

# Sistemi chiusi e sistemi aperti

Parlando di sistemi, è utile fare una distinzione tra due loro tipi fondamentali: i *sistemi chiusi* e i *sistemi aperti*.

- Un **sistema chiuso** scambia con lo spazio esterno, o **ambiente**, solo **energia** e **non materia**.

Per esempio il pianeta Terra nel suo complesso, se si esclude l'apporto trascurabile di materia fornito dalle meteoriti, scambia con l'ambiente al di fuori dell'atmosfera solo energia, che costantemente riceve dal Sole come energia radiante (soprattutto radiazioni luminose e infrarosse) e alla fine restituisce allo spazio cosmico come calore. Può essere perciò considerato un sistema chiuso. Un altro esempio di sistema chiuso è la lampadina: essa scambia con l'ambiente circostante energia ricevendola come elettricità e restituendola come energia luminosa e calore, mentre l'ampolla di vetro sigillata impedisce ogni scambio di materia con l'esterno.

- Un **sistema aperto** scambia con l'**ambiente esterno** sia **energia** sia **materia**.

Tutti i sistemi viventi sono sistemi aperti. Pensate semplicemente a una pianta in un vaso di terra collocata sotto una campana di vetro ed esposta al sole: la pianta in questo modo diventa parte di un sistema chiuso. Per un po' riuscirà a sopravvivere utilizzando l'acqua rimasta nel terriccio e il diossido di carbonio ( $CO_2$ ) presente nell'aria della campana per compiere la fotosintesi e produrre una piccola quantità di zuccheri per nutrirsi; l'energia solare non le manca, ma tuttavia le scorte di acqua e di  $CO_2$  saranno presto esaurite e la pianta non potendo ricevere queste sostanze dall'ambiente esterno è destinata inevitabilmente a morire.

Esempi di sistemi aperti sono gli ecosistemi, costituiti di organismi di specie differenti, che vivono in stretta relazione tra loro e con un determinato ambiente (fig. 1).

Pensiamo a un bosco, formato da varietà di piante, animali, funghi e microrganismi e da un certo tipo di suolo: l'esistenza dell'ecosistema bosco dipende non solo dall'energia che riceve dal Sole e che mantiene in vita le piante, ma anche dalla materia che riceve dall'ambiente esterno, come per esempio l'acqua portata dalle piogge

e dai fiumi e l'aria contenente ossigeno e diossido di carbonio, i materiali e i residui apportati da altri animali di passaggio.

Nello stesso tempo il bosco esporta materia negli altri ambienti, per esempio l'ossigeno prodotto dalle piante, i semi delle stesse piante trascinati dalla pioggia o dal vento o disseminati da uccelli.

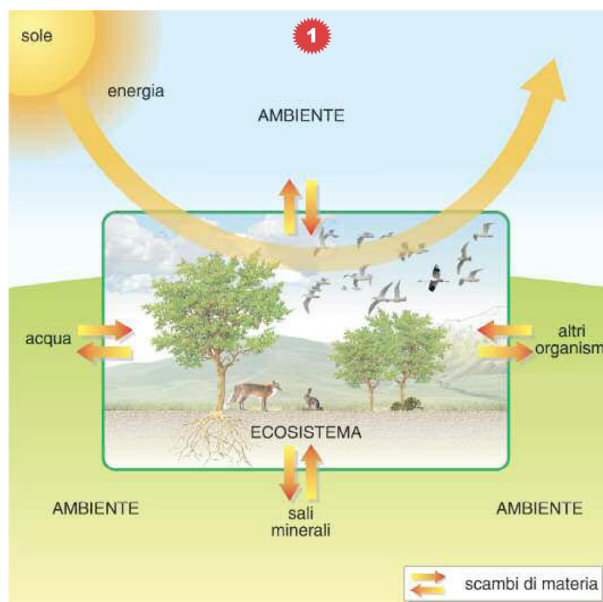
Un sistema aperto è quindi in comunicazione con altri sistemi aperti e i vari sistemi possono influenzarsi a vicenda. Così, l'ecosistema bosco viene influenzato dagli ecosistemi circostanti, che possono essere una prateria, un lago, un tratto di mare o una città, e li influenza a sua volta.

Un ecosistema è a sua volta formato da una fitta rete di sistemi aperti ancora minori, costituiti da ciascun singolo organismo: ogni filo d'erba, ogni albero, ogni animale. Scendendo ancora più in dettaglio, ciascuna cellula di ogni organismo è essa stessa un sistema aperto in miniatura.

Infine, si possono considerare sistemi aperti anche realtà come una città, una casa, un'automobile. Un sistema aperto come può essere un organismo vivente o un ecosistema è sottoposto a un continuo flusso di energia e a un incessante "andirivieni" di materia che coinvolgono ogni suo singolo componente, chiamato a svolgere una ben precisa attività interagendo in modo coordinato con gli altri componenti.

Come si può intuire, un'organizzazione così complessa è inevitabilmente esposta a molteplici rischi di disfunzione che potrebbero logorarla e farla rapidamente precipitare in una situazione di disordine. In realtà, i sistemi viventi riescono a ridurre al minimo questi rischi e a conservarsi relativamente stabili nel tempo grazie a una prerogativa di cui abbiamo già parlato: l'**omeostasi**, cioè la capacità di **autoregolazione**.

Questa è basata su una serie di meccanismi detti di retroazione che agiscono quando qualcosa rischia di modificare le condizioni di stabilità del sistema, riportandolo in una situazione di **equilibrio** (per questo si parla di **equilibrio dinamico**).



**Fig. 1.** Un ecosistema è considerato un sistema aperto, in quanto scambia con l'ambiente circostante sia materia sia energia.