

SEZIONE A - STRUTTURA E FUNZIONE DEGLI ECOSISTEMI

di Francesco Forte



Ciò che seminai nell'ira
crebbe in una notte
rigogliosamente
ma la pioggia lo distrusse

Ciò che seminai con amore
germinò lentamente
maturò tardi
ma in benedetta abbondanza

PETER ROSEGGER

SEZIONE A - STRUTTURA E FUNZIONE DEGLI ECOSISTEMI

A.1 - FLUSSO DI ENERGIA

Più volte è stata sottolineata la condizione unica in cui si trova la Terra, il solo corpo celeste del sistema solare in cui fino ad oggi è stata trovata la vita.

Questo presupposto è legato alla presenza del Sole che dalla distanza di circa 150 milioni di chilometri permette appunto l'esistenza degli organismi terrestri.

Sappiamo inoltre che se fossimo più lontani o più vicini al Sole la vita non sarebbe possibile almeno nelle innumerevoli e complesse forme che si sono succedute nei miliardi di anni e che dall'attività del Sole stesso sono state influenzate; si pensi solo alle glaciazioni che si sono succedute nelle ere geologiche.

Questa premessa ci porta a concludere e a definire un concetto elementare: **la vita sulla Terra dipende dall'attività del Sole.**

Ma in che modo tutto ciò è possibile?

Per rispondere a questa domanda, occorre ricordare che ogni singolo organismo vivente, per espletare le proprie funzioni vitali, richiede

energia, impiegata per compiere processi e azioni ma anche dissipata sotto forma di calore.

L'energia è dunque usata e persa, ma deve essere necessariamente e continuamente reintegrata dall'esterno.

La fonte più semplice e comoda di energia per la biosfera terrestre è il Sole che, con i suoi processi di fusione nucleare, ne produce enormi quantità. Però, solo una piccola parte, circa l'1%, raggiunge la Terra sotto forma di radiazioni elettromagnetiche e le piante, a loro volta, sono in grado di catturarne solo il 3%.

Tutto questo porta a constatare che esiste un flusso di energia la cui origine è il Sole: l'energia è poi trasferita alle diverse forme viventi ed è usata una sola volta (Figura 1).

Prima di addentrarci a considerare il flusso di energia, è bene ricordare che la vita non dipende solo dall'energia ma anche dalla materia fornita dall'atmosfera, dall'idrosfera e dalla litosfera.

Se per l'energia siamo in presenza di un flusso, per quanto riguarda la materia si deve parlare di ciclo della materia. A questo proposito va sottolineata la differenza sostanziale tra flusso e ciclo.

Flusso: dal Sole l'energia è trasferita, in un continuo passaggio di trasformazione, ad organismi viventi

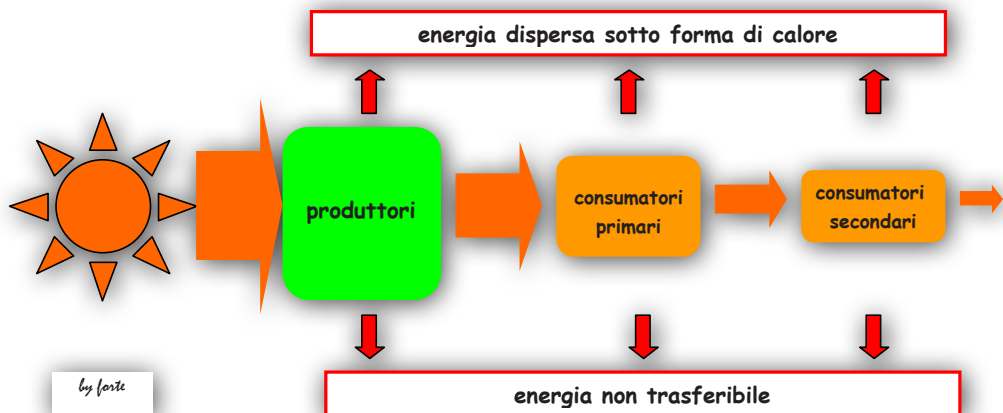
Ciclo: è un insieme di continue trasformazioni il cui prodotto finale è identico a quello iniziale; tutto questo consente un continuo ricircolo della materia.

RICAPITOLIAMO:

- * L'energia per la vita proviene dall'esterno della biosfera. La Terra e gli organismi viventi ricevono l'energia di cui hanno bisogno dal Sole.
- * L'energia fluisce dal Sole agli organismi viventi, subendo continue trasformazioni anche nel passaggio dagli uni agli altri.
- * La materia è presente sulla Terra ed è continuamente rimessa in circolo e riutilizzata.

In precedenza si sottolineava che il Sole con il suo processo di fusione produce l'energia che giunge poi sulla Terra. È stato stimato che a livello dell'atmosfera arrivi energia pari a 1350 W/m^2 , ma a livello del suolo, a causa della dispersione legata alla presenza dell'atmosfera, giungono mediamente solo 1000 W/m^2 (in altri termini, ogni metro quadrato di superficie terrestre in termini di potenza riceve un watt, pari a un joule per ogni secondo).

Figura 1 -
Flusso di
energia



APPROFONDIMENTO - I principi della termodinamica

di Giovanni Valsecchi

Le leggi fisiche sono degli enunciati che descrivono a parole e/o in forma simbolica (mediante simboli: lettere e numeri) **le regolarità esistenti in natura**. A questo proposito occorre fare bene attenzione e capire bene di cosa si tratta. Spesso vede scritto “la legge dice una certa cosa, quindi le cose avvengono così”; questo è un brutto modo di esprimersi, che induce in errore. Si dovrebbe dire al contrario “in natura le cose vanno in questo modo, quindi la legge, che ha il compito di DESCRIVERE ciò che avviene in natura, afferma questo”.

Occorre, inoltre, notare che se una legge è considerata valida dalla comunità scientifica, questo significa che non è MAI stata smentita, nemmeno in un singolo caso. Per le leggi scientifiche vale infatti la regola che è sufficiente trovare un solo controesempio in cui le cose vanno in modo diverso e in contraddizione rispetto a ciò che la legge afferma per invalidare la legge stessa.

I **principi della termodinamica** sono due leggi fisiche che descrivono ciò che accade all’energia quando avvengono trasformazioni da una forma all’altra.

L’energia è definita come “la capacità di compiere un lavoro”: in parole povere è “qualcosa” che ci consente di fare qualcos’altro, di fare avvenire delle trasformazioni nell’ambiente, ad esempio di accendere una lampadina o un computer (l’energia elettrica), di far muovere un’automobile (l’energia chimica contenuta nel carburante), di far girare le turbine di una centrale idroelettrica (l’energia potenziale di una certa quantità di acqua posta in quota), di far esplodere un ordigno nucleare (l’energia contenuta nei nuclei degli atomi di alcuni elementi chimici).

Vi sono vari modi di enunciare i due principi. In questa sede si utilizzerà un modo molto descrittivo e funzionale agli argomenti che vengono affrontati in questa sezione del libro; su testi differenti potremo trovare modi anche molto diversi di esprimere il medesimo concetto.

IL PRIMO PRINCIPIO

Il **primo principio** della termodinamica si definisce anche come principio della **conservazione dell’energia**. Alcune possibili enunciazioni potrebbero essere le seguenti:

- * in un sistema isolato (sistema che non scambia materia né energia con l’ambiente esterno), la quantità complessiva dell’energia presente non varia nel tempo
- * in un sistema isolato, la quantità complessiva dell’energia presente non cambia nel tempo nemmeno se si verificano trasformazioni di energia da una forma all’altra.

Come si può osservare, il primo principio non dice alcunché sulle forme di energia del sistema: in esso ci si limita all’affermazione che la quantità totale di energia non cambia nel tempo.

IL SECONDO PRINCIPIO

Il **secondo principio** della termodinamica si definisce anche come principio della **degradazione dell'energia**. Una possibile enunciazione potrebbe essere la seguente:

- * in un sistema isolato, qualunque trasformazione energetica avvenga, una delle forme di energia prodotta è il calore.

Il secondo principio, contrariamente al primo, descrive almeno in parte ciò che accade all'energia.

Il **calore**, soprattutto il calore a bassa temperatura, è una forma di energia poco utilizzabile.

Se ci pensiamo bene, il fatto di disporre di una certa quantità di calore a bassa temperatura non ci aiuta a far avvenire granché: il calore a bassa temperatura non ha grandi capacità di “compiere lavoro”. In aggiunta a tutto ciò, il calore è anche difficile da immagazzinare: esso tende infatti a diffondersi nell'ambiente, e una volta che ciò è accaduto e che tutto l'ambiente ha raggiunto una temperatura uniforme, è impossibile far avvenire qualsiasi tipo di trasformazione.

È questo il motivo per cui si parla di degradazione dell'energia.

Tutto ciò ha pesanti riflessi anche sulla nostra vita.

Il **motore di un'automobile** in movimento si scalda; e raffreddarne il motore è uno dei problemi principali. Il motore è un dispositivo atto a trasformare l'energia chimica del carburante in energia cinetica dell'auto, ma è inevitabile che buona parte dell'energia iniziale si trasformi in calore. E questo, se ci pensiamo bene, è un problema: se tutta l'energia contenuta nella benzina dovesse trasformarsi in movimento, un'auto percorrerebbe più del doppio dei chilometri con un litro; questo significa che più della metà dell'energia della benzina si trasforma in calore. Anche **le lampadine, gli elettrodomestici e i dispositivi elettronici** (TV, PC, cellulari, ecc.) quando sono in funzione si riscaldano. E questo calore, che si libera nell'ambiente, attesta l'impossibilità di trasformare integralmente l'energia elettrica in forme utili al funzionamento di queste apparecchiature.

Tutto ciò vale anche per gli organismi viventi. La vita è caratterizzata dal verificarsi continuo di reazioni chimiche. Se queste si interrompono si ha la morte delle cellule e/o degli organismi. Ma nel corso di ciascuna reazione chimica avvengono trasformazioni energetiche, quindi parte dell'energia contenuta nelle sostanze di partenza (reagenti) si libera nell'ambiente in forma di calore.

Quindi, anche nel caso degli esseri viventi, buona parte dell'energia contenuta nel cibo si disperde nell'ambiente in forma di calore. Questo fatto è assolutamente inevitabile e comporta pesanti riflessi sull'efficienza con cui gli organismi viventi di un dato livello trofico, ad esempio gli erbivori, trasformano l'energia contenuta negli alimenti che essi introducono: piante o parti di esse. Come si vedrà più avanti, occorrono grandi quantità di materia vegetale per sostenere quantità di gran lunga inferiori di biomassa di animali erbivori, e lo stesso vale nel passaggio da erbivori a carnivori. Ecco perché ad esempio nella savana, vi è un'enorme quantità di organismi vegetali, numeri abbastanza elevati di erbivori (zebre, gazzelle, giraffe...), piccoli numeri di animali carnivori (leoni, ghepardi, iene...). Questo fatto costituisce il presupposto di quella che in questa trattazione verrà definita “la legge del decimo”.

Ora le domande che è necessario porsi sono le seguenti:

- * chi è in grado di sfruttare direttamente l'energia proveniente dal Sole e in che modo questo avviene?
- * come fluisce l'energia nel sistema vivente, ovvero come è trasferita da un organismo all'altro?

A.2 - GLI ORGANISMI AUTOTROFI

È stato detto che la Terra è un pianeta unico nel suo genere per la presenza della vita. Infatti, sebbene sugli altri pianeti giunga una quantità maggiore o minore di energia solare, non vi sono le condizioni affinché l'energia possa essere utilizzata per le reazioni metaboliche esclusive della vita..

Tralasciamo tutti gli eventi che hanno condotto alla comparsa della vita sulla Terra (ben descritti nei testi di Scienze della Terra) e focalizziamo l'attenzione su chi è in grado di attuare la trasformazione di energia elettromagnetica in energia chimica: le piante, le alghe e i batteri fotosintetici.

Piante, alghe e batteri fotosintetici sono gli organismi viventi in grado di trasformare l'energia solare in energia chimica e il processo

che permette questa trasformazione è la **fotosintesi clorofilliana** (vedi Sezione G).

Questo dato di fatto suscita un'altra domanda: perché le piante e non altri organismi viventi come funghi o animali? La risposta si trova nelle differenze presenti tra le cellule che costituiscono le piante, rispetto a quelle caratteristiche di altri organismi.

Nelle **cellule vegetali** sono presenti i **cloroplasti**, organuli che contengono un'importante molecola in grado di realizzare il processo fotosintetico, la **clorofilla** (Figura 2).

Non tutte le cellule vegetali contengono cloroplasti e quindi clorofilla, ma solo quelle che noi vediamo di colore verde. Pertanto solo le foglie, i germogli e i giovani steli sono in grado di svolgere, in opportune condizioni di luce e presenza di acqua, la fotosintesi clorofilliana. È importante notare che non tutte le piante hanno foglie verdi: le foglie di molte piante hanno invece colore rosso più o meno intenso (alcune varietà di *Prunus*, alcuni aceri e faggi). Tuttavia, anche questi organismi svolgono la fotosintesi: il colore rosso è dovuto a sostanze colorate (pigmenti) presenti nelle foglie di queste piante che mascherano il verde della clorofilla (Figura 3).

Figura 2 - Schema di fotosintesi a livello fogliare.

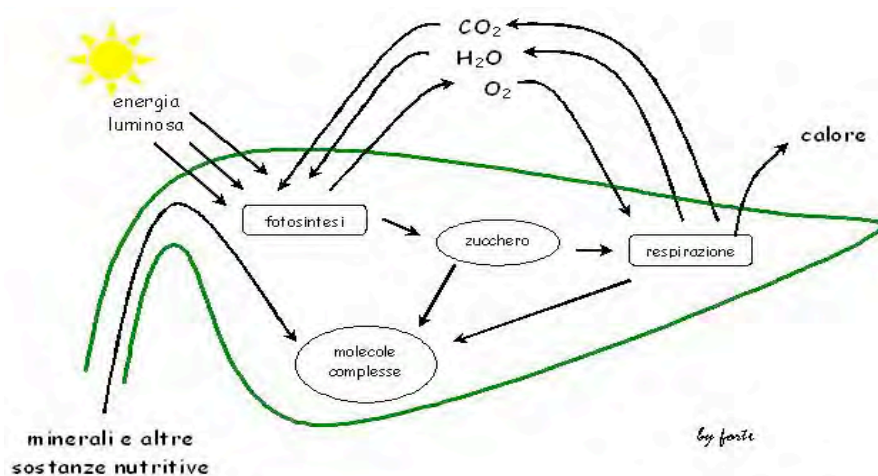




Figura 3 - Il Faggio pendulo (*Fagus sylvatica* "purpurea pendula") si utilizza nei giardini per l'effetto cromatico del rosso delle sue foglie.

Si sottolinea di nuovo che non solo le piante, intese come organismi pluricellulari (Figura 4), sono in grado di attuare la fotosintesi: questo processo è infatti svolto anche dal cosiddetto **fitoplancton**, un insieme organismi unicellulari liberamente fluttuanti negli strati superficiali degli ambienti acquatici che comprende le alghe azzurre, dorate e brune, le diatomee, le cloroficee, ecc. (Figura 5).

RICAPITOLIAMO: le piante e il fitoplancton trasformano l'energia solare in energia chimica e, per questa loro capacità, sono detti organismi **autotrofi**.



Figura 4 - Piante sempreverdi: Abeti (*Picea abies*)

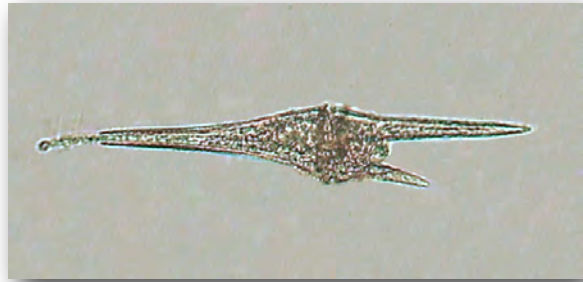
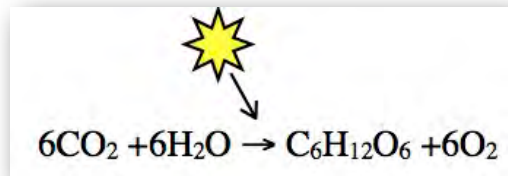


Figura 5 - Fitoplancton: nell'immagine un'alga microscopica (*Ceratium furca*)

Fonte: [http://it.wikipedia.org/wiki/](http://it.wikipedia.org/wiki/File:Ceratium_furca.jpg)
File: *Ceratium_furca.jpg*

Mediante il processo fotosintetico, gli organismi autotrofi producono molecole organiche ad alta energia chimica, gli zuccheri, usate poi per tutte le loro funzioni di vita. Non deve essere trascurato che le piante, partendo da molecole povere di energia, acqua e anidride carbonica, con la fotosintesi costruiscono molecole ad alto contenuto energetico:



Per gli organismi autotrofi, gli zuccheri rappresentano sia "il combustibile", ossia la fonte di energia senza la quale ogni attività vitale è preclusa, sia il "materiale da costruzione", ossia le sostanze a partire dalle quali piante e alghe sono in grado di costruire la propria materia vitale. Gli zuccheri non sono i soli prodotti della fotosintesi: l'altro prodotto è l'ossigeno molecolare. Tale sostanza viene in gran parte rilasciata in atmosfera o nell'ambiente acquatico, in quanto, anche se è necessaria alla vita di piante e alghe, esse ne producono una quantità nettamente superiore alle loro necessità (Figura 6).



Figura 6 - Organismi autotrofi d'acqua dolce: Cannette di palude (Phragmites australis) e Ninfee (Ninphaea alba).

A.3 - GLI ORGANISMI ETEROTROFI

Gli altri viventi, incapaci di realizzare questa trasformazione di energia luminosa in energia chimica, sono detti organismi **eterotrofi**. Questa incapacità significa che essi non sono in grado, partendo da semplici sostanze inorganiche e utilizzando l'energia solare, di costruire materia organica, vale a dire molecole ad alto contenuto energetico, gli zuccheri, appunto.



Figura 7 - Le Folaghe (gen. Fulica) sono uccelli acquatici onnivori, si nutrono di vegetali e di animali di piccole dimensioni.

A questo punto è evidente il legame di dipendenza fra organismi autotrofi ed eterotrofi. Se i primi in presenza di acqua e di una certa qualità di luce possono svolgere il loro ciclo di vita, l'esistenza degli eterotrofi è subordinata alla presenza di autotrofi.

Gli organismi eterotrofi comprendono gli animali, i funghi e le muffe, quasi tutti i protozoi (organismi viventi unicellulari) e quasi tutti i batteri (Figure 7 - 10).



Figura 8 - Le Trote (Salmo trutta) sono animali eterotrofi, si nutrono di insetti, crostacei, piccoli pesci.



Figura 9 - Il Pettiroso (Herithacus rubecula) si nutre di insetti, vermi, ragni, bacche e piccoli frutti.

Si può stabilire la seguente equazione di dipendenza:

PRESENZA (O ASSENZA) AUTOTROFI
=
PRESENZA (O ASSENZA) ETEROTROFI



Figura 10 - A sinistra Funghi saprofiti che si nutrono di un tronco d'albero morto; a destra muffe che decompongono un limone in cucina.

A.4 - LA COMPONENTE BIOTICA E QUELLA ABIOTICA

In un qualunque ecosistema, l'insieme di tutti gli organismi autotrofi ed eterotrofi è definito **componente biotica** o degli esseri viventi.

Affinché la componente biotica possa espletare le proprie funzioni vitali, non è richiesta solo energia chimica sotto forma di molecole organiche, ma è altrettanto importante disporre anche di sostanze inorganiche (ossigeno molecolare e anidride carbonica, acqua, ioni minerali), sostanze elementari e composte che si ritrovano in natura, ma non sono state prodotte da organismi viventi.

L'insieme di tutte le sostanze inorganiche indispensabili agli organismi viventi forma la **componente abiotica** (Figura 11).

Fanno parte della componente abiotica le tre sfere studiate nel corso di Scienze della Terra. Infatti, l'atmosfera fornisce i gas per la fotosintesi (CO_2) e per la respirazione cellulare

(O_2), l'idrosfera l'acqua (H_2O) e la litosfera tutti i sali indispensabili ai processi vitali di ogni essere vivente.

A.5 - IL CICLO DELLA MATERIA

A differenza dell'energia, trasferita in un flusso, gli atomi che formano le sostanze della componente abiotica e biotica entrano in un circolo che prevede il continuo riutilizzo della materia (Figura 12).

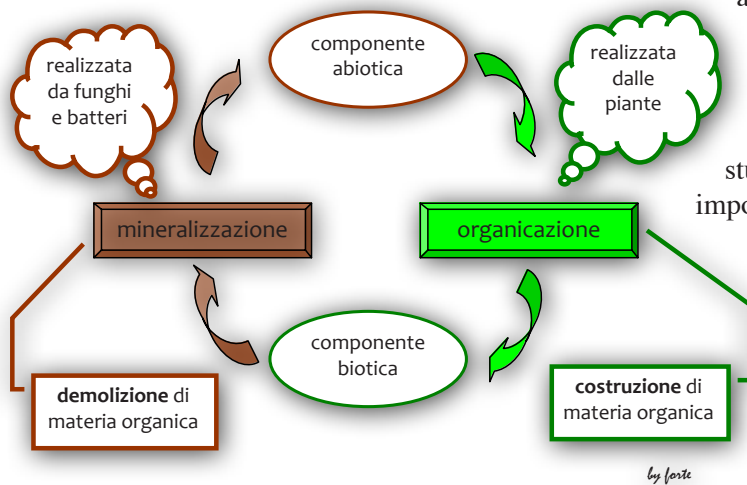
In natura, più precisamente nella biosfera, per gli atomi di ogni elemento chimico è possibile descrivere un ciclo particolare.

I cicli più importanti riguardano gli elementi i cui atomi formano la materia vivente: carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, fosforo e zolfo (C, H, O, N, P, S).

Figura 11 - La componente abiotica dell'ecosistema "lago" comprende non solo l'acqua con le sostanze in essa disciolte, ma anche l'atmosfera e il territorio circostante costituito da rocce e suolo: l'insieme di tali fattori rende possibile la presenza di comunità di organismi specifici per ogni ambiente.



Figura 12 - Il ciclo della materia



Occorre rilevare che possiamo descrivere cicli non solo per gli atomi dei diversi elementi chimici ma anche per alcuni importanti composti: ad esempio, accanto al ciclo dell'idrogeno o dell'ossigeno troviamo il ciclo dell'acqua; quest'ultimo è particolarmente studiato poiché riguarda la sostanza più importante per gli organismi viventi.

Una differenza fondamentale tra i cicli degli elementi chimici e il ciclo dell'acqua è che i primi sono costituiti da una serie ciclica di reazioni chimiche che avvengono spontaneamente o sono attuate dagli organismi viventi, mentre il ciclo dell'acqua prevede solo trasformazioni di tipo fisico (passaggi di stato).

Se si considerassero tutti i cicli esistenti in natura che interessano e coinvolgono direttamente gli esseri viventi, si potrebbe notare come la materia, durante il suo continuo ricircolo, ripeta un percorso nell'ambito del quale essa passa da forme inorganiche forme organiche per poi ritornare, a conclusione del ciclo, ancora nella forma inorganica.

La materia inorganica, vale a dire i materiali della componente abiotica, diventa organica essenzialmente grazie alle piante che con la fotosintesi costruiscono materia organica sotto forma di zuccheri a partire da acqua e anidride carbonica; partendo dagli zuccheri, le piante sono in grado di sintetizzare tutte le sostanze organiche di cui il loro organismo è formato, utilizzando altre sostanze inorganiche presenti in natura: gli ioni minerali.



Figura 13 - I Funghi sono organismi eterotrofi, simbiotici o che vivono a spese di altri organismi vivi (funghi parassiti) o morti (funghi saprofiti).

L'insieme delle reazioni e processi che conduce a questo risultato è l'**organicazione**: la materia inorganica trasformata in organica di fatto diventa componente biotica. La forma organica è strettamente legata alle funzioni vitali dell'essere vivente, ma quando queste cessano, inizia, grazie a batteri e funghi, l'opera di demolizione delle macromolecole organiche che formavano la materia vivente. In questa seconda parte del ciclo, quanto costruito in precedenza viene scomposto: l'insieme di questi processi di demolizione si definisce **mineralizzazione**

Figura 14 - Le foglie cadute in autunno con il tempo vengono decomposte da diversi organismi e i prodotti della mineralizzazione delle sostanze organiche arricchiscono il terreno di sostanze indispensabili per gli autotrofi.



(Figure 13 e 14). La componente biotica ritorna ad essere componente abiotica.

A.6 - CATENE TROFICHE O ALIMENTARI

Una volta chiarito “chi” sfrutta l'energia del Sole e “come” essa viene utilizzata, rimane da risolvere il modo in cui l'energia fluisce dagli autotrofi agli eterotrofi.

Il significato stesso di flusso fa pensare ad un passaggio da esseri viventi ad altri, concetto tradotto in un modello raffigurato da una catena in cui l'energia è trasferita sotto forma di alimento, vale a dire energia chimica.

Occorre sottolineare che l'energia chimica contenuta nel cibo non può essere ceduta integralmente da un organismo vivente ad un altro, cioè da un anello al successivo lungo la catena alimentare, infatti, una parte consistente di energia viene usata per svolgere le funzioni vitali come crescere, muoversi, mantenere costante la temperatura corporea, ecc. La quantità di energia inizialmente presente nel cibo non è più disponibile nella stessa quantità per altri esseri viventi che si trovano più avanti nella catena alimentare. (di questo aspetto ci occuperemo più avanti con la legge del decimo).

Figura 15 - I Cavalli (Equus caballus) sono erbivori, se liberi in natura mangiano per molte ore al giorno.



Si tratta ora di capire chi sono il primo anello, gli anelli intermedi e l'ultimo anello della **catena alimentare o trofica**.

Definendo organismi autotrofi le piante, le alghe e i batteri fotosintetici, di fatto abbiamo già indicato il primo anello della catena alimentare; per la loro capacità di convertire l'energia luminosa del Sole in energia chimica questi organismi sono detti **produttori**.

Qualsiasi catena alimentare inizia sempre con i produttori, sinonimo organismi autotrofi, e non è immaginabile ipotizzarne una senza essi.

MEMORIZZA:

- * non esiste una catena alimentare senza produttori
- * i produttori sono solo il primo anello di cui non fanno parte gli eterotrofi

Il secondo anello è costituito da organismi eterotrofi: sono tutti gli animali per cui le piante costituiscono l'alimento esclusivo. Questi animali sono detti **consumatori primari**, o **erbivori**, animali in grado di trasformare tessuti organici di tipo vegetale in tessuti animali (Figura 15).



Figura 16 - Gli Afidi si nutrono della linfa elaborata (ricca di zuccheri) delle piante. Nelle due immagini Afidi delle rose (Macrosiphum rosae)



Figura 17 - Gli Insetti negli stadi adulti (nella foto) si nutrono prevalentemente di nettare o polline; allo stadio larvale di foglie, frutti, legno.

Fanno parte degli erbivori non solo i noti erbivori domestici, come bovini, ovini, equini, ecc., ma anche tutti gli invertebrati che si nutrono di piante. Si pensi solo agli insetti e alla loro biblica capacità distruttiva (Figure 16 e 17).

Si giunge così al terzo anello composto sempre da organismi eterotrofi: si tratta di quegli animali che hanno come alimento gli erbivori o consumatori secondari. Per questa ragione tali animali sono definiti **consumatori secondari**, o **carnivori** (Figura 18).



*Figura 18 - Le Sardine (*Sardina pilchardus*) si nutrono di plancton che filtrano attraverso le branchie, dall'acqua.*

Fonte dell'immagine Wikipedia

Non si deve pensare, però, a un significato riduttivo del termine carnivoro, inteso come animale che mangia carne di altri animali. È ritenuto carnivoro chiunque si nutra di erbivori e perciò è da considerare tale anche chi si nutre, per esempio, di insetti che a loro volta si cibano di foglie; nello specifico, un animale che si nutra di insetti è meglio individuato come insettivoro, anche se indubbiamente esso appartiene alla categoria dei carnivori.

L'anello successivo è il quarto e in genere, negli ecosistemi terrestri, è l'ultimo anche se le più diffuse catene alimentari si fermano a tre livelli; ne fanno parte ovviamente organismi eterotrofi animali indicati come **consumatori terziari**; essi hanno come alimento sia i consumatori primari, gli erbivori, sia consumatori secondari, i carnivori di primo ordine.

I consumatori terziari sono anch'essi carnivori ma nel senso più stretto del termine; la loro collocazione non è così rigida come i carnivori del livello precedente: essi possono essere anche consumatori secondari, chiaramente in funzione del tipo di preda di cui si nutrono (Figura 19).

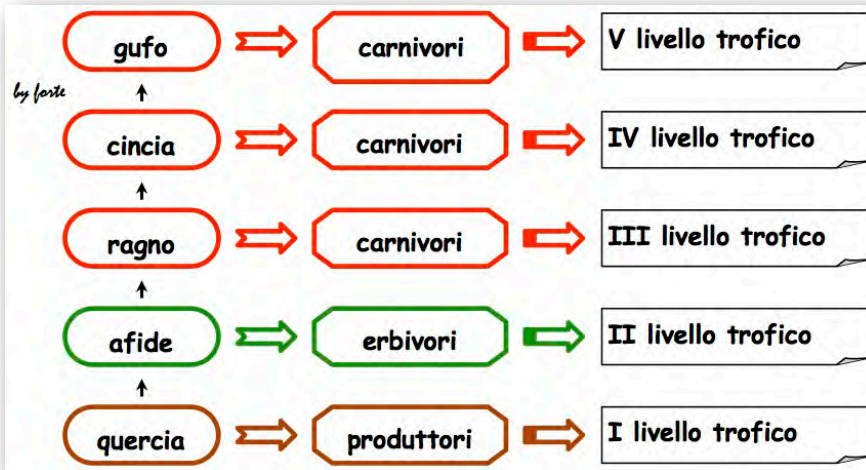


Figura 19 -
Catena trofica
con relativi livelli

In realtà nessuno di questi ruoli, salvo quello di piante e alghe, è così chiaramente definito. Se è vero, infatti, che una mucca o una capra mangiano erba, è altrettanto vero che essi assumono con l'erba anche un certo numero di piccoli animali; inoltre esistono animali che non sono collocabili in maniera univoca in uno solo degli anelli studiati: è il caso degli **onnivori**. Gli onnivori comprendono un gran numero di animali diversi che si nutrono indifferentemente di piante parti di esse, così come di animali piccoli o grandi: tra questi possiamo ricordare molti uccelli, come ad esempio i merli o i pettirossi, gli scoiattoli e le marmotte, i maiali e gli stessi esseri umani.

Si può ritrovare questa flessibilità di posizione anche negli ambienti acquatici, dove le catene alimentari principali arrivano a cinque livelli e la

regola “pesce grosso mangia pesce piccolo” è applicata sistematicamente (Figura 20).

In tali ambienti il primo anello, quello dei produttori, è costituito dalle alghe del fitoplancton o da piante acquatiche, il secondo anello, quello dei consumatori primari, è formato dallo zooplancton (protozoi, piccoli animali o forme giovanili di animali più grandi), il terzo anello, quello dei consumatori secondari, è costituito da piccoli pesci che si nutrono di plancton, ma anche di organismi enormi come le balene o gli squali balena; vi sono poi ulteriori anelli corrispondenti ai pesci ittiofagi (che mangiano altri pesci) ma anche agli uccelli marini (gabbiani, pinguini, sule, ecc.), organismi che vivono sulla terraferma nidificando spesso in colonie molto numerose, ma che attingono al mare per il loro cibo (Figura 21).

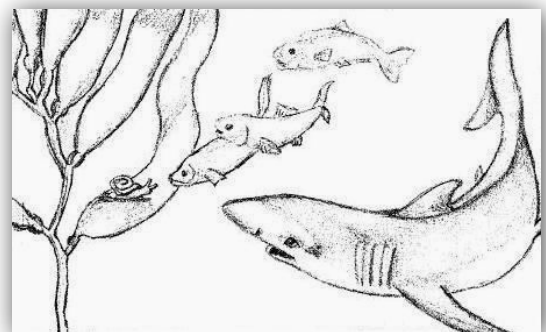
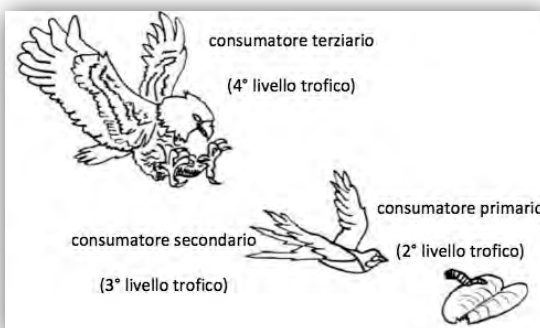


Figura 20 - Esempi di catene trofiche (disegni degli alunni Noemi Grassi e Matteo Gangi)

Operatività 1 Completa la tabella e indica per ogni organismo vivente il proprio ruolo

	Organismi viventi						
	quercia	civetta	funghi	scoiattolo	felci	batteri suolo	volpe
ruolo							

Operatività 2 Completa la seguente tabella indicando il ruolo assunto dall'uomo quando è consumatore degli alimenti indicati

livello trofico	biscotti	tonno	pomodori	pollo	cotoletta	frittata
Consumatore I						
Consumatore II						
Consumatore III						
Consumatore IV						

Con questo percorso è stato possibile rispondere alla domanda “come fluisce l’energia” e si può concludere che gli organismi viventi sono, in pratica, “macchine” che trasformano energia e come tutte le “macchine” hanno una durata, una vita limitata e variabile, in termini di tempo, da specie a specie.

A questo punto si pone un'altra domanda: concluso il loro ciclo vitale, qual è il destino di ciò che rimane e non più vivente (foglie, rami o tronchi di piante morte, escrementi o cadaveri di animali)?

I resti rappresentano comunque energia e quindi alimento per altri organismi viventi in grado di sfruttarli per le proprie funzioni di vita.

Questi organismi viventi sono anch'essi eterotrofi e sono detti **decompositori**; ne fanno



Figura 21 - I Gabbiani (gen. Larus), si nutrono di pesci, insetti, uova, vermi, ma anche dei nostri rifiuti.

parte in primo luogo i **saprofagi**, o animali spazzini, quei piccoli e grandi animali che si nutrono di organismi morti: possiamo ricordare iene e avvoltoi, ma anche piccoli insetti e poi i **detritivori**, soprattutto mineralizzatori, come funghi e batteri.

Accanto alle catene alimentari terrestri e acquatiche analizzate in precedenza, vi sono quindi anche le **catene del detrito** che, a differenza delle altre catene alimentari, hanno come primo anello ciò che rimane di un organismo morto ossia materia organica da cui ricavare energia.

Per meglio comprendere l'importanza della catena del detrito, si pensi a ecosistemi in cui la fotosintesi non può svolgersi, come può essere la zona afotica dei laghi e dei mari, ossia la zona profonda in cui non giunge la luce del Sole: ebbene, in queste situazioni l'intera componente biotica è sostenuta dalla catena del detrito.

Un'altra differenza rispetto tra le catene alimentari e le catene del detrito è l'esito finale.

Infatti, se nella catena alimentare la finalità è il trasferimento di energia e il risultato è un aumento di entropia, nella catena del detrito la finalità è pur sempre un trasferimento di energia, ma il risultato finale sono la materia inorganica e la conclusione del suo ciclo.

Le catene alimentari presenti in un ecosistema non sono tra loro parallele, ma si intersecano in **reti alimentari**: molto consumatori, nei diversi livelli trofici, si cibano di più organismi viventi e possono essere così, in base al proprio regime alimentare, consumatori primari, secondari o terziari. Se si volesse descrivere precisamente l'insieme di apporti tra gli organismi viventi presenti in un dato ecosistema, il modello più corretto sarebbe una rete alimentare.

APPROFONDIMENTO - I FATTORI LIMITANTI di Dino Tieli

I fattori limitanti, detti anche ecologici, sono quegli agenti - chimici, fisici, biologici - che possono determinare un rallentamento o un danno alla crescita numerica delle diverse popolazioni con la loro assenza, scarsa presenza o eccesso.

E' opportuno suddividerli in fattori abiotici e fattori biotici.

Fra quelli abiotici possiamo ricordare la luce, la temperatura, l'acqua e l'umidità, il vento, l'ossigeno, la salinità, la pressione ecc.

Fra quelli biotici, sicuramente il rapporto preda-predatore, ma anche i rapporti simbiotici e le competizioni interspecifiche e intraspecifiche o omotipiche.

In base alla maggiore o minore capacità delle diverse specie e/o popolazioni di sopportare forti variazioni dei diversi fattori limitanti, si è giunti al concetto di valenza ecologica.

Le specie possono dunque essere definite :

- * **euriecie**, quando sono dotate di grande tolleranza nei confronti delle variazioni dei diversi fattori ecologici
- * **stenoecie**, quando, viceversa, tollerano con difficoltà le variazioni dei fattori ecologici

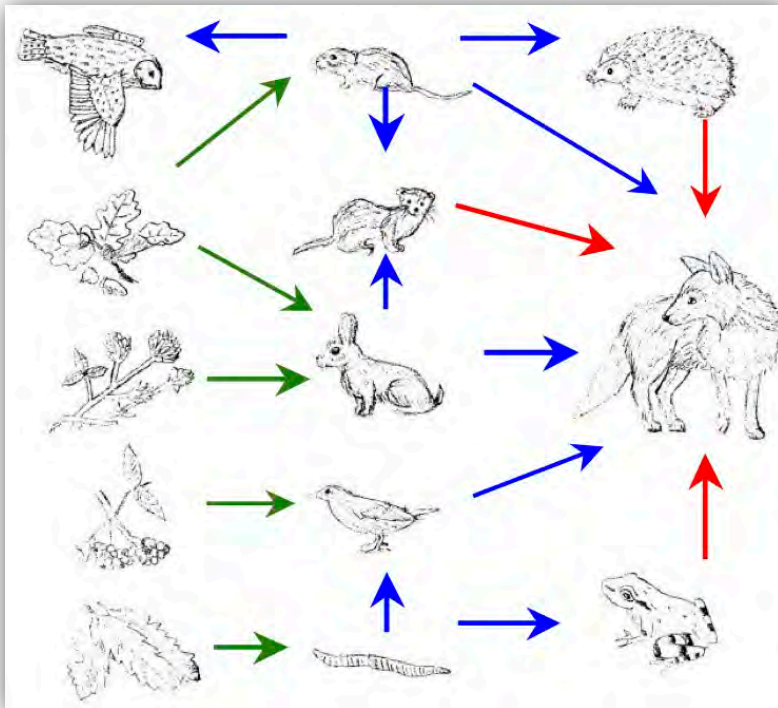


Figura 22 - Rete trofica (disegno dell'alunna Noemi Grassi) -
Le frecce indicano "chi è mangiato da chi": in verde la relazione tra produttori e consumatori primari (primo livello trofico), in blu le relazioni trofiche dei consumatori secondari e in rosso il terzo livello trofico.

Avendo delineato una sorta di geometria relazionale degli ecosistemi, potremmo dire che le singole catene trofiche rappresentano la **dimensione lineare**, le catene alimentari che non si intersecano rimanendo parallele rappresentano invece la **dimensione planare**; infine le reti alimentari, spesso complesse e in continua evoluzione, definiscono la **dimensione spaziale** degli ecosistemi (Figura 22).

A.7 - LE PIRAMIDI ECOLOGICHE

Il numero di produttori presenti in un ecosistema dipende dai fattori limitanti presenti in esso, tra i quali possiamo citare la luce solare, la temperatura, la ventosità, la disponibilità di acqua e i sali minerali. Pensare di censire numericamente i produttori, ma anche i consumatori, non ha molto senso. È preferibile invece fare riferimento al termine di biomassa.

Per poter chiarire il significato di biomassa, è però indispensabile introdurre prima quello di **produttività**, definita come la velocità di trasformazione fotosintetica dell'energia

luminosa in energia chimica di legame presente nelle molecole organiche.

Si tratta, in altre parole, della quantità di sostanza organica sintetizzata dai produttori, per unità di tempo e di superficie (ad esempio la quantità di sostanza organica sintetizzata dalle piante erbacee di una prateria e per metro quadrato di superficie nel corso di un anno).

Il concetto di produttività è quindi traslato ai consumatori primari e successivamente a quelli secondari.

Il valore della produttività dipende dalla disponibilità dei fattori ambientali indicati precedentemente, e varia in funzione della specie. Infatti, a parità di altre condizioni, la velocità con cui ogni specie vegetale produce biomassa dipende dal suo programma genetico. Per ovviare al problema di dover considerare separatamente gli apporti di ogni ciascun individuo di ogni singola specie vegetale questo problema, si ricorre al concetto di **biomassa**, corrispondente al peso secco di tutti gli organismi viventi di un determinato livello della catena alimentare.

In sé, la biomassa non è altro che il contenuto di sostanza organica, quindi di energia chimica presente negli organismi viventi di un dato livello trofico o in tutti gli organismi viventi di un dato ecosistema. Il duplice aspetto del concetto di biomassa risulta evidente in quanto, seppur la sua quantità sia normalmente espressa in grammi/m², è possibile passare con semplici calcoli al corrispondente valore energetico, espresso in Joule/m².

Si ha così la possibilità di rappresentare graficamente la successione dei livelli trofici di un ecosistema (produttori, consumatori primari, consumatori secondari, ecc.) con una piramide a gradini dove, mantenendo costante l'altezza, l'area dei singoli gradini è proporzionale al valore della biomassa del corrispondente livello (Figure 23-25).

Figura 23 - Nella prateria la maggior parte della biomassa è concentrata nelle piante erbacee attraverso le quali fluisce la gran parte dell'energia

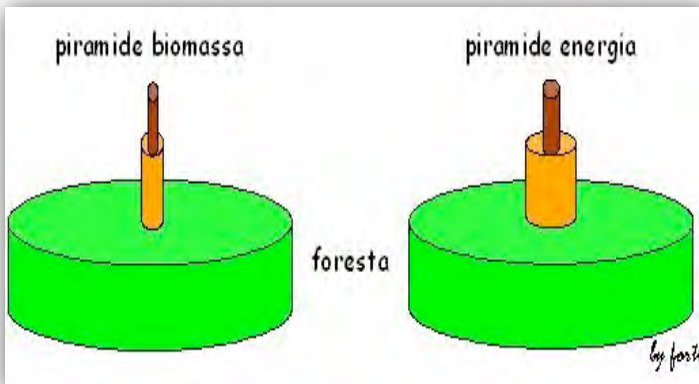
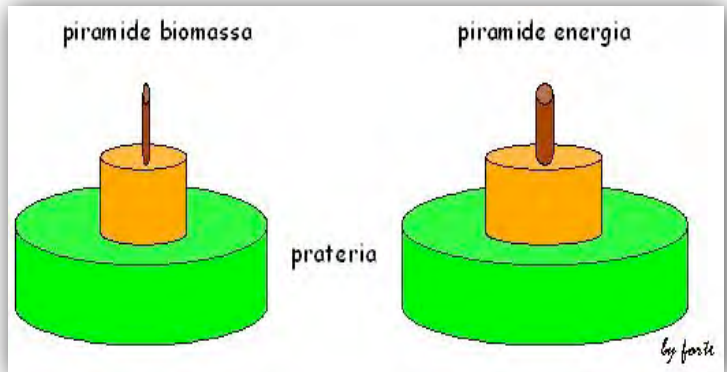


Figura 24 - Nella foresta la maggior parte della biomassa è concentrata nel legno che è praticamente indispensabile per gli erbivori

Figura 25 -- Nell'oceano aperto la piramide della biomassa è invertita perché i produttori sono alghe unicellulari che si moltiplicano con tale rapidità che una pur piccola biomassa è in grado di sostenere una notevole biomassa di erbivori

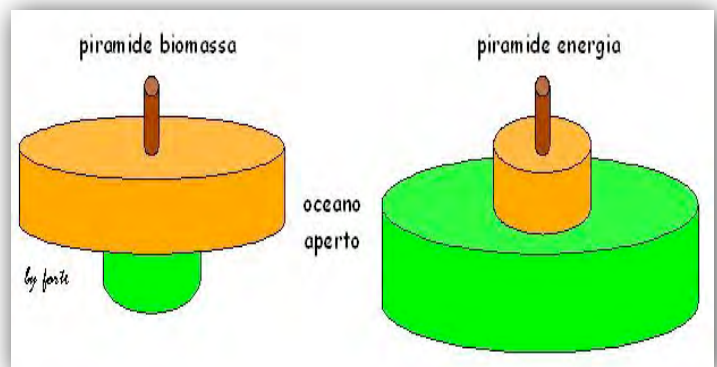




Figura 26 - In un prato il numero degli individui produttori per unità di superficie è molto elevato.

La **piramide della biomassa**, quindi, rappresenta la quantità di materia secca (cioè la massa vivente una volta sottratto il peso dell'acqua in essa contenuta) per unità di superficie. È facile intuire come la biomassa degli organismi di un dato livello trofico sia maggiore rispetto a quella del livello successivo; tuttavia questa proporzione non vale per tutti gli ambienti del nostro pianeta: negli ecosistemi acquatici lontani dalla costa se consideriamo il livello dei produttori e quello dei consumatori primari la situazione di norma è differente. In questi ambienti, i produttori, come detto in precedenza sono alghe unicellulari; se andiamo

a misurare la biomassa di tali organismi e la mettiamo a confronto con quella degli organismi che se ne nutrono, troviamo una situazione invertita. Questa apparente contraddizione si risolve se si osserva il tasso (cioè la velocità) di riproduzione degli organismi considerati: il tasso di riproduzione delle alghe è così rapida da bilanciare e sostenere una biomassa di erbivori (o "alghivori") anche molto grande.

Oltre la piramide della biomassa, utili a comprendere la struttura delle catene alimentari vi sono altri due tipi di piramide: quella dei numeri di individui e quella dell'energia.



Figura 27 - Bosco di faggi: la dimensione delle piante fa sì che il numero di individui per unità di superficie sia limitato.

Figura 28 - Camosci in Valfurva (SO): il numero di individui sul territorio è limitato dalla scarsa disponibilità di produttori ad alta quota



Nel caso della **piramide dei numeri**, ogni gradino ha un'ampiezza proporzionale al numero di individui appartenenti a un dato livello trofico. Questo modello ci dà un'idea della distribuzione del numero di individui nei vari livelli trofici. Contrariamente a quanto il senso comune può indurci a pensare, in un ecosistema terrestre il gradino più basso non è necessariamente quello più ampio. Se pensiamo ad un prateria, il numero di individui vegetali può essere superiore a quello degli organismi erbivori, anche se dobbiamo ricordare che tra gli erbivori non vi sono solo i mammiferi, ma sono compresi anche piccoli insetti, il cui numero è

comunque molto grande (Figura 26). Se invece andiamo a campionare gli individui presenti in una foresta, è molto probabile che il gradino più basso (produttori) sia più ristretto del successivo (erbivori): è infatti facile immaginare che un piccolo numero di grandi alberi possa fornire nutrimento ad un numero enorme di animali, ad esempio piccoli insetti (Figura 27). Quindi la piramide dei numeri indirettamente ci dà anche un'idea della dimensione degli organismi presenti in un dato livello trofico (Figure 28 e 29).

Figura 29 - Mucche al pascolo: sono necessari ampi pascoli per sostenere la crescita di organismi di grandi dimensioni.



La **piramide dell'energia** descrive invece la quantità di energia chimica trasferita da un livello trofico al successivo in un dato periodo di tempo. Poiché nel passaggio di energia chimica da un livello al successivo una parte dell'energia introdotta dagli organismi si disperde nell'ambiente in forma di calore e una parte viene utilizzata per compiere lavoro (ad esempio per muoversi), la quantità di energia trasferibile al livello immediatamente successivo è senz'altro inferiore.

Mediamente la quantità di energia trasferibile si riduce di dieci volte da un livello al successivo (si veda la legge del decimo al paragrafo successivo).

È evidente che l'insieme delle tre piramidi è un valido aiuto per meglio comprendere la dinamica, l'equilibrio e la sostenibilità dell'ecosistema a cui si fa riferimento.

Prendiamo ora in esame le forme più frequenti dei tre tipi di piramidi.

A.7.1 - Dimensioni delle piramidi ecologiche

Nel considerare gli strumenti utili a capire la struttura dell'ecosistema è stato tralasciato un aspetto non secondario: la dimensione delle piramidi.

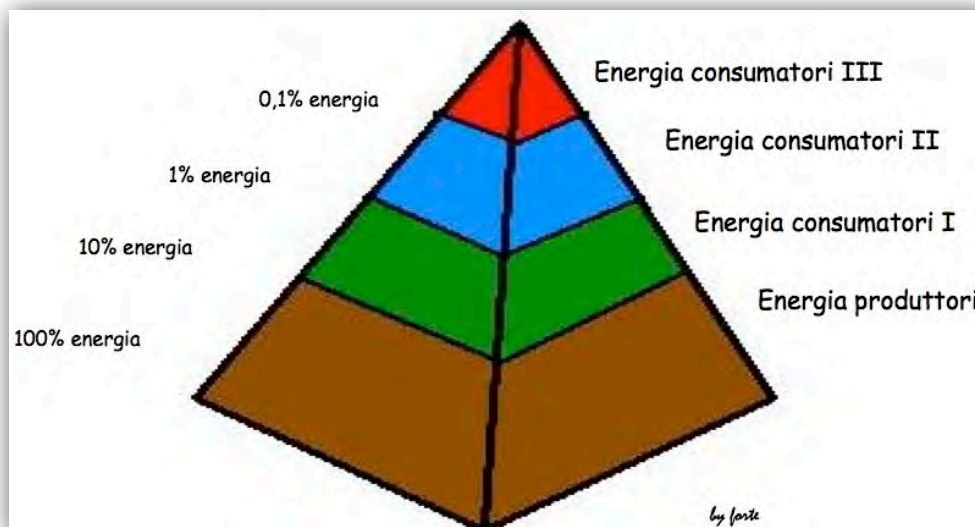
Come fatto in precedenza, partiamo da domande

- * quanta energia fluisce da un livello all'altro?
- * quanti individui ne fanno parte?

Ad ogni livello l'energia trasformata con la fotosintesi o ingerita dagli organismi viventi è persa, in gran parte, attraverso la respirazione cellulare, il movimento, in forma di calore, e un'altra piccola parte con le deiezioni animali o le secrezioni vegetali.

Ciò che rimane disponibile per il livello successivo, come determinò R. Lindeman, è solamente in media al massimo il 10% dell'energia di partenza: **Legge del decimo**. (Figura 30).

Figura 30 - La piramide dell'energia



L'applicazione pratica di tale legge è ciò che possiamo verificare in ogni ecosistema in equilibrio, dove il numero degli organismi presenti in ogni livello è direttamente correlato all'energia iniziale; qualora ci fosse uno scostamento dal rapporto indicato, l'ecosistema stesso entrerebbe in crisi e sarebbe costretto a cercare un nuovo equilibrio.

Se per ipotesi in una qualsiasi semplice catena alimentare costituita da

produttori → erbivori → carnivori

si verificasse il completo trasferimento di energia da un livello a un altro, le conseguenze sarebbero tali da metterne in discussione l'esistenza stessa. Infatti, se gli erbivori consumassero tutta l'energia presente nei produttori, il flusso si interromperebbe e così pure la catena alimentare che comunque entrerebbe in crisi se si ipotizzasse il completo trasferimento di energia dagli erbivori ai carnivori.

Le conclusioni che si possono trarre dall'esempio semplificato sono le seguenti:

- * il numero dei consumatori dipende dalla lunghezza della catena
- * maggiore è la distanza dal sole (dall'energia chimica fissata a partire dalla luce solare da parte dei produttori) nella catena alimentare, minore è il numero delle specie dell'ultimo livello
- * salendo nella catena alimentare, gli animali sono più grandi e meno numerosi

A conferma di quanto anticipato, di fatto la legge del decimo definisce la lunghezza delle catene trofiche: nella maggior parte degli ecosistemi ci si limita al massimo a 5-6 livelli.

I motivi per cui i livelli trofici non possono essere più numerosi possono essere così sintetizzati:

- * elevate perdite da un livello all'altro e conseguente limitatezza dell'energia disponibile da un livello al successivo; in qualunque ecosistema, l'energia a disposizione degli organismi posti al sesto

livello è lo 0,001% di quella iniziale (100 mila volte meno, cioè 10^5 , poiché con ogni passaggio si riduce di un fattore pari a dieci e i passaggi sono 5);

- * lo spazio vitale necessario per gli individui delle varie specie aumenta con il livello; i predatori hanno bisogno di più vasti territori per reperire le risorse alimentari di cui hanno bisogno per vivere, accrescersi e nutrire la prole;
- * lunghe catene trofiche possono subire ampie fluttuazioni delle popolazioni di un dato livello, con conseguente rischio di estinzione nei livelli successivi.

OPERATIVITÀ

Dimensiona una catena alimentare costituita da:

produttori (erba) → cervi → lupi.

Documentati sulla composizione numerica di una famiglia di lupi e da questa ricostruisci la catena alimentare rispettando la condizione di equilibrio.

A.8 - AMPLIAMO I CONCETTI

In questa trattazione sono stati usati termini quali ambiente, ecosistema e altri di cui non sono stati espressi i relativi concetti.

Ora, dopo aver indicato "chi" è coinvolto nell'uso dell'energia e "come" avviene il trasferimento da un organismo ad un altro o da un livello trofico al successivo, è naturale introdurre termini che esprimano concetti in cui sono ripresi i passaggi fin qui presi in esame. Per ridisegnare l'intero percorso, un criterio filologico può essere il passaggio da strutture micro a macro (Figura 31).

Delineato l'itinerario, trascuriamo il percorso fino agli esseri viventi, già ampiamente trattato, e iniziamo dal concetto di specie che rappresenta il raccordo verso livelli di struttura sempre più complessi (Figura 32).

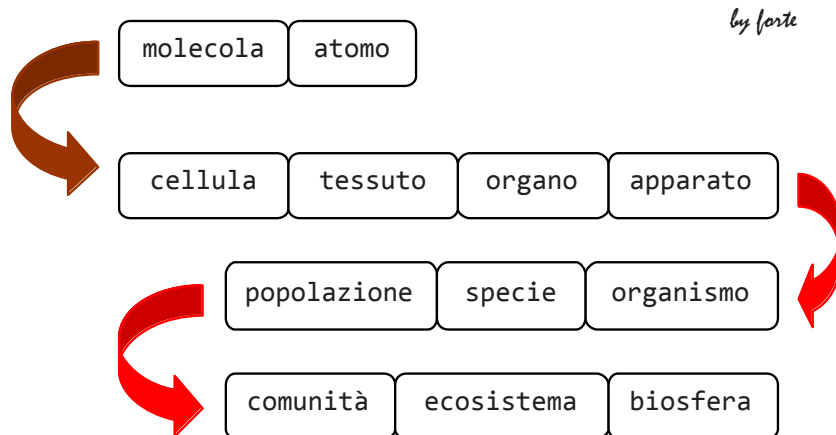


Figura 31 - Dall'infinitesimamente piccolo alla biosfera: l'organizzazione della materia, dei sistemi viventi e degli ecosistemi è davvero complessa.



Figura 32 - Un ecosistema d'acqua dolce.

A.8.1 - Specie, popolazioni e comunità

Seppure Darwin nella sua opera “L’origine della specie tramite selezione naturale” non dia una definizione di specie, considerandola una definizione arbitraria, vi sono attualmente tre filoni prevalenti che riguardano la definizione di specie.

Tralasciamo le definizioni evoluzionistica e filogenetica, e limitiamoci a quella biologica: è considerata una **specie** un gruppo di individui somiglianti che si incrociano illimitatamente generando prole fertile. Ne consegue che la condizione essenziale del concetto di specie è la capacità di generare prole a sua volta in grado di riprodursi e garantire così la sopravvivenza della specie stessa (Figura 33).

OPERATIVITÀ

Ricerca i meccanismi di riconoscimento adottati dagli animali per il corteggiamento e il successivo accoppiamento.

Va precisato che la somiglianza non è riducibile al solo aspetto fisico. Infatti, individui apparentemente identici, o comunque molto

somiglianti **per convergenza morfologica**, ma in realtà **geneticamente** diversi, non sono in grado di accoppiarsi perché l’evoluzione con la selezione naturale, ha introdotto meccanismi di riconoscimento che ne rendono impossibile l’accoppiamento stesso.

Passare ora al livello funzionale superiore è immediato e il concetto di popolazione è derivato direttamente da quello di specie. Infatti, una popolazione è formata da un gruppo di individui della stessa specie presenti in un dato momento in un’area geografica e liberi di accoppiarsi e generare prole fertile.

Oltre al richiamo al concetto di specie, in quello di popolazione sono presenti altri aspetti particolari che lo identificano e precisamente: l’essere gruppo ma non nel senso restrittivo del termine, la coabitazione nello stesso territorio e la presenza contemporanea in un dato periodo di tempo.

Tuttavia, in qualsiasi area geografica non può esistere una sola popolazione di un’unica specie e il transito ad un livello di struttura superiore è obbligatorio. Si giunge così al concetto di **comunità**, o **biocenosi**: l’insieme delle popolazioni delle diverse specie presenti in un dato momento nella stessa area geografica e legate da rapporti di reciproca dipendenza.

Figura 33 - Una Folaga (gen. Fuliga) con i piccoli





*Figura 34 - Negli ambienti desertici l'acqua è il fattore limitante: la vita è rigogliosa solo nelle oasi.
Foto di Mauro Festa Larel*

Similmente all'analisi svolta per il concetto di popolazione, in quello di comunità, oltre la coabitazione nella stessa area geografica, troviamo l'aspetto caratterizzante il concetto stesso di comunità, ovvero la presenza di legami di reciproca dipendenza.

In mancanza di questi legami, che possono essere rapporti trofici come la simbiosi, il rapporto preda/predatore, o di altro tipo, ad esempio competizioni eto-ecologiche interspecifiche o intraspecifiche, non ha senso parlare di comunità. A questo punto è spontaneo osservare che ogni livello trofico è formato da popolazioni, ma solo il loro insieme definisce la comunità.

Proseguendo con il parallelismo con le catene trofiche, si giunge, infine, a distinguere la comunità in due componenti, quella vegetale, detta **fitocenosi**, e quella animale, detta **zoocenosi**, che a ben vedere significa pure separazione fra organismi autotrofi ed eterotrofi.

A.8.2 - Ambiente, biotopo e habitat

Non si può concludere il percorso iniziato, e pertanto definire l'ecosistema, se prima non si risponde a una semplice domanda: dove vive la comunità?

Nel trattare le catene alimentari, si è fatto riferimento, in modo generico, al luogo dove vivono gli organismi viventi, senza però esprimerne un concetto che, a questo punto, deve essere legato a quello di comunità.

Il termine che soddisfa questa necessità - che riunisce in sé significati precedenti e consente un legame al concetto di comunità, oltre a quello successivo di ecosistema - è **ambiente**, inteso come "l'insieme dei fattori esterni ad un organismo vivente in grado di condizionarne la vita". Questo semplice enunciato racchiude entrambe le accezioni di componente biotica e abiotica, li lega direttamente e l'esclusione di uno nega la presenza dell'altro. Ma quali sono i fattori esterni? Seppur già definito, è bene ribadire di nuovo che i fattori esterni sono rappresentati dalla materia, appartengono all'atmosfera, idrosfera e litosfera e devono avere parametri e valori compatibili con la vita stessa.

Un'ulteriore semplificazione ci porta a considerare l'ambiente come l'inventario, un elenco di ciò che è presente in un'area geografica e che risulta essenziale e necessario per gli esseri viventi. Non si tralasci che per la popolazione di una specie è essenziale e vitale

tanto la componente vivente che quella non vivente (Figura 34).

Spesso al termine ambiente si preferisce usare **biotopo** inteso come “spazio fisico in cui vive la biocenosi”. Benché la definizione sia più sintetica, essa però racchiude concetti più ampi come quello di spazio fisico e biocenosi.

Qualora non si volesse fare riferimento all’intera biocenosi ma ad una singola e ben definita specie, il termine che soddisfa questa esigenza è quello di **habitat**.

Infatti, si considera l’habitat come “il luogo fisico con caratteristiche abiotiche e biotiche che permettono la vita e lo sviluppo di tutte le popolazioni della specie considerata”.

Quindi, mettendo a confronto l’habitat con il biotopo, possiamo dire che mentre il primo riguarda l’intera specie, il secondo solo la popolazione di quella specie e tutte le altre presenti in quell’area geografica delimitata.

OPERATIVITÀ

Documentati sugli habitat dei seguenti organismi viventi: erba medica (*Medicago sativa*), trota (*Salmo trutta*), lontra (*Lutra lutra*)

Se si volesse ulteriormente semplificare tale definizione, si pensi all’habitat come

all’indirizzo della specie in questione. Ognuno di noi ha un proprio indirizzo e recapito dove è rintracciabile, ebbene anche le specie viventi hanno un indirizzo, inteso come luogo geografico, dove è certa la loro presenza.

A.8.3 - Nicchia ecologica

Dopo aver illustrato il concetto di habitat, ma sempre legato a questo, vi è un altro aspetto da esaminare, posto tra l’altro dalla domanda: come agisce nell’habitat ogni singola specie? La risposta è racchiusa nel concetto di **nicchia ecologica**, intesa come il ruolo funzionale della specie in esame e comprende tutte le relazioni che questa ha con l’ambiente. Nell’indicare il ruolo e le relazioni della specie, il concetto di nicchia corrisponde alla professione della specie, alla sua posizione nella catena trofica e al suo ruolo ecologico. In estrema sintesi, la nicchia ecologica è ciò che mangia quella specie e il modo in cui se lo procura cioè se si comporta da predatore piuttosto che da preda, o altro (Figure.35 e 36).

Precisata la correlazione tra habitat e nicchia ecologica, è doveroso aggiungere che nello stesso habitat, in genere, sono presenti più nicchie ecologiche che permettono quindi la coabitazione di più specie senza che fra esse vi sia competizione interspecifica.

Le specie che occupano le nicchie ecologiche sono distinte in specialiste e generaliste.

Figura 35 - Disegno dell’alunna Alessia Battiati





Figura 36 - L'Airone cinerino (*Ardea cinerea*) vive lungo i fiumi o i laghi in diverse regioni d'Italia.

Le **specialiste** vivono in un solo habitat, si cibano di un solo tipo di alimento e sono sensibili ai mutamenti dei fattori climatici e ambientali (ne sono un esempio il panda e il koala).

Le specie **generaliste** vivono in nicchie più ampie e hanno una maggiore capacità di adattamento (esempio: mosche, scarafaggi, ratti, uomo) e sono avvantaggiate in ambienti soggetti a frequenti cambiamenti, mentre le specialiste sono favorite in ambienti con fattori stabili e costanti nel tempo (vedi a pag.15 "I fattori limitanti").

OPERATIVITA'

Documentati sulle nicchie ecologiche delle seguenti specie:

Tasso (*Meles meles*), Rospo comune (*Bufo bufo*), Cormorano (*Phalacrocorax carbo*), Vipera (*Vipera aspis*), Martin pescatore (*Alcedo atthis*).

A.8.4 - Il concetto di ecosistema

Siamo ora in possesso di tutti gli elementi e dei termini per affrontare il concetto di **ecosistema**, considerato come l'unità funzionale della biosfera.

"L'ecosistema è un'unità che include tutti gli organismi che vivono insieme (comunità

biotica) in una data area, interagendo tra loro e con l'ambiente fisico in modo tale che un flusso di energia e materia induce l'emergenza di una particolare struttura biotica e di un processo ciclico di scambio di materiali tra viventi e non viventi all'interno del sistema" (Odum 1983).

Nella definizione data da Odum sono presenti tutti i concetti espressi finora e tale definizione inoltre sottolinea come in un ecosistema tutti gli organismi vivano insieme in una data area geografica interagendo con l'ambiente in modo che un flusso di energia delinea una struttura biotica e un ciclo della materia tra viventi e non viventi all'interno del sistema stesso.

In sintesi, un ecosistema è una porzione della biosfera ed è costituito da:

- * biotopo
- * comunità o biocenosi
- * rapporti trofici in equilibrio dinamico tra biocenosi e biotopo
- * flusso di energia
- * ciclo della materia tra biotopo e biocenosi

Riprendendo la presenza del ciclo della materia, va aggiunto che gli ecosistemi sono sistemi aperti in grado di autoregolarsi; le loro dimensioni e strutture sono molto variabili, legate alla complessità delle reti trofiche presenti che, di fatto, ne rappresentano l'ossatura e, infine, data la loro contiguità, il passaggio da un ecosistema all'altro avviene in modo molto graduale.



Figura 37 - Il paesaggio delle Langhe in Piemonte. Anche gli ecosistemi in cui prevalgono le coltivazioni sono caratterizzati da rapporti tra organismi e ambiente.



1. Costruisci una tabella e confronta le caratteristiche degli organismi autotrofi ed eterotrofi
2. Evidenzia il ruolo della componente abiotica nelle catene trofiche
3. Descrivi la catena alimentare del pascolo
4. Spiega perché l'ultimo livello della catena alimentare ha a disposizione meno energia
5. Descrivi le connessioni esistenti tra specie, popolazione e comunità
6. Confronta il significato di habitat e nicchia ecologica e indica gli aspetti comuni e le differenze
7. Definisci e descrivi la struttura di una catena alimentare
8. Perché in una catena alimentare, ma anche in una rete alimentare, i decompositori rivestono un ruolo importante
9. Definisci la piramide ecologica e i suoi diversi tipi
10. Spiega da cosa dipende la dimensione della piramide ecologica
11. Usa la legge del decimo per spiegare il flusso di energia in una piramide ecologica
12. Spiega la differenza fra flusso di energia e clima
13. Spiega l'importanza della fotosintesi
14. Perché gli zuccheri sono considerati il combustibile per la vita

15. Confronta il significato di organizzazione e di mineralizzazione indicando le analogie e le differenze
16. Spiega perché una catena, oppure una rete, alimentare non può esistere senza i produttori
17. Che cos'è la catena del detrito? Motiva la sua importanza
18. Da quali fattori dipende la dimensione di una piramide ecologica?
19. Perché con la legge del decimo è possibile stabilire se un ecosistema è in equilibrio?
20. Definisci il concetto di specie

1. Il primo livello trofico è costituito dagli erbivori.
2. Gli onnivori non sono mai consumatori primari.
3. La luce è una componente biotica dell'ecosistema.
4. Una comunità è formata da individui della stessa specie.
5. Gli organismi autotrofi forniscono direttamente il nutrimento a tutti gli abitanti dell'ecosistema.
6. Gli animali erbivori sono considerati produttori perché si nutrono di vegetali.
7. Nel passaggio da un livello trofico al successivo tutta l'energia chimica immagazzinata nelle sostanze organiche passa al livello trofico successivo.
8. Due specie diverse possono occupare la stessa nicchia ecologica.
9. In uno stesso habitat non esistono nicchie ecologiche diverse.
10. I consumatori possono essere sia vegetali che animali.
11. I consumatori comprendono animali, funghi e muffe.
12. I decompositori liberano nell'ambiente le sostanze organiche indispensabili ai produttori.
13. I produttori sintetizzano sostanze organiche che vengono completamente utilizzate da altri esseri viventi.
14. I funghi e le muffe sono produttori.
15. La quantità minore di una biomassa è all'inizio della piramide.
16. In tutti gli ecosistemi a biomassa dei produttori è sempre maggiore.
17. Gli individui di una specie presenti in uno stesso ambiente formano una comunità
18. In un ecosistema, temperatura, umidità e clima, rappresentano i fattori biotici
19. In un ecosistema il flusso di energia attraverso una catena alimentare non subisce trasformazioni.
20. Un consumatore di 2° grado potrebbe essere un erbivoro.
21. In un ambiente le piante trasformano le sostanze organiche in inorganiche.
22. Il termine autotrofo si riferisce al fatto che questi organismi non si nutrono autonomamente.
23. Un ecosistema è il luogo dove vive una specie animale.

CACCIA
ALL'ERRORE