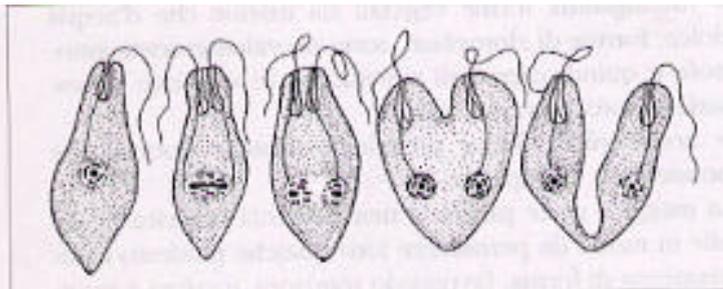


FIG. 10- Scissione longitudinale in Euglena. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

Euglena viridis

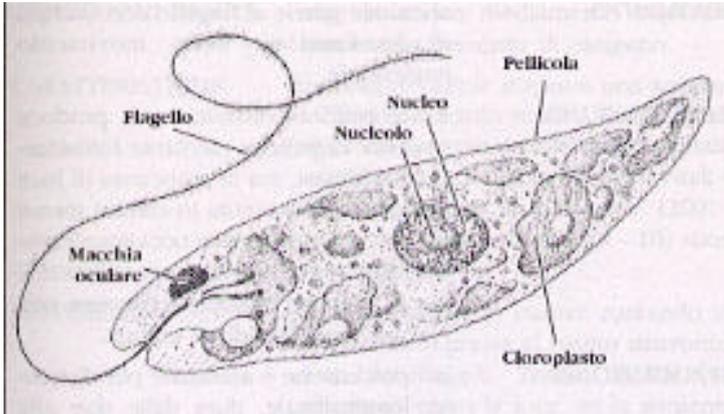


FIG. 11 - Schema di *Euglena*. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

DIMENSIONE: 40 - 65 μm .

CONDIZIONI DI VITA: vive in acque dolci per lo più fangose e putrescenti molto inquinate e con scarsa presenza di ossigeno.

CARATTERISTICHE: organismo unicellulare con corpo a forma di fuso ricoperto da una pellicola flessibile, ha uno o due flagelli lunghi quanto il corpo che si originano da una cavità localizzata nell'estrema parte anteriore, vicino alla quale c'è una macchia oculare (detta stigma) che è un organo di assorbimento della luce con un pigmento carotenico (i carotenoidi sono pigmenti che vanno dal giallo al rosso) presenti in tutte le cellule fotosintetiche e precisamente nei cloroplasti associati con la clorofilla. Solitamente è verde con cloroplasti nastriformi che contengono clorofilla, più altri pigmenti accessori.

MOVIMENTO: si muove grazie al flagello con un tipo di locomozione detto movimento euglenoide.

ALIMENTAZIONE: è autotrofo facoltativo, cioè produce sostanze organiche mediante fotosintesi clorofilliana, ma in mancanza di luce sufficiente o se tenuta in coltura messe al buio, può diventare occasionalmente eterotrofo e utilizzare per l'alimentazione sostanze organiche presenti nell'acqua o nel liquido di coltura.

RIPRODUZIONE: la riproduzione è asessuale per divisione longitudinale, dura dalle due alle quattro ore, e come nelle altre specie verdi avviene solo al buio.

Volvox aureus

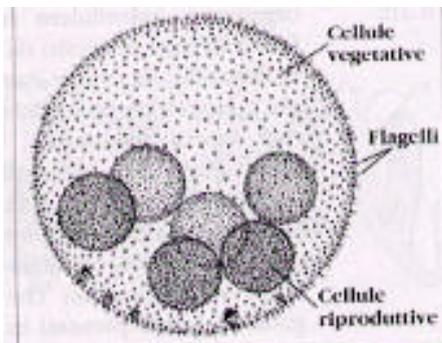


FIG. 12 - Schema di *Volvox aureus*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H. Sreble - D. Krauter).

- DIMENSIONE:** colonia di alghe verdi di 500 μm , ogni cellula è di 5 - 8 μm .
- CONDIZIONI DI VITA:** vive in acque mediamente inquinate con buona presenza di ossigeno.
- CARATTERISTICHE:** colonia di cellule disposte una accanto all'altra in un solo strato a formare una sfera cava; molte cellule sono vegetative, cioè svolgono solo funzioni vitali e sono dotate di due flagelli (200 - 1.000), un minor numero (4 - 10) sono riproduttive.
- MOVIMENTO:** tutta la colonia si muove ruotando in senso orario grazie al battito sincronizzato dei flagelli. Tende, inoltre, ad orientarsi verso la luce, se la sorgente luminosa non è molto intensa.
- ALIMENTAZIONE:** svolge fotosintesi clorofilliana.
- RIPRODUZIONE:** la riproduzione può essere asessuale per divisione mitotica; oppure sessuale con formazione di gameti morfologicamente diversi, cioè gli spermatozoi sono piccoli, flagellati e mobili, mentre l'uovo è grande e privo di movimento.

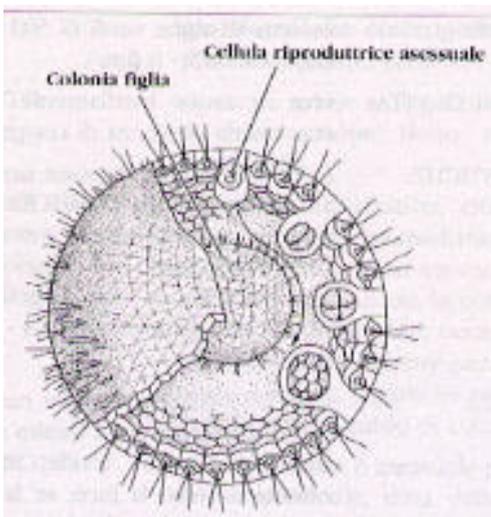


FIG. 13 - Schema di *Volvox* che mostra la sequenza delle fasi nella riproduzione asessuale di una colonia figlia partendo da un'unica cellula generativa della colonia genitore. (Da *Invertebrati*, R.C. Bruscan - G.J. Brusca).

Chlamomoydnas ehrenbergi



FIG. 14 - Schema di *Chlamydomonas ehrenbergi*. (Da *Atlante dei microrganismi acquatici*, H.Sreble - D.Krauter).

DIMENSIONE: 14 - 26 μm .

CONDIZIONI DI VITA: è molto comune e abbondante in acque stagnanti anche molto inquinate.

CARATTERISTICHE: alga unicellulare dalla forma irregolare o ovoidale, rivestita da una membrana soffice, che può essere leggermente sollevata vicino al bordo del citoplasma, inoltre è provvista di due flagelli innestati su una verrucetta membranosa.

MOVIMENTO: nuota utilizzando i flagelli.

ALIMENTAZIONE: svolge fotosintesi clorofilliana.

RIPRODUZIONE: la riproduzione può essere asessuale per divisione mitotica con formazione di cellule figlie aploidi; se le condizioni ambientali e nutrizionali diventano sfavorevoli, si attua la riproduzione sessuale con formazione di *isogameti*, cioè gameti morfologicamente indistinti, ma di tipo diverso. L'unione dei gameti forma uno zigote diploide immobile e relativamente resistente a condizioni sfavorevoli di crescita. Con il ritorno delle condizioni ottimali lo zigote dà origine per meiosi a cellule figlie aploidi dette *zoospore*.

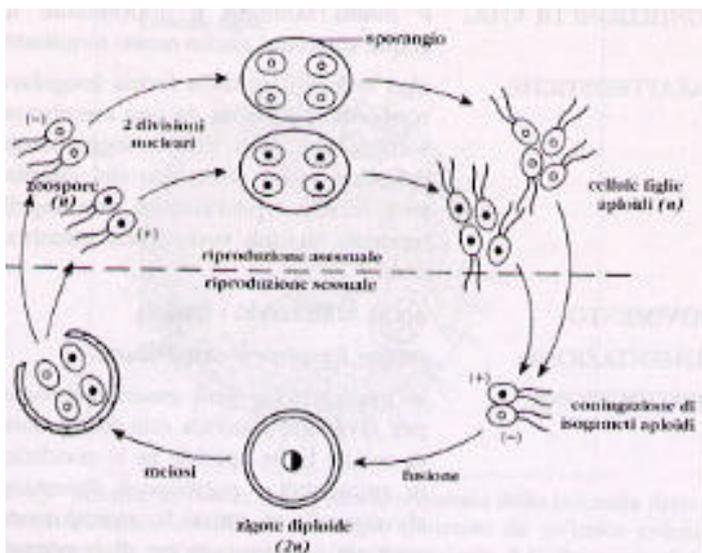


FIG. 15 - Ciclo vitale di *Clamydomonas*.

PHYLUM CILIOPHORA (CILIATI)

I ciliati costituiscono un grande e complesso gruppo di protozoi con circa 8.000 specie dalle forme più svariate e distribuite in tutti gli ambienti acquatici. Si conoscono sia forme sedentarie che natatorie, la maggior parte delle specie sono unicellulari, ma in numerosi gruppi sono state trovate forme coloniali ramificate e lineari.

Il loro nome deriva dalle brevi ciglia, presenti in tutte le specie. Questi sono organi di locomozione strutturalmente simili ai flagelli. Ma i ciliati non si muovono come i flagellati solo con movimenti ondulatori ed inoltre differiscono per il fatto che le ciglia sono molto più corte, più numerose e più densamente distribuite rispetto ai flagelli. In molte specie le ciglia ricoprono tutto il corpo cellulare mentre in altre troviamo gruppi di ciglia fuse insieme a formare unità funzionali quali cirri o membranelle adoral nella zona circostante la regione boccale.

I ciliati hanno una pellicola relativamente rigida che mantiene la loro forma cellulare piuttosto fissa; inoltre presentano due tipi di nucleo in ogni cellula. Il tipo più grosso - il macronucleo - ha per lo più una funzione vegetativa e controlla il funzionamento generale della cellula e la sua forma può variare. Il tipo più piccolo - il micronucleo - ha una funzione riproduttiva, è diploide in genere situato in prossimità del macronucleo e può variare di numero a seconda della specie (da 1 a 80 micronuclei).

Per quanto riguarda l'alimentazione, mostrano una grande varietà di strategie alimentari e si nutrono di batteri, flagellati, alghe e altri ciliati. Le ciglia svolgono un ruolo importante anche in questo caso, perché convogliano il cibo verso la bocca cellulare detta citostoma, da questa il cibo entra in un vacuolo alimentare dove gli enzimi lo digeriscono, una volta digerito passa nel citoplasma per essere assimilato, i rifiuti della digestione sono espulsi dai vacuoli alimentari attraverso un poro anale e come negli altri protisti d'acqua dolce, l'acqua in eccesso viene espulsa da un vacuolo contrattile che ha proprio la funzione di regolare il contenuto d'acqua nel citoplasma.

La riproduzione è generalmente asessuale per scissione binaria, ma a questa si aggiunge una riproduzione sessuale per coniugazione. Come per ogni tipo di riproduzione sessuale l'obiettivo è il rimescolamento genetico che avviene nel caso dei ciliati grazie ad uno scambio di materiale micronucleare tra i due individui, ma non porta alla formazione di nuova progenie. Nella maggior parte dei ciliati i membri della coppia in coniugazione non si distinguono l'uno dall'altro in termini di dimensione e forma, ma il micronucleo di un solo coniugato sarà in grado di migrare nell'altro coniugante ed unirsi al suo micronucleo. La coniugazione avviene solo tra membri con diverso tipo di accoppiamento genetico (*mating types*) cioè che non siano originati per scissione binaria da uno stesso progenitore.

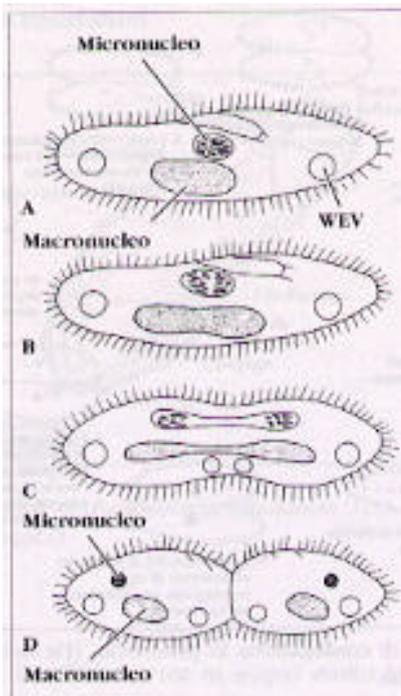


FIG. 16 - Esempio di riproduzione asessuale nei ciliati: scissione binaria in paramecio. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

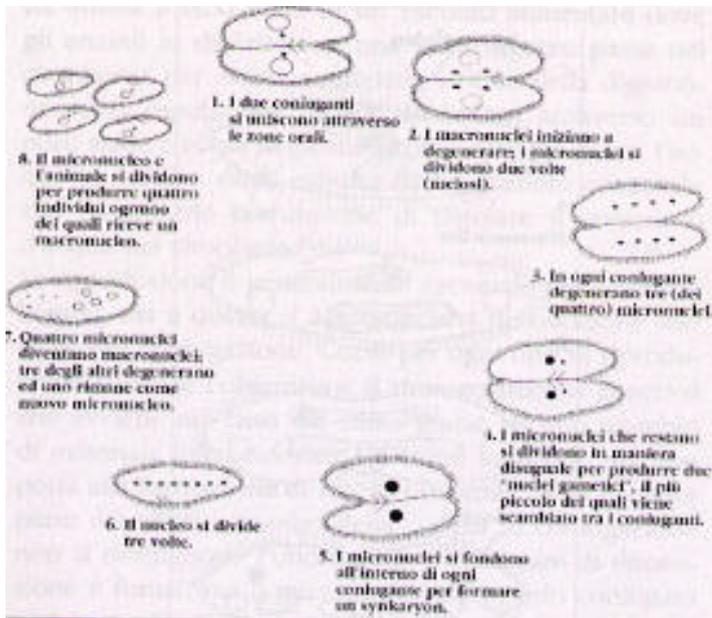


FIG. 17 - Esempio di coniugazione in paramecio. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

Paramecium caudatum

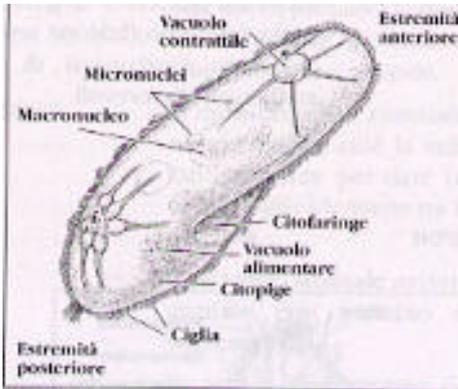


FIG. 18 - Schema di *Paramecium caudatum*. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

- DIMENSIONE:** 300 μm .
- CONDIZIONI DI VITA:** vive in acque molto inquinate e poco ossigenate.
- CARATTERISTICHE:** organismo unicellulare con corpo interamente ricoperto di ciglia vibratili, presenta un macronucleo ovoidale ed un micronucleo.
- MOVIMENTO:** nuota oscillando a spirale.
- ALIMENTAZIONE:** si ciba di batteri e particelle sospese nell'acqua, che sono convogliate ad una bocca primitiva (*citostoma*) dal battito delle ciglia.
- RIPRODUZIONE:** la riproduzione è asessuale per divisione trasversale, cioè la cellula si divide mitoticamente per dare origine a due cellule figlie identiche tra loro e al progenitore. Il processo sessuale avviene per coniugazione con scambio di materiale nucleare. In genere la comparsa della riproduzione sessuale coincide con l'instaurarsi di condizioni ambientali sfavorevoli.

Euplotes charon

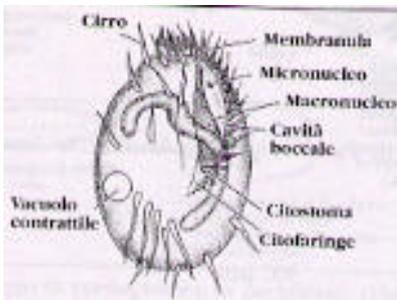


FIG.19 - Schema di *Euplote charon*.(Da *Invertebrati*, R.C.Brusca - G.J.Brusca).

DIMENSIONE:	70-90 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	vive in acque mediamente inquinate e ricche di ossigeno.
CARATTERISTICHE:	organismo unicellulare con corpo di forma ovoidale, trasparente, con ciuffi di ciglia disposti in fila o a gruppi su di un lato del corpo.
MOVIMENTO:	nuota ruotando o cammina velocemente a balzi.
ALIMENTAZIONE:	si nutre di batteri e particelle sospese nell'acqua, che sono convogliate ad una bocca primitiva (<i>citostoma</i>) dal battito delle ciglia, particolarmente sviluppate nella zona boccale.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per divisione trasversale, cioè la cellula si divide mitoticamente per dare origine a due cellule figlie identiche tra loro e al progenitore. Il processo sessuale avviene per coniugazione con scambio di materiale nucleare. In genere la comparsa della riproduzione sessuale coincide con l'instaurarsi di condizioni ambientali sfavorevoli.

Vorticella campanula



FIG. 20 - Schema di *Vorticella campanula*. (Da *Atlante dei microrganismi*, H. Sreble - D. Krauter).

DIMENSIONE:	corpo di 50-150 μm , con peduncolo lungo fino a 700 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	vive in acque poco inquinate e ricche di ossigeno, fissato a piante ed animali acquatici tramite il peduncolo.
CARATTERISTICHE:	organismo unicellulare con corpo a forma di campana capovolta, quasi privo di ciglia sul corpo, mentre sono presenti e ben sviluppate nella zona della bocca. Presenta un macronucleo a forma di salsiccia ed un micronucleo. Non forma colonie.
MOVIMENTO:	si muove a scatti, si ritira avvolgendo il peduncolo come una molla e poi si distende con uno scatto improvviso. In alcuni casi se è "insoddisfatta" del suo ambiente, abbandona il peduncolo nuotando, roteando velocemente con l'estremità posteriore in avanti, alla ricerca di una nuova zona dove stabilirsi.
ALIMENTAZIONE:	si nutre di batteri e particelle sospese nell'acqua, che sono convogliate ad una bocca primitiva (<i>citostoma</i>) dal vortice generato dal battito di una fila di ciglia disposte a spirale intorno alla bocca.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è asessuale per divisione trasversale, cioè la cellula si divide mitoticamente per dare origine a due cellule figlie identiche tra loro e al progenitore. Il processo sessuale avviene per coniugazione con scambio di materiale nucleare. In questo tipo di ciliato si hanno delle differenze ben distinte tra i due coniuganti, soprattutto per le dimensioni. Infatti c'è un microconiugante, più piccolo, che trasferisce un micronucleo aploide al macroconiugante, per cui è sempre quest'ultimo che viene "fecondato".

In genere la comparsa della riproduzione sessuale coincide con l'instaurarsi di condizioni ambientali sfavorevoli.

3 Regno animalia

PHYLUM ROTIFERA

Questo phylum include circa 2.000 specie che vivono in prevalenza nelle acque dolci, poche sono le specie marine o terricole. Le loro dimensioni variano da un minimo di 40 μ m ad un massimo di 2-3 mm, ma malgrado le loro minuscole dimensioni sono abbastanza complessi e manifestano una grande varietà di forme corporee. Possiedono un numero di cellule già definito quando escono dalle uova, per cui durante la vita si accrescono non aumentando il numero di cellule ed in genere vivono una settimana.

Il corpo è suddiviso in capo, tronco, e piede, è ricoperto da una cute sinciziale, cioè uno strato di cellule non separate tra loro da membrana. La parte anteriore del corpo porta un organo ciliare chiamato "corona", formata da due file concentriche di ciglia vibratili.

Caratteristica è la presenza di un apparato masticatore (*mastax*) contenente elementi simili alle mandibole per cui è importante per la presa e la frantumazione del cibo. Hanno un intestino completo, un sistema semplice di nefridi e ghiandole secretrici nella parte del piede la cui secrezione permette all'animale di fissarsi ad un substrato.

Per quanto riguarda la riproduzione, ci sono differenze nelle diverse specie. Nei Rotiferi dove è presente una forma maschile si ha una riproduzione sessuale. Le uova vengono deposte sul fondo oppure restano attaccate esternamente o internamente al corpo della femmina. Le forme maschili sono ridotte di numero, dimensione e complessità, hanno vita breve, compaiono solo in autunno e in primavera.

In molte altre specie la forma maschile è completamente sconosciuta, per cui la modalità tipica di riproduzione è la partenogenesi, cioè si ha sviluppo di un individuo a partire da un uovo non fecondato da un individuo di sesso opposto. Questa alternanza rappresenta un adattamento agli habitat d'acqua dolce soggetti a drastici cambiamenti stagionali. Quando ci sono condizioni favorevoli le femmine si riproducono per partenogenesi deponendo uova diploidi da cui nascono femmine. Se subentrano fattori ambientali quali cambiamenti della temperatura, della durata del giorno o carenza delle sostanze nutritive, dalle uova possono nascere maschi che fecondando le femmine danno origine a zigoti forniti di gusci spessi, resistenti alle condizioni sfavorevoli. Questi zigoti con il ripristino delle condizioni ambientali ottimali si sviluppano e si schiudono dando vita ad individui di sesso femminile.

Philodina roseola

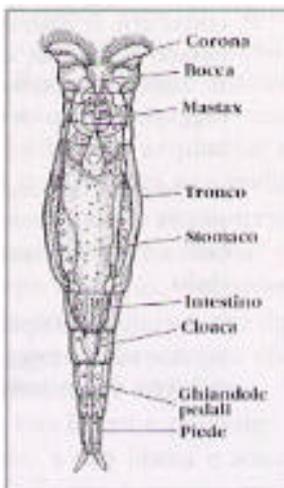


FIG. 21 - Schema di *Philodina roseola*.(Da *Invertebrati*, R.C.Brusca - G.J.Brusca).

DIMENSIONE: 300-500 μm .

CONDIZIONI DI VITA: vive in acque mediamente inquinate con buona presenza di ossigeno.

CARATTERISTICHE: animale pluricellulare con corpo trasparente composto da una testa, un tronco cilindrico e da un piede con cui si ancora ad un substrato. L'estremità anteriore del corpo presenta due corone di ciglia che in movimento sembrano un paio di ruote rotanti. Da questo è derivato il nome *Rotifero*, cioè portatore di ruota.

MOVIMENTO: nuota utilizzando la corona di ciglia vibratili oppure striscia con il piede, cioè si fissa al substrato grazie ad una secrezione ghiandolare, poi allunga il corpo che si estende in avanti, quindi fissano l'estremità anteriore al substrato, staccano il piede e lo avvicinano al capo per mezzo di contrazioni muscolari.

ALIMENTAZIONE: si alimenta di particelle sospese o di piccoli ciliati che sono convogliati alla bocca dal movimento della corona di ciglia.

RIPRODUZIONE: la riproduzione tipica per questo gruppo di rotiferi è per partenogenesi, cioè sviluppo da un uovo non fecondato.

PHYLUM NEMATODA

Con oltre 12.000 specie descritte, questo phylum rappresenta uno dei gruppi più numerosi esistenti. Sono abitanti di ogni tipo di habitat marino, d'acqua dolce terrestre, possiamo trovarli in gran numero sui fondali, all'interno delle pellicole d'acqua che si trovano attorno alle particelle di terreno, nei cuscinetti di muschio, nei resti di piante ed animali in decomposizione.

Come dice il nome (dal greco "nema" = filo) sono vermi filiformi, con corpo cilindrico trasparente ed assottigliato ad entrambe le estremità, rivestito da una cuticola per lo più liscia o leggermente scolpita che nel corso della vita viene periodicamente rinnovata.

Ci sono forme a vita libera e parassiti. La maggior parte dei nematodi sono a vita libera e sono lunghi meno di un millimetro. Le forme parassite raggiungono dimensioni maggiori, cioè di qualche centimetro ed in alcuni esemplari fino a qualche metro. Molti nematodi sono parassiti delle piante degli animali anche vertebrati e dell'uomo; alcune specie sono parassite solo durante gli stadi giovanili, altre esclusivamente nella fase adulta; altre ancora vivono da parassiti per l'intero ciclo vitale. Il ciclo vitale si può completare in un solo ospite, oppure sono necessari uno o più ospiti intermedi.

Il corpo è attraversato in tutta la lunghezza dal tubo digerente che inizia con la bocca, munita di denti o di uno stiletto a forma di lancia, prosegue con una faringe tubiforme muscolare e con un lungo intestino dritto per finire con l'ano situato a breve distanza dall'estremità posteriore che nelle specie a vita libera termina con una ghiandola adesiva.

Molti nematodi a vita libera sono predatori e si nutrono di animali più piccoli, usando lo stiletto o i denti per pungere la preda; altri si alimentano di materia organica in decomposizione e di funghi o batteri che crescono in essa; altri ancora sono erbivori e usano lo stiletto per pungere le cellule vegetali e ne succhiano il contenuto.

Sono forme a sessi separati. La femmina ha un apparato riproduttore tubiforme con due ovari e depone uova provviste di guscio sottile sui detriti del fondo e sul suolo in cui vive. I maschi sono solitamente di dimensioni più piccole delle femmine e la loro estremità posteriore è ricurva come un gancio ed è usata durante la copula per avvolgersi attorno al corpo della femmina. Gli spermatozoi dei nematodi hanno la peculiarità di non possedere il flagello.

Dalle uova fecondate nascono dei piccoli con tutte le caratteristiche dell'adulto e compiono numerose mute prima di raggiungere la maturità.

Monystera similis

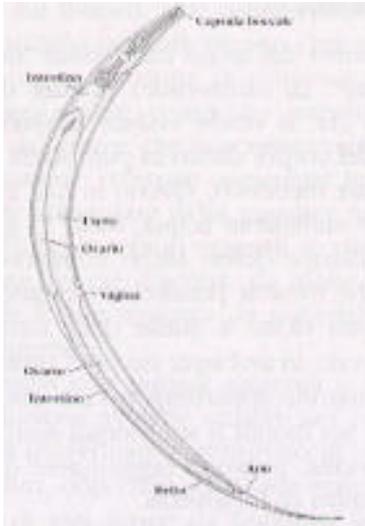


FIG. 22 - Schema di *Monystera similis* . (Da *Invertebrati*, R.C.Brusca - G.J.Brusca).

DIMENSIONE:	0.3 - 0.9 μm .
CONDIZIONI DI VITA:	è presente in abbondanza sui fondali di acque inquinate.
CARATTERISTICHE:	Corpo ricoperto da una cuticola liscia che presenta poche setole laterali e piccole setole encefaliche. La cavità boccale è fornita di una struttura adatta ad afferrare ed aspirare il cibo, l'intestino è molto scuro e la coda ha alcune ghiandole secernenti.
MOVIMENTO:	striscia serpeggiando su di un fianco.
ALIMENTAZIONE:	si nutre di materiali vegetali morti o fagocita detriti, diatomee, alghe, rotiferi.
RIPRODUZIONE:	la riproduzione è sessuale con deposizione di uova fecondate.

PHYLUM ANELLIDA

Il nome deriva dal latino *annulatus*, "dotato di anelli" o "segmentato". La caratteristica di base degli anellidi è la metameria che si rende visibile all'esterno per l'aspetto annulato del corpo, diviso in parti simili che si susseguono, chiamate metameri. Vivono in tutti gli habitat in cui è disponibile sufficiente acqua, sono in gran maggioranza marini e d'acqua dolce. Meno numerose sono le specie terricole che tuttavia possiedono caratteristiche fisiologiche piuttosto vicine a quelle delle forme acquatiche in quanto vivono in ambienti ricchi di umidità.

Le specie marine appartengono alla classe dei Policheti, si trovano sui litorali o sui fondali marini anche a notevoli profondità, possono raggiungere dimensioni fino a qualche metro di lunghezza.

Negli ambienti d'acqua dolce e terrestre gli anellidi sono rappresentati da oltre 3.000 specie di Oligocheti (lombrichi e vermi d'acqua dolce), di solito hanno una lunghezza inferiore ai 3 cm, ma alcuni sono quasi microscopici. Vivono su alghe, tra i detriti di fondo e nel fango di stagni, laghi e corsi d'acqua ed hanno la capacità di resistere alla mancanza di ossigeno nell'ambiente.

Internamente i metameri sono separati da setti trasversali. Solo il tronco è segmentato, mentre non sono considerati segmenti né il capo, né la parte terminale dove c'è l'ano; fra il capo e l'ano si susseguono da 7 a 600 segmenti. Alcune strutture come l'intestino, i principali vasi sanguigni ed i nervi si estendono per l'intera

lunghezza del corpo, passando attraverso i successivi segmenti, altre strutture sono ripetute in ciascun segmento.

Ai lati del corpo presentano poche setole chitinee che servono per fare presa al substrato quando l'animale striscia. Alcuni di essi sono forme erranti che vivono libere strisciando sui fondali, altri come *Tubifex tubifex* sono sedentari o meglio tubicoli, vivono cioè all'interno di tubi che hanno una funzione di rifugio e di protezione. Il tubo può essere composto interamente da materiale secreto dal verme che successivamente solidifica oppure da sostanze estranee cementate insieme.

La principale fonte alimentare della maggior parte degli oligocheti è costituita da tessuti vegetali in decomposizione o per alcune specie d'acqua, da alghe e piccoli invertebrati, per le forme terricole da materiale organico presente nel terreno.

Sono tutti ermafroditi con gonadi maschili e femminili distinte. La riproduzione avviene sempre per copulazione e comporta un trasferimento reciproco di spermatozoi da un individuo all'altro, dopo tale scambio i vermi si separano ed ognuno di essi funge da femmina fecondata. Poche ore dopo la copula, il verme produce un bozzolo duro e resistente in cui depone le uova e gli spermatozoi, qui avviene la fecondazione; il bozzolo che può contenere più zigoti, è deposto nei detriti sui fondali; lo sviluppo è diretto senza stadio larvale e può durare una settimana o qualche mese a seconda della specie.

La maggior parte degli oligocheti d'acqua dolce è capace di riprodursi asessualmente, per scissione trasversale, alternandola a periodi di riproduzione sessuale a seconda dei cambiamenti stagionali, come avviene per i rotiferi. La riproduzione asessuale avviene in primavera e all'inizio dell'estate quando c'è abbondanza di cibo; tale prole, diventata matura, si riproduce poi sessualmente alla fine dell'estate e all'inizio dell'autunno producendo stadi ibernanti che si schiuderanno in primavera.

Molte specie sono in grado di rigenerare quasi qualsiasi parte del corpo amputata e di far ricrescere sia l'estremità anteriore che posteriore.

Tubifex tubifex

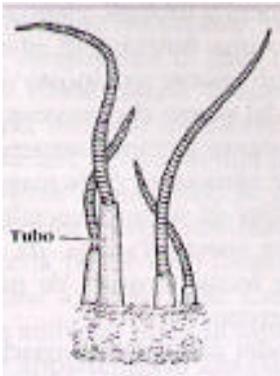


FIG. 23 - Schema di *Tubifex tubifex*. (Da *Invertebrati*, R.C. Brusca - G.J. Brusca).

DIMENSIONE:	25 - 85 μ m.
CONDIZIONI DI VITA:	vive in fondali fangosi e sabbiosi di acque stagnanti e fortemente inquinate da scoli domestici.
CARATTERISTICHE:	verme tubolare che vive nel fango interrato in tubi verticali formati di fango stesso o di muco cutaneo da cui estroflette la parte posteriore. Il corpo presenta ciuffi di setole tipici degli oligocheti ed è di colore rosso per la presenza di sangue a contenuto emoglobinico.
MOVIMENTO:	striscia su varie superfici o si muove attraverso i detriti per peristalsi.
ALIMENTAZIONE:	si alimenta di fango e di detriti.
RIPRODUZIONE:	è ermafrodita e la riproduzione è solo sessuale con copulazione e fecondazione esterna. Ha una grossa capacità rigenerativa.

Bibliografia consigliata

RICHARD C. BRUSCA, GARY J. BRUSCA, *Invertebrati*, Bologna, Zanichelli, 1996.

C.A. VIELLE, W.S. WALTER JR, R.D. BARNES, *Zoologia generale*, Bologna, Grasso, 1984.

H. SREBLE, D. KRAUTER, *Atlante dei microrganismi acquatici*, Padova, Franco Muzzio, ultima edizione 1992.

Finito di stampare nel mese di luglio 1999 dalla CUEN srl
con DocuTech

ISBN 88 7146 489-3