

A1

La biologia, lo studio della vita

I TUOI OBIETTIVI

Gli organismi viventi hanno caratteristiche comuni

- ▶ Fornire esempi della diversificazione degli organismi viventi.
- ▶ Specificare i vari livelli gerarchici dell'organizzazione dei viventi.
- ▶ Conoscere le principali caratteristiche dei viventi.
- ▶ Capire come l'evoluzione possa spiegare sia la grande diversità sia l'unitarietà di base delle forme viventi.

Classificare i viventi ci aiuta a comprenderne la diversità

- ▶ Riconoscere i tre domini in cui sono classificati tutti gli organismi e i regni del dominio Eukarya.

La biosfera è un sistema organizzato

- ▶ Specificare i vari livelli di organizzazione che caratterizzano la biosfera.
- ▶ Distinguere tra ciclo della materia e flusso dell'energia negli ecosistemi.

Gli scienziati applicano il metodo scientifico

- ▶ Acquisire la prassi del metodo scientifico distinguendone le quattro fasi.

Fire ants have a good defense

Fire ants have a red to reddish-brown color, but even so, they most likely take their name from the ability to sting. Their stinger protrudes from the rear, but in a split second, they can grab the skin of a person with their mandibles and position the stinger between their legs to sting from the front. The stinger injects a toxin into the tiny wound, and the result is a burning sensation. The next day, the person will end up with a white pustule at the site of the sting. The success of this defense mechanism is clear because most animals, including humans, try to stay away from bees, wasps, and ants, and any other animal that can sting.

Living usually in an open, grassy area, fire ants sting in order to defend their home, which is a mound of soil that they have removed from subterranean tunnels. They use the tunnels to travel far afield safely when searching for food, which they bring back to their nest mates. The queen and many worker ants live in chambers within the mound or slightly below it. The queen is much larger than the other members of the colony, and she has only one purpose: to produce many thousands of small, white eggs. The eggs develop into cream-



Fire ant mound.



colored, grublike larvae, which are lavishly tended by worker ants to keep them clean and well fed. When the larvae become encased by a hard covering, they are *pupae*. Inside a pupa, an amazing transformation takes place, and eventually, an adult ant breaks out. Most of these adults are worker ants, but in the spring, a few are winged «sexuals», which are male and female ants with the ability to reproduce. The sexuals remain inside the colony with nothing to do until the weather is cooperative enough for them to fly skyward to mate. A few of the fertilized females manage to survive the perils of an outside existence long enough to start another colony.

All of the ants in a colony have the same mother, namely the queen ant who produces the eggs. The workers are sterile, closely related sister ants. Because of their genetic relationship, we can view the members of a colony as a superorganism. The queen serves as the reproductive system, while the workers serve as the digestive, urinary, and, indeed, all the systems that keep the superorganism functioning. What fosters cooperation between the members of the superorganism? The answer is pheromones, chemicals secreted externally that

influence the behavior and even the development of other species members. Fire ants, like other ants, produce several different pheromones that send messages when released into the air. The message could be «food is available» or «be alert for possible». The queen even releases pheromones that cause workers to attend her.

Why does it work, in a biological sense, for these sisters to spend their lives working away slavishly, mostly raising more sterile sisters and defending the colony with little regard for their own safety? It works because the few sexual females that survive their temporary existence on the outside pass the colony's joint genes on to future generations in new and different places. Any social system that allows an organism to pass on its genes is a successful one from an evolutionary point of view.

Answer

- ▶ Which is the biological role of the queen in fire ants colonies, as in many other social insects, like bees?
- ▶ Why can we consider a fire ant colony like a superorganism?
- ▶ What are the biological advantages of a social organization in fire ants, like in other animals?



A fire ant colony (*Solenopsis invicta*).



Pustules caused by fire ants.

Gli organismi viventi hanno caratteristiche comuni

1.1 Gli organismi viventi sono molto diversificati

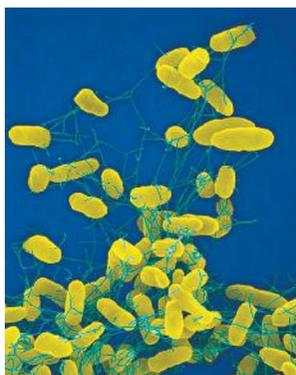
La grande varietà della vita sulla Terra è costellata di strutture e comportamenti davvero sorprendenti. Ecco alcuni esempi «estremi»: certe rane ingoiano i propri embrioni e, dopo un periodo di sviluppo, li espellono dalla bocca; in alcuni squali si osserva un comportamento chiamato «cannibalismo uterino», in cui i feti uccidono e mangiano i propri fratelli mentre si trovano ancora all'interno del corpo materno; alcuni fiori di orchidea assomigliano così tanto ad api femmine che le api maschio tentano di accoppiarsi con essi; i polpi e i calamari, nonostante il cervello di dimensioni ridotte, mostrano capacità di ragionamento notevoli; alcuni batteri vivono soltanto per 15 minuti, mentre è dimostrato che il pino *Pinus longaeva*, una specie nordamericana, può superare i 4000 anni di età.

Le forme di vita non sono soltanto assai variegata, ma anche estremamente diffuse e abbondanti, dalle profondità oceaniche all'atmosfera. Una delle esigenze primarie della **biologia** (la scienza della vita, da *bios*, vita) è quella di clas-

In questa prima lezione vedremo come, nonostante l'ampia diversificazione delle forme viventi, si possa riconoscere una sostanziale unitarietà nelle loro caratteristiche. Il filo conduttore di questa somiglianza è la derivazione di tutti gli organismi viventi per evoluzione a partire da cellule primordiali, mentre la straordinaria diversificazione dipende dall'adattamento ai più disparati stili di vita.

sificare in modo più ordinato possibile tutta questa varietà. Gli organismi viventi sono oggi raggruppati in base alle loro caratteristiche, te ne puoi fare una prima idea dando un'occhiata alla ► **figura 1.1**. Partendo da sinistra, i batteri sono dei «microorganismi» (cioè organismi di dimensioni microscopiche) ampiamente diffusi; un paramecio è invece un protista (organismo più grande e complesso di un batterio) microscopico. Infine, gli organismi delle altre fotografie sono tutti più o meno complessi e osservabili a occhio nudo: essi si distinguono dal modo in cui si procurano il cibo. La spugnola, un fungo, digerisce gli alimenti all'esterno del corpo, il girasole è una pianta, compie infatti la fotosintesi (processo che produce cibo), mentre l'oca delle nevi ingerisce il cibo dall'esterno, come tutti gli animali.

RISPONDI A quale tipo di organismo, tra quelli della figura 1.1, assomiglia maggiormente l'essere umano?



Batterio



Paramecio



Spugnola



Girasole



Oca delle nevi

Figura 1.1 Sulla Terra si trovano forme di vita molto diverse.

1.2 La vita presenta diversi livelli di organizzazione

L'unitarietà generale tra tutte le forme viventi si può osservare nel tipo di organizzazione di base. La ► **figura 1.2** illustra ben undici livelli di organizzazione biologica, ma per il nostro tipo di studio sono importanti in particolare tre di essi: la cellula, gli organismi pluricellulari e la biosfera. La **cellula** è la struttura funzionale di base di ogni vivente; in altre parole, tutti gli organismi sono fatti di una o più cellule. In una cellula gli **atomi** dei vari elementi chimici sono combinati a formare le **molecole**. Certe cellule, come quelle dei parameci, vivono in modo indipendente, sono quindi organismi *unicellulari*; altre,

come quelle dell'alga *Volvox*, si aggregano formando colonie.

Un elefante (o qualsiasi altro animale) è invece un organismo *pluricellulare*, in cui cellule simili si uniscono a formare un **tessuto**, per esempio il tessuto nervoso che forma il cervello e i nervi. I tessuti formano a loro volta gli **organi**, che si uniscono costituendo i **sistemi di organi**, per esempio il cervello funziona insieme al midollo spinale e a una rete di nervi nel sistema nervoso. I **sistemi di organi** sono infine uniti a formare un individuo vivente completo, cioè un **organismo**. L'insieme dei membri di una data specie che occupano una



certa area costituisce una **popolazione**, mentre le popolazioni di piante, animali, ecc. di quell'area formano una **comunità**, le quali interagiscono con l'ambiente fisico, formando un **ecosistema**. Tutti gli ecosistemi della Terra vanno a disegnare la **biosfera**: è il livello di organizzazione biologica maggiore che comprende tutti gli organismi.

Biosfera

Porzione della crosta terrestre, delle acque e dell'atmosfera abitata da forme viventi.



Ecosistema

Comprende la comunità dei viventi e l'ambiente fisico.



Comunità

Popolazioni che interagiscono in una determinata area.



Popolazione

Insieme di organismi della stessa specie che vivono in una determinata area.



Organismo

Individuo singolo; gli individui delle specie complesse contengono sistemi di organi.



Sistema di organi

Insieme di diversi organi che lavorano insieme per svolgere funzioni complesse.



Organo

Insieme di tessuti organizzati per lo svolgimento di funzioni specifiche.



Tessuto

Gruppo di cellule caratterizzate da struttura e funzione comuni.



Cellula

Unità strutturale e funzionale tipica di ogni organismo vivente.



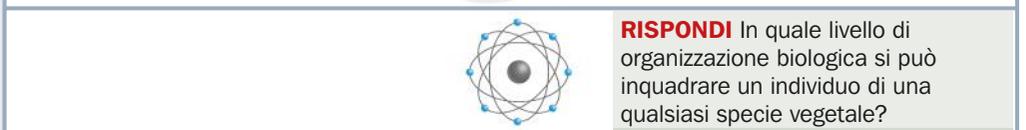
Molecola

Unione di due o più atomi dello stesso elemento chimico o di elementi diversi.



Atomo

La più piccola unità di un elemento chimico, composta da elettroni, protoni e neutroni.



RISPONDI In quale livello di organizzazione biologica si può inquadrare un individuo di una qualsiasi specie vegetale?

Figura 1.2 I livelli dell'organizzazione biologica.

1.3 Tutti gli organismi viventi presentano alcune caratteristiche di base

Per definire che cos'è un organismo vivente esaminiamo ora le principali caratteristiche condivise da tutte le forme di vita.

Ordine. Il corpo di una formica, così come quello degli altri animali, è formato da cellule, che sono strutture ordinate e bene organizzate, riunite a loro volta in tessuti, organi e sistemi di organi che funzionano in modo coordinato a formare un organismo completo. L'occhio di una mosca (un altro insetto) è uno degli esempi più spettacolari dell'ordine strutturale tipico degli animali (► figura 1.3A). L'ordine, nei suoi vari gradi, si riconosce anche in organismi molto meno complessi degli animali, anche in quelli unicellulari, come i batteri e i protisti.

Risposta agli stimoli. Tutte le forme viventi interagiscono in vario modo sia con l'ambiente sia con altri organismi. Grazie al movimento di microscopiche appendici, simili a peli o a codine, certi batteri sono in grado di spostarsi verso la luce o sostanze chimiche, oppure di allontanarsene. Gli organismi pluricellulari reagiscono in modi più complessi; per esempio, un avvoltoio può captare la presenza di una carcassa lontana diversi chilometri e raggiungerla in volo per cibarsene; una farfalla monarca riesce a percepire l'avvicinarsi dell'autunno e dare inizio alla sua annuale migrazione verso Sud. L'abilità di rispondere a uno stimolo è tipica anche delle piante, che, per esempio, si orientano rispetto alla luce nel modo migliore per le proprie esigenze (► figura 1.3B).

Una risposta appropriata, come allontanarsi da un pericolo, garantisce meglio la sopravvivenza di un organismo, permettendogli di svolgere le proprie attività quotidiane. Considerate nel complesso, tali attività (ricerca e competizione per l'energia, il cibo, i ripari e la riproduzione) sono definite **comportamento**.



Figura 1.3B Le piante rispondono allo stimolo della luce.

Regolazione dell'ambiente interno. Perché un organismo possa sopravvivere è indispensabile che mantenga un certo equilibrio interno, o **omeostasi**. Per esempio, la temperatura, il livello di idratazione, l'acidità e altri parametri corporei devono restare nell'intervallo di tolleranza tipico di ciascun organismo. L'omeostasi viene mantenuta da appositi sistemi che controllano le condizioni interne e compiono gli adeguamenti necessari senza che sia implicata alcuna attività consapevole. Se ci dimentichiamo di mangiare perché siamo assorti in una lettura molto coinvolgente, il nostro fegato inizia a demolire il glicogeno immagazzinato per rifornirci di energia, mantenendo il livello di zuccheri nel sangue entro limiti normali.

Molti organismi mantengono l'omeostasi anche con il comportamento: per esempio, l'iguana marina regola la temperatura esponendosi al sole (► figura 1.3C) o stando all'ombra.

Acquisizione di materiali ed energia. Nessun essere vivente può mantenere la propria organizzazione interna e svolgere le attività vitali senza usufruire di sostanze nutritive (o nutrienti) e di energia (► figura 1.3D). Il cibo, infatti, fornisce i



Figura 1.3A L'occhio di un insetto è un esempio della struttura ordinata dei viventi.

nutrienti, che sono usati sia per formare strutture corporee sia per ricavarne energia per svolgere le funzioni vitali. L'**energia** è definita in fisica come la capacità di svolgere un lavoro; nei viventi questo lavoro è il mantenimento dell'organizzazione delle cellule e dell'intero organismo. Quando le cellule usano le molecole nutritive svolgono delle reazioni chimiche, che nel loro insieme prendono il nome di **metabolismo**.

La fonte di energia che rifornisce quasi tutta la vita sulla Terra è il Sole. Infatti, le piante e alcuni altri organismi (batteri e protisti) sono in grado di «catturare» l'energia della luce solare e, attraverso la **fotosintesi**, produrre molecole energetiche. Questi organismi si definiscono *autotrofi*, perché immagazzinano energia in modo autonomo, diversamente dagli organismi *eterotrofi*, che, invece, acquisiscono l'energia di cui hanno bisogno cibandosi di altri organismi. L'energia solare viene dunque immagazzinata sotto forma di energia chimica (molecole organiche) che viene messa a disposizione degli altri organismi. Praticamente tutti i viventi acquisiscono energia metabolizzando le molecole energetiche prodotte con la fotosintesi.

Riproduzione e sviluppo. Gli organismi viventi derivano esclusivamente da organismi preesistenti. Ogni forma di vita può infatti compiere la **riproduzione**, cioè produrre (con varie modalità) individui suoi simili ► **figura 1.3D**). I batteri, i protisti e altri organismi unicellulari si riproducono in modo molto semplice, suddividendosi in due parti identiche. Nella maggior parte degli organismi pluricellulari, invece, la riproduzione è un processo più complesso che necessita l'unione di una cellula spermatica di un individuo con la cellula uovo di un individuo del sesso opposto (**fecondazione**).

Ereditarietà genetica. L'embrione prodotto dalla fecondazione si sviluppa nell'individuo tipico di una specie, che sia una balenottera oppure un tulipano, grazie a precise «istruzioni» ereditate dai genitori. Tali istruzioni, che definiscono nei

minimi dettagli l'organizzazione e il metabolismo di un individuo, sono contenute nei suoi **geni**: i geni sono costituiti da lunghe catene di una molecola organica chiamata DNA (acido desossiribonucleico), presente in tutti gli organismi viventi.

Adattamento evolutivo. Gli **adattamenti** sono modificazioni che rendono gli organismi idonei allo stile di vita nel proprio ambiente. Per esempio, un uccello rapace che caccia conigli (come il predatore della figura 1.3D) è in grado di volare grazie a ossa cave molto leggere, muscoli alari potenti e penne che lo sostengono perfettamente; la grande manovrabilità nel volo permette inoltre le picchiate verso le prede, mentre gli artigli affilati ne consentono la cattura.

Gli adattamenti sono acquisiti dagli organismi attraverso l'**evoluzione**, quel processo in cui le caratteristiche di una **specie** (gruppo di individui simili che si riproducono tra loro producendo prole fertile) cambiano nel corso del tempo. Più o meno come tu puoi risalire alle generazioni degli avi che ti hanno preceduto (genitori, nonni, bisnonni ecc.), per le specie viventi si può risalire a specie antenate, teoricamente fino alle cellule primordiali. Uno dei principi cardine della teoria dell'evoluzione riconosce che tutte le forme di vita attuali e passate discendono da forme di vita precedenti, il che spiega anche perché tutti gli organismi abbiano le stesse caratteristiche di base.

Gli organismi si evolvono attraverso un processo chiamato **selezione naturale**, termine introdotto per la prima volta nel 1859 da Charles Darwin, il padre fondatore della teoria dell'evoluzione. La teoria dell'evoluzione, nella sua sintesi moderna, riesce a spiegare le diversificazioni delle forme di vita ed è la chiave per una classificazione degli organismi basata sulle relazioni di discendenza.

RISPONDI Un vegetale parassita di altre piante ha tutti i requisiti per essere considerato un essere vivente?



Figura 1.3C Le iguane marine delle Galápagos regolano la temperatura corporea esponendosi al Sole oppure riparandosi all'ombra.



Figura 1.3D Per crescere e riprodursi, gli organismi viventi prelevano materia ed energia dall'ambiente come questo rapace, un predatore.

Classificare i viventi ci aiuta a comprenderne la diversità

1.4 I tassonomisti raggruppano gli organismi secondo le loro parentele evolutive

La **tassonomia** è la disciplina che raggruppa gli organismi secondo la loro storia evolutiva e le correlazioni con altri organismi. La tassonomia è una scienza in continuo cambiamento, dato che le conoscenze sulle specie diventano sempre più ampie e gli strumenti di indagine sempre più sofisticati (per esempio l'analisi del DNA). Le categorie tassonomiche tradizionali, dette **taxa** (taxon al singolare), dalla più piccola alla maggiore, sono: la *specie*, il *genere*, la *famiglia*, l'*ordine*, la *classe*, il *phylum*, il *regno* e il *dominio* ► **tabella 1.4**).

Tabella 1.4 I livelli gerarchici della classificazione.

Categoria	Specie umana	Mais
Dominio	<i>Eukarya</i> (eucarioti)	<i>Eukarya</i> (eucarioti)
Regno	<i>Animalia</i> (animali)	<i>Plantae</i> (piante)
Phylum	<i>Chordata</i> (cordati)	<i>Antophyta</i> (antofite)
Classe	<i>Mammalia</i> (mammiferi)	<i>Monocotyledones</i> (monocotiledoni)
Ordine	<i>Primates</i> (primati)	<i>Commelinales</i>
Famiglia	<i>Hominidae</i> (ominidi)	<i>Poaceae</i> (poacee)
Genere	<i>Homo</i>	<i>Zea</i>
Specie*	<i>H. sapiens</i>	<i>Z. mays</i>

* Per specificare esattamente un organismo si usa la «nomenclatura binomiale» (a due nomi), che indica il genere e la specie, per esempio *Homo sapiens*.

Ciascun taxon contiene più specie della categoria precedente: le specie raggruppate all'interno di un genere condividono molte delle caratteristiche specifiche e sono strettamente correlate tra loro, mentre le specie ascritte a un regno condividono con le altre del regno solo caratteristiche più generali. Per esempio, tutte le specie del genere *Phaseolus* si assomigliano molto (piante di fagiolo), ma le specie appartenenti al regno delle piante sono decisamente molto diverse tra loro. Allo stesso modo, la spe-

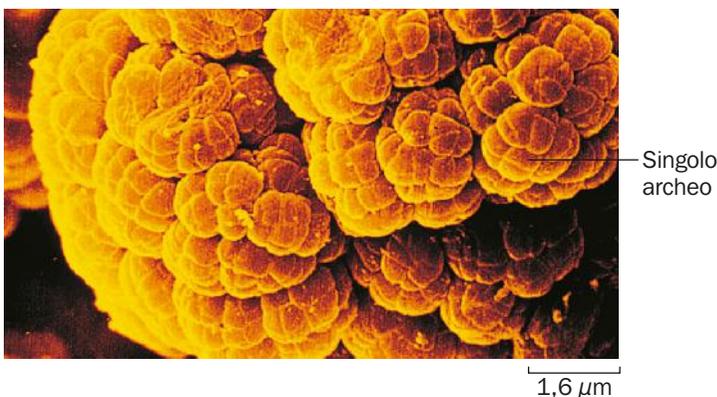


Figura 1.4A Un organismo del dominio Archaea, *Methanosarcina mazei*.

I principi su cui si basa la classificazione ci aiutano a comprendere la diversità degli organismi soprattutto in due modi: primo, la classificazione ci dice quali tipi di organismi sono vissuti in passato e vivono attualmente sulla Terra; secondo, ci suggerisce in quali modi tali organismi sono imparentati gli uni con gli altri.

cie umana è attualmente l'unica del genere *Homo* (le altre sono tutte estinte), ma fa parte del regno animale, esattamente come una piccola medusa o una enorme balena. Le specie di due diversi domini sono ancora meno somiglianti tra loro.

I domini. La categoria più ampia della classificazione dei viventi si chiama **dominio**. I tre domini in cui sono classificati tutti gli organismi sono:

- **Bacteria** (batteri);
- **Archaea** (archei);
- **Eukarya** (eucarioti).

Batteri e archei sono **procarioti** unicellulari, cioè organismi le cui cellule non hanno un nucleo delimitato da una membrana; le cellule degli **eucarioti** (sia unicellulari sia pluricellulari) possiedono invece un nucleo delimitato da una membrana.

I procarioti hanno strutture molto semplici ma metabolismo complesso ► **figura 1.4A** e ► **figura 1.4B**). Gli archei sono diffusi in ambienti acquatici non ossigenati, molto salini e molto acidi, habitat inadatti per gran parte degli altri organismi. È probabile che ambienti di questo genere siano simili a quelli della Terra primordiale, dove gli archei potrebbero essere stati i primi organismi a evolversi. I batteri vivono quasi ovunque: nel terreno e nell'acqua, nell'atmosfera o su altri esseri viventi, come sulla nostra pelle o nel nostro intestino. Sebbene alcuni batteri siano agenti di malattie, altri ci forniscono servizi; sono usati nei laboratori di ricerca, per la produzione di farmaci e alimenti e nella depurazione delle acque.

I regni. Dopo avere definito le caratteristiche dei tre domini, i tassonomisti sono al lavoro per suddividere anche gli **archei** e



Figura 1.4B Un organismo del dominio Bacteria, *Escherichia coli*.

i **batteri** in regni, così come sono già suddivisi in quattro regni gli eucarioti (► **figura 1.4C**): protisti, funghi, piante e animali.

I **protisti** (regno *Protista*) spaziano da forme unicellulari a forme coloniali e pluricellulari; alcuni sono fotosintetici, altri si procurano energia dal cibo; questo regno include le alghe, i protozoi e le muffe d'acqua.

Tra i **funghi** (regno *Fungi*) si annoverano le muffe, i funghi tipici dei boschi, i lieviti e le molte forme microscopiche che, insieme ai batteri, decompongono gli organismi morti.

Le **piante** (regno *Plantae*) sono pluricellulari fotosintetici che comprendono i muschi e le felci, le erbe e gli alberi.

Infine, gli **animali** (regno *Animalia*) sono organismi pluricellulari che si nutrono di alimenti ingeriti dall'esterno; includono meduse, coralli, vermi, insetti, pesci e mammiferi.

I nomi scientifici. In biologia, per assegnare il nome scientifico a ciascuna specie si adotta la **nomenclatura binomiale**,

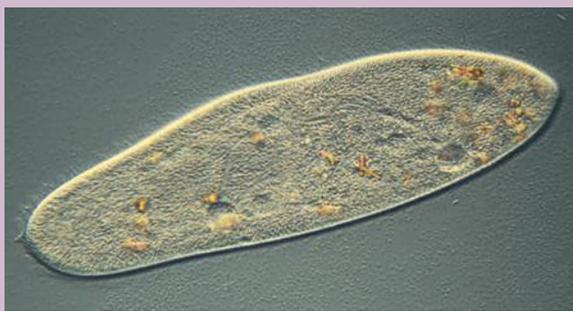
cioè un sistema a due nomi riconosciuto in tutto il mondo. Per esempio *Phoradendron tomentosum* è il nome scientifico di una pianta chiamata vischio; il primo è il nome del genere, mentre il secondo è il nome specifico, cioè che indica esattamente una delle specie appartenenti a quel genere. Spesso, dopo la prima citazione o per organismi molto noti, si usa il nome del genere abbreviato, come *P. tomentosum*, mentre nel caso in cui non si sia certi della specie ma soltanto del genere si indica solo il primo nome seguito da *sp.*, *Phoradendron sp.* I nomi scientifici sono sempre scritti in corsivo, o comunque vanno sempre indicati con un carattere diverso da quello del testo corrente.

Il nome scientifico, che convenzionalmente è in latino, è utile per definire in varie lingue in modo inconfondibile l'appartenenza di un organismo a una determinata specie.

RISPONDI Perché è importante che il nome scientifico di una specie sia lo stesso in tutto il mondo?

DOMINIO EUKARYA

REGNO PROTISTA (protisti)



Paramecium, un organismo unicellulare.

- Alghe, protozoi, muffe mucillaginose e muffe d'acqua
- Unicellulari complessi (talvolta in filamenti, colonie o anche pluricellulari)
- Assorbono o ingeriscono gli alimenti o compiono la fotosintesi

REGNO PLANTAE (piante)



Passiflora, una pianta con fiori.

- Muschi, felci, conifere e piante con fiore
- Pluricellulari con tessuti specializzati costituiti da cellule complesse
- Compiono la fotosintesi

REGNO FUNGI (funghi)



Coprinus, un fungo.

- Muffe, funghi e lieviti
- Costituiti da filamenti pluricellulari con cellule complesse e specializzate
- Assorbono gli alimenti dall'esterno

REGNO ANIMALIA (animali)



Vulpes (volpe), un mammifero.

- Spugne, insetti, pesci, rane, tartarughe, uccelli e mammiferi
- Pluricellulari con tessuti specializzati costituiti da cellule complesse
- Ingeriscono gli alimenti

Figura 1.4C I quattro regni del dominio *Eukarya*.

La biosfera è un sistema organizzato

1.5 La biosfera è composta dagli ecosistemi

L'organizzazione della vita si può apprezzare anche al livello maggiore, quello della **biosfera**, cioè la porzione di atmosfera, di acqua e di suolo in cui si trovano gli organismi viventi (vedi la **figura 1.2**), distribuiti in un mosaico di ecosistemi. I singoli individui di una specie appartengono a una popolazione, cioè l'insieme di tutti gli individui di quella specie che vivono in una data area. Ciascuna popolazione di una comunità interagisce sia con le popolazioni di altre specie sia con l'ambiente fisico (suolo, atmosfera, nutrienti). Nel complesso, una comunità e il suo ambiente fisico costituiscono un **ecosistema**. Infine, tutti gli ecosistemi della Terra formano l'intera biosfera.

Si possono individuare e studiare gli ecosistemi alle scale più diverse, da quella dei grandi ecosistemi maggiori della Terra, chiamati *biomi* (praterie, deserti, oceani) ai più piccoli ecosistemi locali, per esempio uno stagno all'interno di un bosco o anche di un giardino. I «confini» degli ecosistemi sono in realtà semplificazioni che ci fanno comodo per individuare un'area di studio che può interessarci. Tali confini raramente sono naturali, proprio perché ciascun ambiente è

in connessione con gli ecosistemi che lo circondano. Per esempio, l'ecosistema marino è connesso in modo altamente dinamico all'ecosistema dei fiumi

che lo alimentano e alle coste, per passaggio reciproco di materiali, energia e organismi viventi.

La ► **figura 1.5** schematizza un ecosistema di prateria, abitato da conigli, topi, serpenti, uccelli rapaci e varie specie di piante. Le interazioni che si stabiliscono tra le popolazioni della comunità portano a un *ciclo* di alcune sostanze chimiche (freccie grigie) e a un *flusso* di energia (freccie gialle e arancioni). Il ciclo di nutrienti e il flusso di energia hanno entrambi inizio quando **1** le piante, le alghe e alcuni batteri attraverso la fotosintesi producono molecole complesse ricche di energia (nutrienti organici). Ciclo e flusso continuano quando **2** conigli e **3** topi si alimentano di materiale vegetale (foglie e semi), **4** i serpenti predano i topi e **5** gli uccelli rapaci si cibano sia di conigli sia di serpenti.

Nel ciclo della materia, **6** con la morte e la decomposizione degli organismi, i materiali semplici (detti *inorganici*) sono di nuovo resi disponibili per le piante, in un riciclo continuo. L'energia, invece, scorre negli ecosistemi senza la possibilità di essere riciclata, poiché a ogni trasferimento (dalle piante agli animali erbivori e da questi ai carnivori), buona parte dell'energia viene dispersa sotto forma di calore (parte arancione delle freccie).

Dato che l'energia fluisce anziché riciclarsi, gli ecosistemi non possono sopravvivere senza un apporto costante di energia solare e senza che avvenga la fotosintesi; questo spiega perché la nostra stessa esistenza dipende da quella delle piante.

RISPONDI Perché nella biosfera la materia si ricicla mentre l'energia si disperde?



Figura 1.5 La prateria, uno dei più importanti ecosistemi terrestri.

Gli scienziati applicano il metodo scientifico

In questa lezione spiegheremo in che modo gli scienziati osservano, ipotizzano e quindi sperimentano i vari aspetti del mondo naturale, per arrivare a conclusioni e applicazioni. Spiegheremo dunque come funziona il metodo scientifico.

1.6 Il mondo naturale viene studiato applicando il metodo scientifico

Il metodo di indagine utilizzato nelle scienze biologiche per aumentare e rafforzare le conoscenze è il **metodo scientifico**, un processo che comprende quattro fasi successive (► figura 1.6).

Osservazione e ipotesi. Gli scienziati compiono delle **osservazioni** preliminari, attraverso i propri sensi o grazie a strumenti, per esempio il microscopio. Un lavoro importante è anche quello di raccogliere i risultati di osservazioni e studi precedenti presso biblioteche e archivi in rete, cioè valutare la «bibliografia» scientifica che riguarda l'oggetto dello studio.

Quindi, gli scienziati sviluppano un'**ipotesi**, cioè una possibile spiegazione del fenomeno che stanno studiando, considerando soltanto quelle spiegazioni che in qualche modo si possono testare, ossia sperimentare, provare.

Test e conclusioni. Condurre dei test circa un'ipotesi può prevedere sia esperimenti sia nuove osservazioni. Per decidere come testare un'ipotesi, lo scienziato applica il ragiona-

to deduttivo, che implica la logica del «se succede questo... allora...». Un ricercatore può ragionare in questo modo: «se tutti gli organismi sono fatti di cellule, allora ogni parte di un organismo che esamino al microscopio deve essere composta da cellule». In altre parole, questo scienziato ha previsto che l'ipotesi possa essere testata con osservazioni al microscopio.

I risultati di un esperimento e/o le osservazioni ulteriori, raccolti in modo standardizzato, costituiscono i **dati**, illustrati spesso sotto forma di tabelle e grafici. I dati aiutano gli scienziati a giungere a delle conclusioni, che indicano se i risultati sostengono oppure confutano l'ipotesi iniziale. Se l'ipotesi è provata, le conclusioni possono essere accompagnate da un margine di incertezza; in ogni caso, i dati non provano mai che un'ipotesi sia del tutto vera, poiché la conclusione può sempre essere soggetta a revisione. D'altra parte, è possibile provare che un'ipotesi sia falsa. Se un'ipotesi si dimostra falsa, se ne possono fare di diverse, programmando altri esperimenti, come è indicato dalla freccia bidirezionale della figura 1.6.

Le teorie scientifiche. Lo scopo finale delle discipline scientifiche è quello di comprendere il mondo naturale formulando delle teorie scientifiche. Mentre nel linguaggio quotidiano con il termine teoria si intende una idea ipotetica, nel linguaggio della ricerca una **teoria scientifica** è molto più di un'idea o di una speculazione, essendo sostenuta da molte osservazioni, esperimenti, dati, spesso derivanti da varie discipline. Le teorie scientifiche basilari che ritroverete spesso nello studio della biologia sono elencate di seguito.

- **Teoria cellulare:** tutti gli organismi sono composti di cellule e nuove cellule derivano solo da cellule preesistenti.
- **Teoria dei geni:** gli organismi contengono informazioni codificate che ne definiscono la forma, la funzione e il comportamento.
- **Teoria dell'evoluzione:** tutte le forme viventi derivano da un antenato comune, ciascuna è adattata a uno stile di vita.
- **Teoria dell'omeostasi:** l'ambiente interno di un organismo viene mantenuto relativamente costante, entro i limiti vitali.
- **Teoria dell'ecosistema:** gli organismi sono membri di popolazioni che interagiscono tra loro e con l'ambiente fisico in cui vivono.

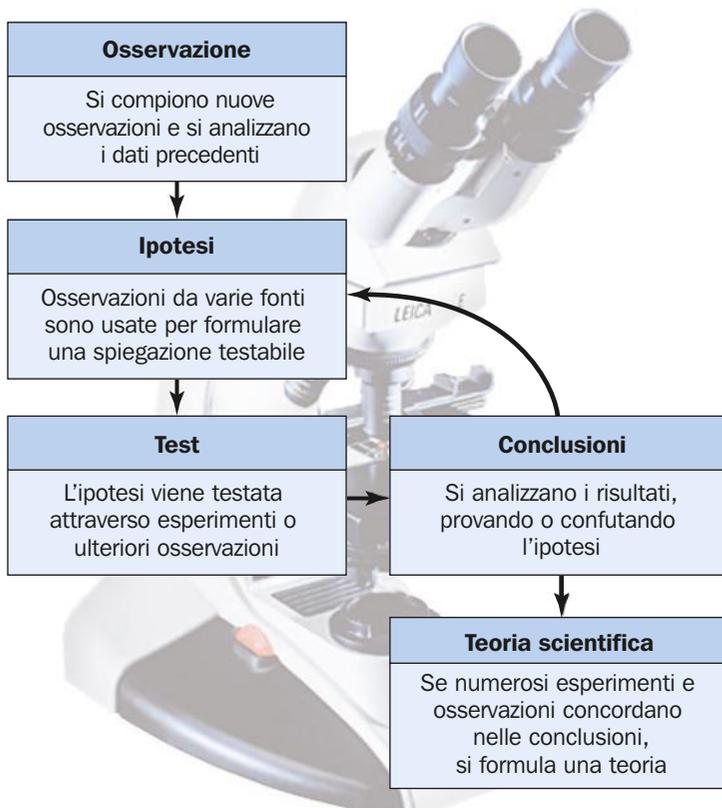


Figura 1.6 Un diagramma di flusso che illustra il metodo scientifico.

RISPONDI Perché è importante che i risultati delle ricerche siano pubblicati e gli esperimenti siano ripetibili da altri scienziati?

1 Il livello di organizzazione che comprende un insieme di cellule con struttura e funzioni simili è quello di

- a. organo
- b. tessuto
- c. sistema di organi
- d. organismo

2 Quale sequenza rappresenta l'ordine corretto di complessità crescente degli organismi viventi?

- a. cellula, molecola, organo, tessuto
- b. organo, tessuto, cellula, molecola
- c. molecola, cellula, tessuto, organo
- d. cellula, organo, tessuto, molecola

3 Il complesso di tutte le reazioni chimiche che avvengono in una cellula prende il nome di

- a. lavoro
- b. metabolismo
- c. fotosintesi
- d. respirazione

4 Il processo attraverso il quale l'energia solare viene convertita in energia chimica è chiamato

- a. lavoro
- b. fotosintesi
- c. respirazione
- d. metabolismo

5  What is the unifying theory in biology that explains the relationships of all living things?

- a. ecology
- b. evolution
- c. biodiversity
- d. taxonomy

6 Le modificazioni che rendono un organismo adatto al suo stile di vita sono

- a. gli ecosistemi
- b. le popolazioni
- c. gli adattamenti
- d. nessuna delle risposte precedenti è corretta

7 L'elenco dei nomi descrive un organismo molto comune, il moscerino della frutta. Compila la tabella con delle crocette associando ciascun nome alla categoria sistematica corrispondente:

	Dominio	Regno	Classe	Genere	Specie
insetti					
<i>melanogaster</i>					
animali					
Eukarya					
<i>Drosophila</i>					

8 Quale sequenza elenca le categorie di classificazione dalla più ristretta alla più ampia?

- a. regno, phylum, classe, ordine
- b. phylum, classe, ordine, famiglia
- c. classe, ordine, famiglia, genere
- d. genere, famiglia, ordine, classe

9 La classificazione degli organismi riflette

- a. le loro somiglianze
- b. la loro storia evolutiva
- c. né a. né b.
- d. sia a. sia b.

10 In quale tra i seguenti regni hai più probabilità di trovare degli organismi unicellulari?

- a. Protista
- b. Fungi
- c. Plantae
- d. Animalia

11  In terrestrial ecosystems, an example of chemical cycling occurs when

- a. plants absorb solar energy and make their own food
- b. energy flows through an ecosystem and becomes heat
- c. hawks soar and nest in trees
- d. death and decay make inorganic nutrients available to plants

12 Da quali componenti viene immessa energia in un ecosistema?

- a. funghi e altri decompositori
- b. bovini e altri erbivori
- c. animali carnivori
- d. organismi fotosintetici, come le piante

13 Quale tra i seguenti termini non coincide con la definizione di metodo scientifico?

- a. dati = informazione basata sui fatti
- b. ipotesi = l'idea che deve essere testata
- c. conclusione = ciò che i dati ci dicono
- d. tutti i termini precedenti corrispondono alla definizione

Metti a fuoco il concetto

- 14** Spiega perché l'uso del nome corrente di una specie anziché del nome scientifico è soggetto a confusione.
- 15** Prova a descrivere un campus universitario come un ecosistema, composto da edifici, studenti, facoltà e amministrazione ecc.
- 16** Spiega la differenza tra il ciclo della materia e il flusso di energia riportandolo alla scala della biosfera.
- 17** La classificazione si basa sulla storia evolutiva, ma molto spesso organismi simili sono anche sistematicamente affini. Prova a spiegarne le ragioni.
- 18** Possiamo parlare del livello di organizzazione di organo riferendoci a un organismo unicellulare, per esempio un protista? Motiva la tua risposta.
- 19** Il metodo scientifico implica la ripetibilità degli esperimenti. Perché questo è particolarmente importante anche pensando ai progressi tecnologici che permettono indagini sempre più sofisticate?

Acquisisci i termini

- 20** Inserisci il termine corrispondente.
- a. Una delle categorie tassonomiche, o taxa, usata per raggruppare le specie; si tratta del taxon superiore al livello della classe e inferiore al livello del regno: _____.
- b. In un organismo, modificazioni ereditabili nella struttura, nella funzione o nel comportamento che lo rendono più competitivo nei confronti dell'ambiente: _____.
- c. Denominazione di un organismo riconosciuta in tutto il mondo, composta da due nomi, il primo indicante il genere, il secondo la specie: _____.
- d. Organismo privo di un nucleo cellulare racchiuso da una membrana e privo degli organuli cellulari tipici di un eucariote: _____.
- e. Nella procedura del metodo scientifico, supposizione che viene formulata dopo una o più osservazioni; può essere testata per ottenere più dati, spesso per mezzo di esperimenti: _____.



Verso le competenze



Summing-up

Understanding the terms

adaptation	evolution	photosynthesis
<i>Bacteria</i>	experimental design	population
binomial nomenclature	homeostasis	prokaryote
biosphere	hypothesis	scientific method
domain	kingdom	species
<i>Eukarya</i>	metabolism	taxa
eukaryote	observation	

21 Match the terms to these definitions.

- a. _____. All of the chemical reactions that occur in a cell during growth and repair.
- b. _____. Changes that occur among members of a species with the passage of time, often resulting in increased adaptation to the prevailing environment.
- c. _____. Process by which plants use solar energy to make their own organic food.
- d. _____. Sample that goes through all the steps of an experiment but lacks the factor being tested.

Thinking scientifically

22 An investigator spills dye on a culture plate and notices that the bacteria live despite exposure to sunlight. He decides to test if the dye is protective against ultraviolet (UV) light. He exposes one group of culture plates containing bacteria and dye and another group containing only bacteria to UV light. The bacteria on all plates die. Complete the following diagram:

