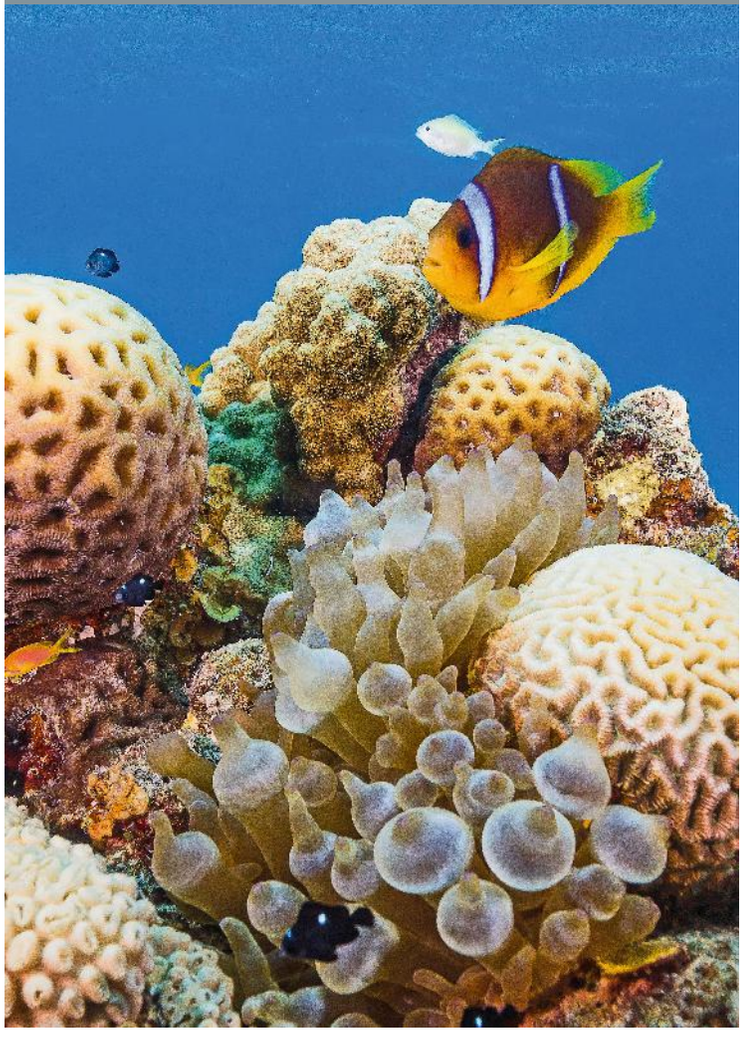
capitolo

A1

La biologia è la scienza della vita



lezione

1

La biologia studia i viventi

In questo capitolo studieremo le caratteristiche della vita: quali sono, come variano da un organismo all'altro, come hanno avuto origine e in che modo ci permettono di sopravvivere. Attraverso le differenti capacità di sopravvivere e riprodursi, gli organismi si adattano ai molti ambienti presenti nel pianeta. L'evoluzione a partire da un antenato comune ha generato la straordinaria varietà di forme di vita che osserviamo oggi.

1 Le caratteristiche dei viventi

La **biologia** è la scienza che studia gli esseri viventi, cioè tutti gli organismi che discendono da un antenato comune unicellulare comparso sulla Terra quasi quattro miliardi di anni fa.

Biologia è un termine coniato all'inizio dell'Ottocento, fondendo i termini greci *bíos*, «vita», e *lógos*, «discorso, studio».

Nonostante siano molto diversi tra loro, i viventi condividono proprietà speciali, che non si trovano nel mondo inanimato:

- tutti gli organismi sono fatti di cellule;
- le cellule contengono informazioni ereditarie scritte in un linguaggio genetico universale (cioè comune a tutte le diverse forme di organismi viventi), che trasmettono alla loro discendenza;
- le cellule ricavano dall'ambiente energia e nutrienti;
- gli organismi rispondono ai cambiamenti dell'ambiente esterno regolando il proprio ambiente interno;
- la vita è organizzata in livelli gerarchici;
- gli esseri viventi interagiscono gli uni con gli altri;
- tutti i viventi sono comparsi per evoluzione a partire da un antenato comune.

L'elenco che hai appena letto introduce i temi fondamentali che incontrerai nel libro; tuttavia, scoprirai presto che un semplice elenco non è sufficiente a descrivere le incredibili complessità e diversità dei viventi.

Bisogna ricordare inoltre che in alcune fasi della sua esistenza una forma di vita può non mostrare tutte le proprietà che

abbiamo elencato. Per esempio, i semi di una pianta del deserto possono rimanere inattivi per anni senza consumare energia, svilupparsi o riprodursi; eppure essi sono vivi, poiché appartengono a una specie i cui individui svolgono tutte le funzioni tipiche dei viventi.

Ricorda La **biologia** è lo studio scientifico degli esseri viventi, che si distinguono dalla materia inanimata in base ad alcune caratteristiche comuni.

2 Gli organismi sono fatti di cellule

La scoperta della cellula risale al Seicento ed è dovuta a Robert Hooke, uno studioso di fisica, paleontologia, chimica e architettura vissuto in Inghilterra dal 1635 al 1703. Hooke affiancò al lavoro di ricerca un'intensa attività di progettazione di strumenti scientifici; uno dei suoi risultati più famosi riguarda i perfezionamenti apportati al microscopio ottico (figura **1.1A**). Grazie a nuovi sistemi ottici e ad un nuovo sistema di illuminazione, Hooke poté effettuare una serie di straordinarie osservazioni. In una di queste, egli esaminò alcune sottili fettine di sughero e notò che esse erano costituite da tante piccole cellette separate tra loro (figura **1.1B**). Hooke chiamò queste singole unità *cellule*.

Cellula è il diminutivo latino di *cella*. Il nome fu ideato nel 1665 dallo scienziato Robert Hooke. Ai suoi occhi le cellule apparvero come piccole strutture che ricordavano le celle di un convento.

Ci vollero però più di cento anni prima che le conoscenze sulle cellule facessero progressi significativi. Nel 1838, i biologi tedeschi Mathias Schleiden e Theodor Schwann, che studiavano rispettivamente la struttura dei vegetali e quella degli animali, rimasero colpiti dalle somiglianze tra le loro osservazioni e conclusero che sia i vegetali sia gli animali sono costituiti dallo stesso elemento strutturale di base: la **cellula**.

Questa conclusione costituisce la base della **teoria cellulare** che, nella sua forma moderna, afferma quanto segue:

- le cellule sono le unità strutturali e funzionali di tutti gli organismi viventi;
- tutte le cellule hanno origine da cellule preesistenti;
- le cellule sono simili per composizione chimica e ospitano molte delle reazioni chimiche del mondo vivente;
- tutte le cellule sono delimitate dalla *membrana plasmatica*, un involucro che circonda la cellula e seleziona le sostanze che entrano ed escono;
- l'ambiente interno alla membrana è costituito da una miscela di acqua e di altre sostanze chiamata *citoplasma*, in cui avvengono moltissime reazioni chimiche;
- tutte le cellule posseggono un proprio materiale genetico, che contiene le informazioni ereditarie necessarie alla cellula per svilupparsi, accrescersi e riprodursi.

Gli organismi *unicellulari* sono formati da una sola cellula; gli organismi *pluricellulari* sono composti da numerose cellule specializzate in funzioni diverse.

Ricorda La **cellula** è la struttura più semplice in grado di svolgere tutte le funzioni vitali.

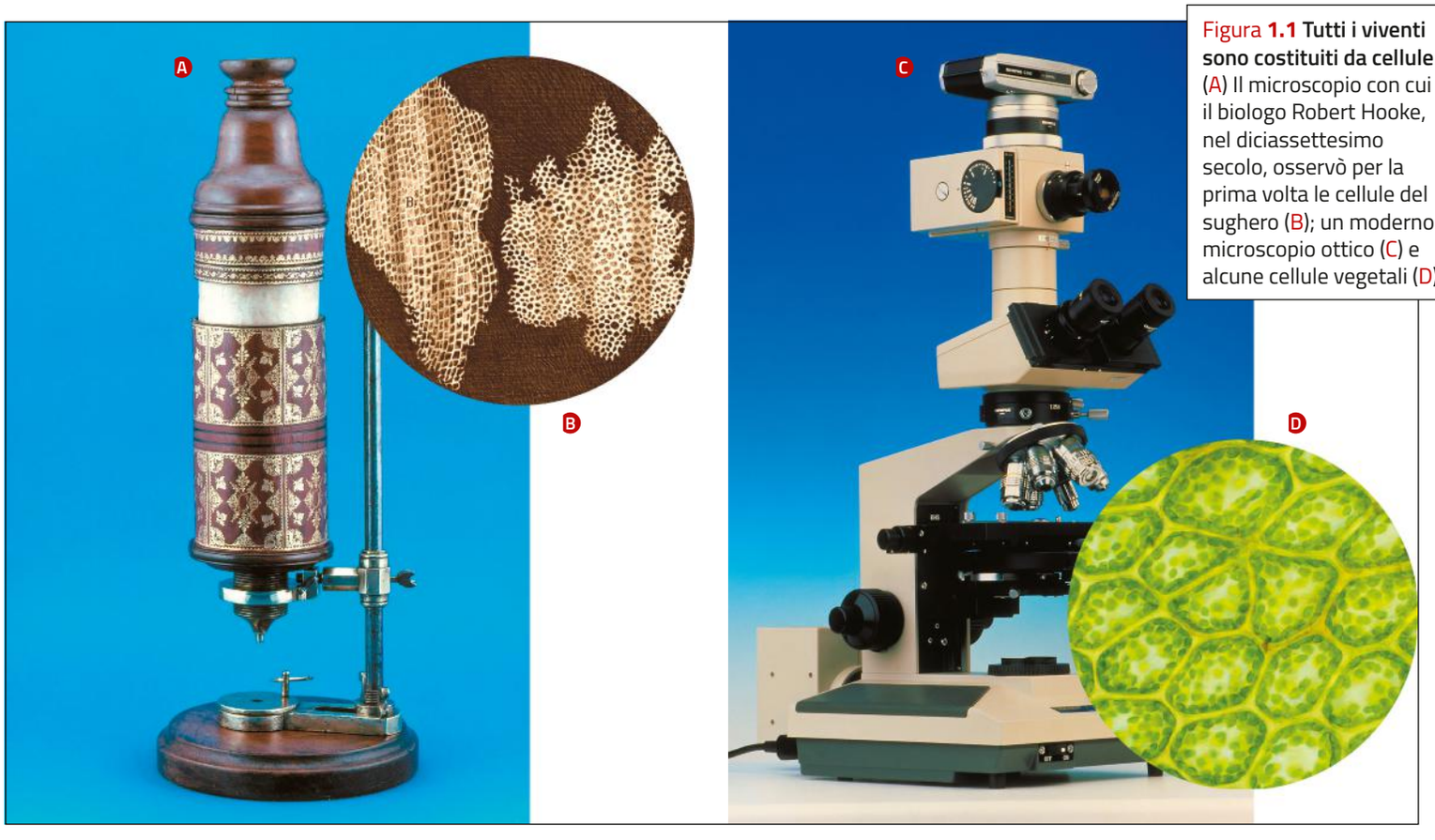


Figura **1.1 Tutti i viventi sono costituiti da cellule** (A) Il microscopio con cui il biologo Robert Hooke, nel diciassettesimo secolo, osservò per la prima volta le cellule del sughero (B); un moderno microscopio ottico (C) e alcune cellule vegetali (D).

3 Le cellule contengono informazioni ereditarie

Tutte le cellule del tuo corpo sono costituite da molecole, che a loro volta sono formate da atomi legati tra loro. Gli *atomi* sono le particelle di cui è costituita la materia. In natura esistono diversi tipi di atomi: una *molecola* è formata da due o più atomi, uguali o diversi, uniti insieme. Atomi e molecole presenti nelle cellule obbediscono alle stesse leggi della fisica e della chimica che governano la materia inanimata.

DNA è una sigla e deriva dal nome inglese dell'acido desossiribonucleico (*Deoxyribonucleic Acid*).

Le cellule tuttavia posseggono due caratteristiche peculiari che le distinguono dai sistemi inanimati: si riproducono e si sviluppano secondo un «progetto interno» archiviato sotto forma di informazione genetica. Una cellula batterica, per esempio, si accresce fino a che, raggiunta una certa dimensione, si divide in due cellule identiche alla cellula madre. Ciò è possibile grazie alla presenza in tutte le cellule di due tipi di grandi molecole: il DNA (o acido desossiribonucleico) e le proteine.

Ogni molecola di DNA è una lunga sequenza di molecole più piccole chiamate *nucleotidi*, legate tra loro come le perle che formano una collana. Allo stesso modo, una proteina è una sequenza di molecole più piccole dette *amminoacidi*. È interessante osservare che i tipi di nucleotidi e di amminoacidi sono uguali in tutte le cellule di tutti gli organismi ma sono organizzati in sequenze diverse per produrre molecole con funzioni differenti, come le lettere dell'alfabeto che formano tante parole diverse.

Il compito del DNA è duplice:

1. contiene le informazioni necessarie per costruire e far funzionare correttamente la cellula;
2. permette all'organismo di trasmettere le proprie caratteristiche alla discendenza.

Tratti specifici del DNA, chiamati **geni**, contengono l'informazione utilizzata dalla cellula per fabbricare le proteine (figura **1.2**). Le proteine, oltre a costituire gran parte della struttura dell'organismo, sono le molecole che guidano tutte le attività cellulari. Ogni organismo possiede geni specifici e quindi produce proteine specifiche.

Le molecole di DNA presenti all'interno di una cellula costituiscono il suo patrimonio ereditario o **genoma**. Il genoma di un organismo è composto da migliaia di geni. Se si altera la sequenza di un gene è facile che cambi anche la proteina da esso codificata. Le alterazioni dei geni si chiamano *mutazioni*.

Le mutazioni si verificano spontaneamente, ma possono anche essere indotte da vari fattori esterni, come le radiazioni o certe sostanze chimiche. Per lo più le mutazioni sono dannose, ma ogni tanto un cambiamento nelle proprietà di una proteina ne altera la funzione in modo da migliorare l'efficienza dell'organismo nelle condizioni ambientali in cui si viene a trovare. Come vedremo, queste mutazioni vantaggiose sono la materia prima dell'evoluzione.

Ricorda Il **genoma** di un organismo è l'insieme di tutti i suoi geni e contiene le informazioni ereditarie necessarie al funzionamento delle cellule.

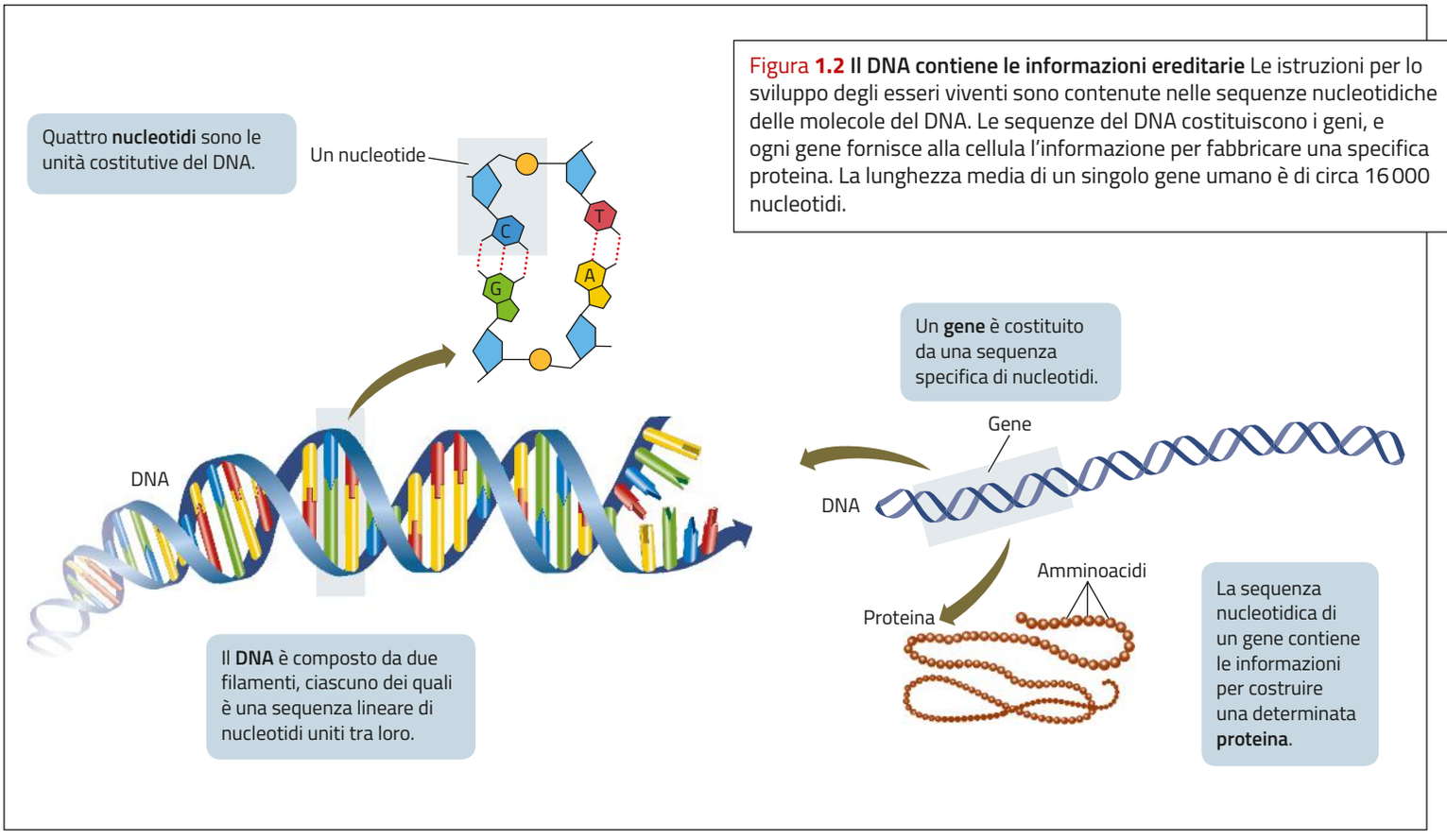


Figura **1.2 Il DNA contiene le informazioni ereditarie** Le istruzioni per lo sviluppo degli esseri viventi sono contenute nelle sequenze nucleotidiche delle molecole del DNA. Le sequenze del DNA costituiscono i geni, e ogni gene fornisce alla cellula l'informazione per fabbricare una specifica proteina. La lunghezza media di un singolo gene umano è di circa 16 000 nucleotidi.

Figura **1.3** **L'energia che proviene dagli alimenti può essere immagazzinata oppure utilizzata immediatamente** (A) Le cellule di questo scoiattolo hanno convertito le sostanze nutrienti in grassi, che sono stati immagazzinati nel corpo come una riserva energetica da usare durante i mesi freddi. (B) Le cellule dei muscoli demoliscono le molecole degli alimenti e usano l'energia ricavata per produrre movimento.

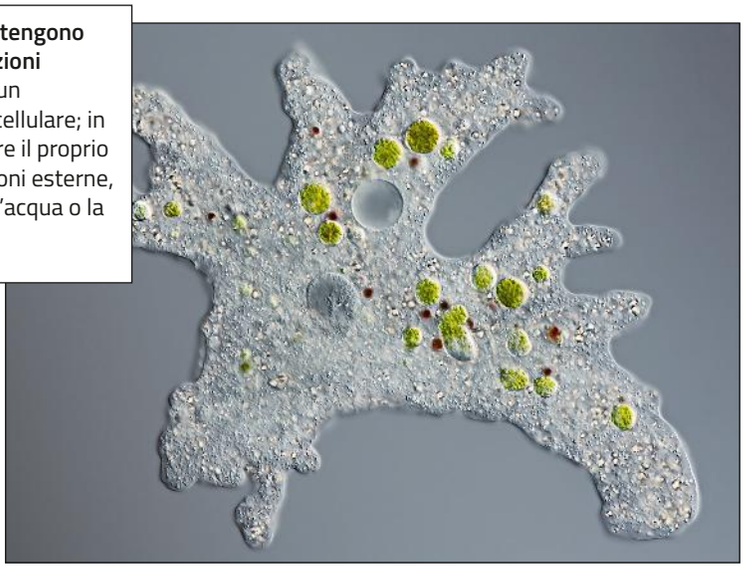


Figura **1.4** **Le cellule mantengono costanti le proprie condizioni interne** Questa ameba è un organismo acquatico unicellulare; in ogni istante, deve adattare il proprio metabolismo alle condizioni esterne, come la temperatura dell'acqua o la disponibilità di ossigeno.

4 Le cellule ricavano energia e nutrienti dall'ambiente

Tutti i viventi hanno bisogno di energia e materie prime per costruire le loro cellule e per mantenere la loro complessa organizzazione interna. Come vedremo, gli organismi fotosintetici usano la luce del Sole per produrre molecole ricche di energia (per esempio, zuccheri) a partire da molecole più semplici presenti nell'ambiente esterno: diossido di carbonio (chiamato anche anidride carbonica) e acqua. Questi organismi sono chiamati **autotrofi**, che in greco significa «in grado di nutrirsi da sé» perché non hanno bisogno di altri esseri viventi per il loro sostentamento, e comprendono alcuni batteri, piante e alghe.

Altri esseri viventi, come gli animali e i funghi, utilizzano le sostanze nutrienti già presenti nell'ambiente per ricavare l'energia necessaria a svolgere le proprie attività e le materie prime per costruire le proprie strutture biologiche. Questi sono gli **eterotrofi**, cioè organismi «che si nutrono di altri organismi».

Gran parte del lavoro cellulare consiste nella trasformazione di un tipo di molecola in un altro. Per esempio, gli zuccheri potranno essere immagazzinati sotto forma di grassi (figura **1.3A**). Un altro tipo di lavoro svolto dalle cellule è quello meccanico, come spostare molecole da un punto all'altro della cellula o muovere intere cellule o tessuti, come nel caso dei muscoli (figura **1.3B**).

Ricorda Tutti i viventi hanno bisogno di sostanze nutrienti e di energia: gli **autotrofi fotosintetici** sfruttano l'energia solare, l'acqua e il diossido di carbonio per produrre zuccheri e altri nutrienti; gli **eterotrofi** si nutrono delle sostanze prodotte da altri organismi.

5 I viventi rispondono ai cambiamenti

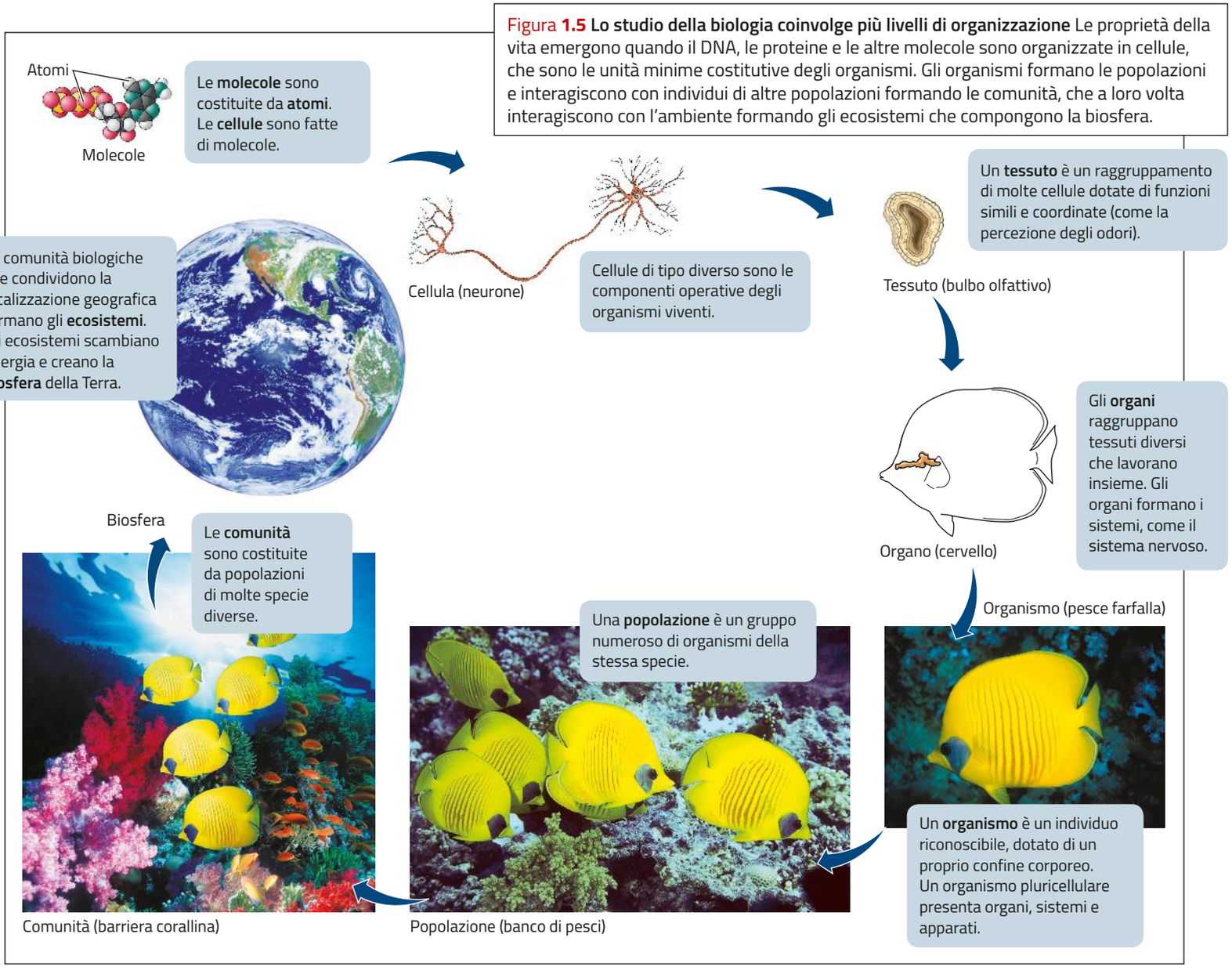
La vita dipende da migliaia di *reazioni chimiche* che si svolgono nelle cellule; durante tali reazioni, le molecole dei *reagenti* vengono demolite e gli atomi che le costituivano sono usati per costruire le molecole dei prodotti.

Il complesso di tutte le reazioni chimiche che avvengono all'interno di un essere vivente unicellulare o pluricellulare costituisce il suo **metabolismo** (figura **1.4**).

Le reazioni metaboliche richiedono che lo scambio di materiali tra l'interno e l'esterno delle cellule avvenga in modo controllato. All'interno della cellula, le reazioni metaboliche sono interconnesse tra loro: i prodotti di una reazione costituiscono le materie prime di quella successiva. Perché questa complessa rete di reazioni funzioni in modo coordinato, deve esistere un preciso controllo della loro velocità. Tale attività di regolazione, che contribuisce a mantenere costante l'ambiente intracellulare, prende il nome di **omeostasi**.

Omeòstasi è un termine coniato dal fisiologo americano Walter Cannon nel 1932, sulla base delle radici greche *homos*, «uguale», e *stasis*, «stabilità».

Ricorda L'**omeostasi** è la capacità dei viventi di adattare il proprio metabolismo alle variazioni dell'ambiente esterno.



6 Il mondo dei viventi è organizzato in livelli gerarchici

Gli organismi pluricellulari, che sono formati da molte cellule, possiedono un ambiente interno costituito dai liquidi extracellulari (come sangue, linfa e liquido interstiziale). Da qui le singole cellule ricavano i nutrienti e qui riversano i loro rifiuti. Nel corso dell'evoluzione, le cellule degli organismi pluricellulari sono diventate via via più specializzate a svolgere compiti specifici e hanno perso gran parte delle funzioni che un organismo unicellulare è in grado di svolgere da solo. Un neurone, per esempio, non è in grado di muoversi rapidamente o di procurarsi i nutrienti, perché si è specializzato nel compito di generare e trasmettere gli impulsi nervosi. Ogni cellula del nostro corpo quindi dipende, per i suoi bisogni vitali, da quell'ambiente che tutte le cellule insieme contribuiscono a mantenere.

In altre parole, le cellule degli organismi pluricellulari hanno pagato la loro specializzazione nelle varie funzioni vitali con la perdita della capacità di condurre una vita autonoma.

Molto spesso le cellule di uno stesso tipo collaborano fra loro. Per svolgere i loro compiti specifici, gruppi di cellule simili si organizzano in **tessuti**. Per esempio, una singola cellula muscolare non può sviluppare molta forza; ma quando più cellule muscolari si uniscono per formare il tessuto muscolare si può generare una forza considerevole, tale da produrre il movimento di un animale grande come un elefante.

In moltissimi organismi pluricellulari i vari tessuti si organizzano in **organi**, preposti a svolgere una precisa funzione. Esempi di organi sono il cuore, il cervello e lo stomaco. Gli organi che svolgono funzioni interconnesse possono essere raggruppati in **sistemi** o **apparati** (figura **1.5**).

Ricorda **Cellule**, **tessuti**, **organi** e **apparati** sono le parti integranti, strutturate in modo gerarchico, che costituiscono un organismo pluricellulare.

Figura **1.6 Conflitto e cooperazione** Gli organismi della stessa specie interagiscono tra loro in vari modi. (A) Gli elefanti marini, fortemente territoriali, difendono porzioni di spiaggia dagli altri maschi. (B) I membri di una colonia di suricati sono di solito imparentati tra loro. I suricati collaborano in molti modi, per esempio facendo la guardia per avvistare i predatori.

Figura **1.7 I figli non sono del tutto identici ai genitori** I piccoli allattati da questa gatta sono diversi tra di loro e dalla madre.

7 Gli esseri viventi interagiscono tra loro

Gli organismi non vivono isolati: alla gerarchia interna del singolo organismo si affianca una gerarchia esterna dell'intero mondo biologico. Gli organismi che appartengono a una certa specie (per esempio l'elefante marino) e che vivono nella stessa regione geografica costituiscono una **popolazione**.

Tra i membri di una popolazione possono esistere **interazioni** di vario tipo; per esempio, alcuni organismi sono *territoriali*, cioè difendono risorse come il cibo, i siti di nidificazione o i partner sessuali, cercando di impedirne lo sfruttamento da parte di altri animali della stessa specie (figura **1.6A**). In altre specie gli animali possono *cooperare* tra loro formando unità sociali quali le colonie di formiche, i banchi di pesci o i branchi di lupi. Interazioni di questo tipo hanno portato all'evoluzione di comportamenti sociali come la comunicazione (figura **1.6B**).

Le interazioni tra popolazioni diverse danno origine a una **comunità**. Un esempio di comunità è costituito tutti gli organismi che vivono in un prato (erba, farfalle, cespugli, lombrichi, talpe). Come in una popolazione, anche all'interno di una comunità può esistere competizione per le risorse tra individui appartenenti a specie diverse: per esempio, tutti gli animali erbivori che abitano il prato competono tra loro per il cibo (l'erba e i cespugli). In altri casi, gli individui di una specie costituiscono il cibo di cui si nutrono i membri di un'altra specie, come i lombrichi e le talpe.

Infine, l'interazione tra le comunità viventi e l'ambiente in cui esse vivono forma un **ecosistema**. Gli organismi di un ecosistema, per esempio una foresta, possono modificare l'ambiente influenzando così la vita degli altri organismi. Per esempio, le piante dominanti di una foresta determinano le condizioni ambientali nelle quali si trovano a vivere sia gli animali sia tutte le altre piante.

Ricorda Gli organismi interagiscono gerarchicamente tra loro a livello di **popolazione**, di **comunità** e di **ecosistema**.

8 Tutti i viventi sono frutto dell'evoluzione

La teoria dell'**evoluzione per selezione naturale** elaborata da Charles Darwin è forse il più importante principio unificante della biologia. La teoria suggerisce che tutti gli organismi viventi discendano da antenati comuni e quindi siano imparentati tra loro; per questo Darwin si riferiva al processo evolutivo come a una «discendenza con modificazioni».

Evoluzione deriva dal latino *evolvere*, che significa «srotolare», riferito ai rotoli di carta scritta. Il termine fu scelto per indicare il divenire nel tempo di una specie.

Pur non disponendo di alcuna conoscenza sui meccanismi dell'ereditarietà genetica, Darwin osservò che la prole assomigliava ai genitori sotto numerosi aspetti. Questa semplice osservazione è alla base del concetto biologico di **specie**: un gruppo di organismi che si somigliano (morfologicamente simili) e che possono accoppiarsi tra loro generando prole feconda.

D'altra parte, i figli non sono del tutto identici ai genitori (figura **1.7**). Qualsiasi popolazione di una specie vegetale o animale mostra una certa variabilità: se si fanno accoppiare individui scelti per una determinata caratteristica, molto probabilmente nella prole quella caratteristica sarà più frequente che nel resto della popolazione. Darwin stesso allevava piccioni ed era al corrente di come fosse possibile selezionare caratteristiche insolite di piumaggio o forma del becco. Darwin si rese conto che se gli uomini riuscivano a selezionare dei tratti particolari, lo stesso poteva avvenire anche in natura.

Figura **1.8** **Adattamenti all'ambiente** Gli arti delle rane mostrano adattamenti all'ambiente in cui vivono. (A) Questa rana terricola si sposta camminando sul terreno con piccole zampe dalle lunghe dita. (B) Le zampe posteriori palmate sono tipiche nelle rane che conducono vita acquatica. (C) Questa specie ha zampe con cuscinetti adesivi, ideali per la vita arboricola. (D) Quest'altra specie arboricola ha zampe con dita palmate che consentono alla rana di passare da un albero all'altro.

Ma come funziona la selezione in natura? Darwin ipotizzò che ad agire fosse una diversa probabilità di sopravvivere e riprodursi con successo. Egli rifletté sul fatto che il potenziale riproduttivo delle piante e degli animali, se non fosse tenuto sotto controllo, provocherebbe una crescita illimitata delle popolazioni; in natura tale crescita illimitata non si osserva, quindi soltanto una piccola percentuale della progenie riesce a sopravvivere e riprodursi. Perciò qualsiasi caratteristica che conferisca a chi la possiede un aumento, anche modesto, della probabilità di sopravvivere e riprodursi, sarà favorito e si diffonderà nella popolazione. Darwin chiamò questo fenomeno **selezione naturale**.

Poiché, in determinate condizioni, gli organismi provvisti di certe caratteristiche sopravvivono più a lungo e si riproducono con maggior successo, la selezione naturale fa sì che una popolazione si adatti all'ambiente: gli **adattamenti** sono tutte quelle caratteristiche strutturali, fisiologiche o comportamentali che potenziano la probabilità di un organismo di sopravvivere e riprodursi nel proprio ambiente (figura **1.8**).

Tutte le cellule, quindi, derivano da cellule preesistenti, e tutte le diverse specie di organismi che popolano la Terra sono imparentate perché discendono, con successive modificazioni, da un antenato comune. Le informazioni che si trasmettono da cellula madre a cellula figlia e, a livello di organismo, dai genitori alla prole, sono scritte nei loro geni. La molteplicità di ambienti e di comunità ecologiche alle quali gli organismi si sono adattati nel corso della storia evolutiva ha portato alla straordinaria biodiversità che osserviamo oggi.

Ricorda L'**evoluzione** è un insieme di cambiamenti che si verificano in una popolazione nel corso del tempo, dovuto all'accumularsi di caratteristiche ereditabili.

9 La varietà degli esseri viventi

I biologi raggruppano le specie attualmente viventi in tre gruppi chiamati *domini*: archei, batteri, eucarioti. **Archèi** e **batteri** presentano metabolismi assai differenti, ma condividono una caratteristica fondamentale: sono costituiti da cellule piccole e dalla struttura molto semplice, priva di comparti interni. Questo tipo di cellula è detta **cellula procariotica**.

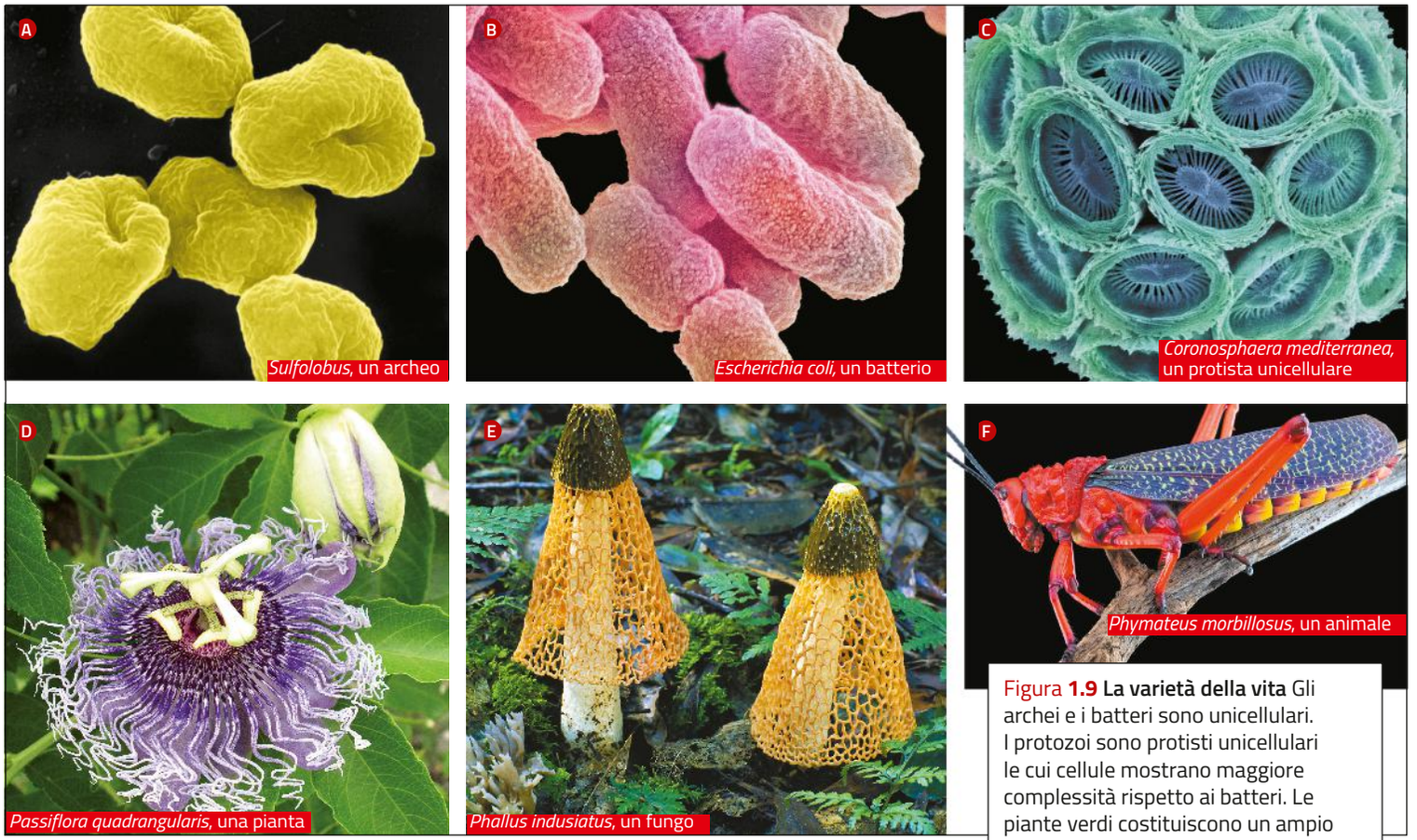


Figura **1.9** **La varietà della vita** Gli archei e i batteri sono unicellulari. I protozoi sono protisti unicellulari le cui cellule mostrano maggiore complessità rispetto ai batteri. Le piante verdi costituiscono un ampio gruppo di organismi pluricellulari; altri esempi di pluricellulari sono i funghi e gli animali.

I **procarioti** (figura **1.9A-B**) sono per lo più organismi unicellulari microscopici, anche se talvolta possono formare colonie in cui le cellule si uniscono l'una all'altra. Vivono in quasi tutti gli ambienti terrestri, anche i più ostili; molti si sviluppano all'interno di piante o animali, con effetti talvolta positivi e talvolta negativi.

Il dominio degli **eucarioti** comprende quattro regni: animali, piante, funghi e protisti (figura **1.9C-F**). Gli organismi che appartengono a questi regni sono formati da cellule eucariotiche, che differiscono da quelle procariotiche per diversi aspetti:

- il DNA cellulare è contenuto in un *nucleo* delimitato da una membrana;
- nel citoplasma sono presenti diversi *organuli*, anch'essi delimitati da membrane, che svolgono specifiche funzioni;
- la cellula eucariotica è molto più grande della procariotica.

I regni degli organismi eucariotici si distinguono in base a quattro criteri:

1. Il regno dei **protisti** comprende le alghe, i protozoi e numerosi organismi che non rientrano negli altri regni. Si tratta di forme di vita unicellulari o pluricellulari che presentano metabolismi molto diversificati: molti sono fotosintetici, altri invece si nutrono di sostanze che reperiscono nell'ambiente e si comportano pertanto da eterotrofi.
2. Le **piante** sono organismi pluricellulari autotrofi. Grazie alla fotosintesi, esse sono in grado di produrre autonomamente i propri nutrienti partendo da molecole semplici che trovano nell'ambiente (acqua e diossido di carbonio).
3. I **funghi** sono organismi eterotrofi, che non sono in grado di produrre autonomamente i nutrienti attraverso la fotosintesi; di conseguenza, devono utilizzare cibo prodotto da altri. In particolare, i funghi sono decompositori che si nutrono per assorbimento: dapprima il fungo secerne all'esterno sostanze che demoliscono il materiale da digerire, come legno morto o resti di animali; poi le cellule assorbono i prodotti della digestione. I funghi sono sia unicellulari sia pluricellulari.
4. Gli **animali** sono organismi pluricellulari eterotrofi che si nutrono ingerendo e digerendo il cibo.

Ricorda Tutti i viventi si classificano in tre grandi domìni: **archèi**, **batteri** ed **eucarioti**.

verifiche di fine lezione

Rispondi

- A Che cos'è una cellula?
- B Per quale ragione il linguaggio genetico si dice universale?
- C Fornisci la definizione di omeostasi.
- D Spiega il significato di adattamento.

Cosa sono i virus?

Ci rendiamo conto dell'esistenza dei virus solo quando ci ammaliamo; queste entità biologiche, innocue o pericolose, sono difficili da classificare perché si trovano al confine tra viventi e non viventi.

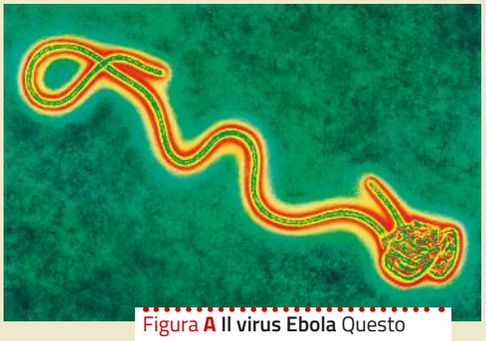


Figura **A Il virus Ebola** Questo virus appartiene alla famiglia *Filoviridae* e causa violente febbri emorragiche.

Tratto da:
Giovanni Maga
Occhio ai virus
Chiavi di lettura
Zanichelli, 2012

I virus sono ovunque. Permeano ogni ambiente della biosfera dove ci siano organismi da parassitare, e sono estremamente abbondanti. Basti dire che una goccia di acqua marina contiene in media 100 000 batteri, ma più di un milione di particelle virali. Si calcola che soltanto negli oceani siano presenti circa 10^{30} virus, un numero che supera quello delle stelle in tutto l'Universo!

Gran parte di questi virus sono per noi ancora sconosciuti. Nessuno sa quanti tipi di virus esistano al mondo, ma certamente il loro numero è paragonabile a quello di tutte le specie viventi. Oggi gli studiosi hanno classificato circa 5000 tipi virali, ma le stime più realistiche dicono che ne esistono almeno mille volte di più.

I virus non sono soltanto numerosi, ma anche sorprendentemente diversi fra loro. Se per esempio si prende un campione di suolo e uno di sedimento del fondo oceanico, a parità di numero di particelle virali, si trova che nel fondale il numero di genomi virali diversi fra loro è mille volte più grande che nel terreno.

Fin qui abbiamo parlato di numeri e differenze, ma non ci siamo ancora posti una domanda fondamentale: che cosa sono i virus?

Dalla malattia al virus

La parola «virus» è entrata nel lessico scientifico nel 1898, quando il microbiologo olandese Martinus W. Beijerinck la usò per descrivere l'agente patogeno responsabile della malattia delle piante nota come mosaico del tabacco. Beijerinck sapeva soltanto che quell'agente era più piccolo di un batterio. Poiché la maggior parte dei batteri misura più di 0,2 micrometri (0,2 millesimi di millimetro), Beijerinck aveva isolato il virus tramite un filtro che lasciava passare soltanto oggetti di dimensioni inferiori. L'unica altra cosa che sapeva era che quell'agente filtrabile causava una malattia, perciò lo designò con la parola latina che significa «veleno». Questa percezione è rimasta nel sentire comune, tanto che ancora oggi associamo la parola «virus» a qualcosa di dannoso e pericoloso.

In effetti tutti i virus sono parassiti intracellulari obbligati, cioè necessitano di una cellula vivente all'interno della quale replicare la propria informazione genetica.

I virus quindi sono veri e propri predatori, che invadono la cellula, ne prendono il controllo e ne utilizzano le risorse per produrre copie di sé stessi. Spesso la cellula invasa muore per esaurimento energetico o stress: ecco perché le infezioni virali provocano in genere disfunzioni anche gravi negli organismi pluricellulari.

Proprio questa intima relazione con gli organismi che infettano fa sì che i virus siano fra i migliori veicoli per penetrare all'interno delle cellule sane e comprenderne i meccanismi molecolari. In altre parole, studiare i virus è importante non soltanto per combattere le infezioni, ma anche per capire come funzionano le cellule loro ospiti.

I virus sono vivi?

La risposta a questa domanda non è per nulla scontata. Per poterla dare, infatti, bisognerebbe prima di tutto definire che cos'è la vita. Questo è un dilemma che ha tormentato generazioni di filosofi, biologi, evoluzionisti e ministri di culto, e probabilmente esistono tante definizioni di vita quante sono le persone che si sono poste il problema.

Qui adotterò una definizione «biologicamente minimalista», volutamente priva di qualsiasi implicazione etico-filosofica.

È viva qualsiasi entità che sia capace di fare tre cose:

1. organizzarsi a partire dall'informazione custodita nel proprio genoma;
2. generare copie di questa informazione, ognuna leggermente diversa da tutte le altre;
3. produrre nuovi esemplari di sé stessa.

La vita è, in ultima analisi, flusso di informazione genica. Tutto il resto – metabolismo e respirazione, ma anche pinne, ali, denti, zampe e così via – può essere visto come un insieme di «sovrastrutture» selezionate nel corso dell'evoluzione, che permettono al flusso dei geni di manifestarsi all'interno di tutte le nicchie disponibili.

Allora i virus sono vivi? Se accettiamo la definizione data sopra, sicuramente sì, ma con una peculiarità: come Dracula, il famoso vampiro di Stoker, i virus alternano una fase di fissa immobilità, simile alla morte, a esplosioni parossistiche (e spesso letali) di attività frenetica.

Figura **B Il virus del mosaico del tabacco** Le aree gialle su questa foglia di melo sono cellule morte, uccise dal virus del mosaico.

lezione

2

Il metodo scientifico: come i biologi studiano la vita

Gli studi scientifici si basano sull'osservazione, i dati, gli esperimenti e la logica. Gli scienziati si servono di molti strumenti e metodi diversi per fare le osservazioni, raccogliere i dati, progettare gli esperimenti e applicare la logica, ma seguono sempre dei princìpi guida comuni.

10 Il metodo scientifico

Nelle loro ricerche, i biologi utilizzano numerosi strumenti e procedure. Tuttavia, a prescindere dalle tecniche impiegate, l'esplorazione scientifica della vita presenta alcune tappe ricorrenti che costituiscono il **metodo scientifico**, introdotto da Galileo Galilei. Davanti a un fenomeno di cui non conoscono la causa, gli scienziati:

1. compiono *osservazioni* sistematiche;
2. formulano una *domanda*;
3. elaborano un'*ipotesi*, ossia una possibile soluzione alla domanda;
4. traggono *previsioni* dall'ipotesi;
5. *verificano* la validità delle ipotesi con osservazioni o esperimenti.

Spesso si pensa al metodo scientifico come a un'unica procedura lineare, simile a un diagramma di flusso (figura **1.10**): in realtà questa è una semplificazione. Nel loro lavoro, gli scienziati non seguono le tappe in un ordine predefinito, ma possono procedere da punti di partenza diversi oppure ritornare sui propri passi.

Ricorda Il procedimento che parte dall'osservazione prevede la formulazione di ipotesi e previsioni, e infine verifica la correttezza delle previsioni e costituisce il **metodo scientifico**.

11 Osservare e misurare

Gli scienziati hanno sempre lavorato basandosi sull'osservazione del mondo circostante: oggi la nostra capacità di osservare è aumentata enormemente grazie a strumenti e a tecnologie come microscopi ottici ed elettronici, il sequenziamento del DNA, l'elaborazione di immagini da risonanza magnetica e il GPS (sistema di localizzazione satellitare). Queste tecnologie ci permettono di osservare molti fenomeni su piccola e grande scala, dalla distribuzione delle molecole nella cellula fino agli spostamenti degli animali attraverso continenti e oceani.

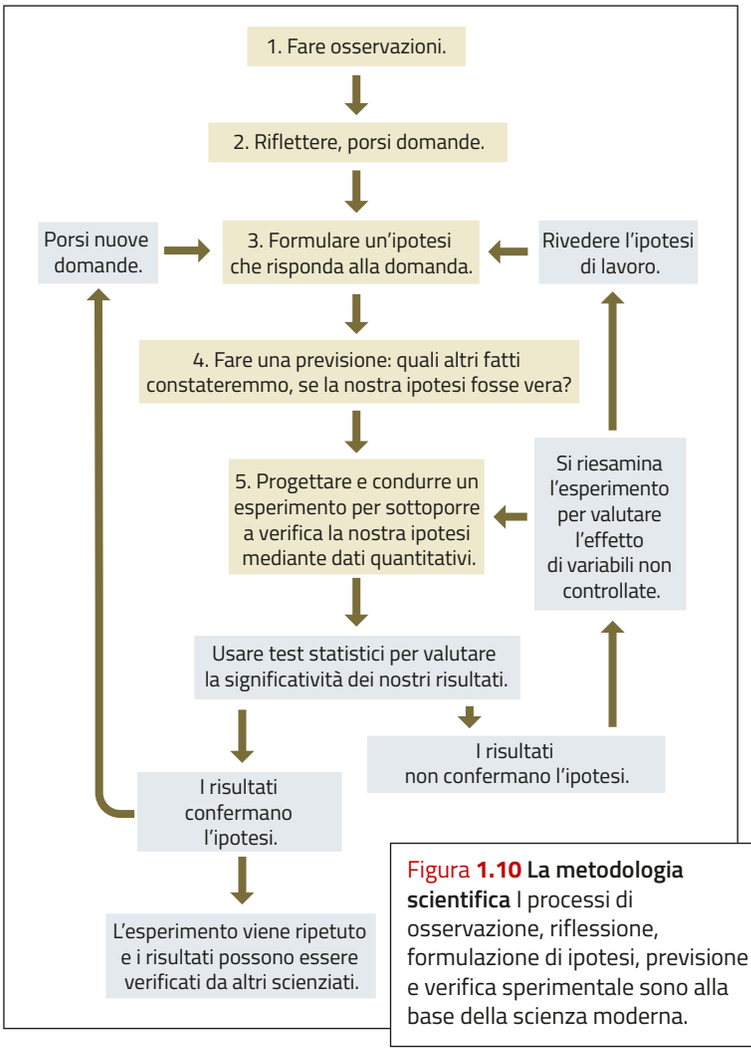


Figura **1.10 La metodologia scientifica** I processi di osservazione, riflessione, formulazione di ipotesi, previsione e verifica sperimentale sono alla base della scienza moderna.

L'**osservazione** è il primo passo del metodo scientifico: di fronte al fenomeno che si deve analizzare, il ricercatore compie una serie di osservazioni e raccoglie i **dati** in modo ordinato, per esempio in una tabella.

I dati possono essere di due tipi: i *dati qualitativi* sono basati sulla percezione che il ricercatore ha del fenomeno in esame; i *dati quantitativi* sono ottenuti da misurazioni ottenute utilizzando specifici strumenti di misura.

In passato, i biologi utilizzavano soprattutto dati qualitativi, come le differenze fisiche tra gli organismi. In questo modo non era possibile determinare le relazioni evolutive tra le specie, e gli unici indizi erano le testimonianze fossili.

Oggi siamo in grado di quantificare le differenze molecolari e fisiche fra le varie specie e questa capacità, insieme all'uso di modelli matematici del processo evolutivo, ci permette di analizzare la storia dell'evoluzione in termini quantitativi.

Ricorda La ricerca scientifica si basa sull'osservazione e sulla raccolta di **dati** qualitativi e quantitativi.

12 Dalla domanda all'ipotesi

L'osservazione di un fenomeno di cui non si conosce la spiegazione fa sorgere in noi delle domande. Perché avviene? Quali sono le conseguenze?

Dopo essersi posto una domanda, lo scienziato spesso usa la **logica induttiva** per proporre una risposta. Il ragionamento induttivo parte dalle osservazioni e crea una nuova affermazione, compatibile con le osservazioni e con i dati iniziali. Questa affermazione provvisoria prende il nome di **ipotesi**.

Ipotesi deriva dal greco *hypó*, «sotto», e *thésis*, «tesi, posizione», e significa letteralmente supposizione.

Il passo successivo del metodo scientifico consiste nell'adottare un tipo diverso di ragionamento, la **logica deduttiva**, che permette di formulare **previsioni** nel caso in cui l'ipotesi fosse corretta: partendo da un'affermazione generale considerata vera (l'ipotesi), si cerca di prevedere quali altri fatti dovrebbero verificarsi in coerenza con tale ipotesi.

Ricorda In seguito all'osservazione, gli scienziati lavorano per induzione formulando **ipotesi** per spiegare ciò che hanno osservato. Le ipotesi servono a dedurre **previsioni**.

Figura **1.11** **Che cosa sta succedendo alle rane?** Tyrone Hayes è professore di biologia presso l'università di Berkeley in California. Conduce ricerche sul campo e in laboratorio per capire se le popolazioni di rane sono a rischio di estinzione a causa dei pesticidi agricoli.

13 Gli esperimenti servono a verificare o a smentire l'ipotesi

Una volta formulate previsioni sulla base di un'ipotesi, si possono progettare degli esperimenti per verificarle. Gli esperimenti più utili sono quelli che potenzialmente possono dimostrare che la previsione è sbagliata. Se la previsione si rivela sbagliata, bisogna rivedere l'ipotesi, modificarla oppure respingerla, e quindi eseguire una nuova serie di esperimenti.

Esistono due tipologie di esperimento, entrambe le quali mettono a confronto dati provenienti da campioni sperimentali diversi: gli esperimenti controllati e gli esperimenti comparativi.

In un **esperimento controllato**, si confrontano campioni simili tra loro. Sulla base dell'ipotesi di partenza, si pone l'attenzione su un certo fattore critico, detto *variabile*, che potrebbe avere qualche effetto sul fenomeno che stiamo studiando.

A questo punto, si allestiscono degli esperimenti in cui si modifica artificialmente soltanto quella variabile.

I risultati ottenuti nei campioni chiamati «sperimentali» si confrontano con i dati provenienti da un campione detto «di controllo», che non subisce alcuna modifica. La variabile su cui si interviene si chiama **variabile indipendente**, mentre la risposta misurata costituisce la **variabile dipendente**.

Negli esperimenti controllati si interviene soltanto sulla variabile indipendente; tutte le altre devono essere mantenute costanti. Non è facile progettare un buon esperimento controllato, perché le variabili biologiche sono correlate tra loro al punto che è difficile modificarne soltanto una alla volta.

Negli **esperimenti comparativi** invece si raccolgono dei dati di campioni diversi e si mettono a confronto. Se l'ipotesi è giusta, tra tali campioni si riscontreranno delle differenze che concorderanno con le previsioni fatte.

Che si conducano esperimenti controllati o comparativi, alla fine del lavoro bisogna stabilire se vi sono differenze significative tra i campioni che sono stati oggetto del nostro studio. Come valutiamo se una differenza che abbiamo misurato è una prova sufficiente per smentire o verificare l'ipotesi di partenza? In altre parole, come facciamo a essere certi che la differenza che abbiamo misurato sia significativa?

La significatività dei dati si può valutare utilizzando **metodi statistici** che ci dicono qual è la probabilità di ottenere gli stessi risultati in maniera casuale: in questo modo possiamo essere certi che le differenze che abbiamo osservato non sono il risultato di variazioni casuali nei campioni esaminati.

Ricorda I risultati degli **esperimenti controllati** o **comparativi** possono confermare oppure smentire le ipotesi iniziali.

14 Un esempio concreto

Per capire in che modo si conduce un'indagine scientifica, prendiamo come esempio un caso di studio reale che riguarda le popolazioni degli anfibi (rane, rospi e tritoni). Questi animali, che sono diffusi in tutto il pianeta, negli ultimi decenni hanno iniziato a scomparire: oggi oltre un terzo delle specie appartenenti al gruppo degli anfibi minaccia di estinguersi. Perché questi animali stanno sparendo?

Tyrone Hayes, un biologo dell'Università di Berkeley in California (figura **1.11**), ha intrapreso una ricerca per indagare gli effetti di alcune sostanze chimiche usate in agricoltura che contaminano le acque di scolo dei campi. Hayes ha concentrato la sua attenzione sull'atrazina, un erbicida utilizzato in diversi Paesi (non nell'Unione Europea, dove è vietato). Di solito l'atrazina si somministra in primavera, quando molti anfibi sono nella stagione riproduttiva e migliaia di girini nuotano nei corsi d'acqua che scorrono tra i terreni delle aziende agricole.

In laboratorio, Hayes e il suo gruppo hanno allevato dei girini di rana sia in acqua senza atrazina sia in acqua con diverse concentrazioni di atrazina. Anche a concentrazioni minime, l'erbicida influiva notevolmente sullo sviluppo dei girini, poiché femminilizzava i maschi. Quando questi girini maschio divenivano adulti, le loro strutture vocali, necessarie per il richiamo sessuale all'accoppiamento, risultavano più piccole del normale; in alcuni individui si sviluppavano uova nei testicoli, mentre altri presentavano organi sessuali femminili.

Queste informazioni sembravano indicare che l'atrazina compromettesse seriamente la riproduzione delle rane: tuttavia, gli esperimenti erano stati condotti in laboratorio, con una specie di rana allevata appositamente per l'uso sperimentale. Si sarebbero avuti gli stessi risultati anche in natura?

Per scoprirlo, Hayes e i suoi studenti hanno iniziato a raccogliere rane e campioni di acqua in giro per gli Stati Uniti. Dopo aver misurato le concentrazioni di atrazina ed esaminato le rane, essi notarono che l'unico sito in cui le rane risultavano normali era quello in cui non si rilevavano tracce di atrazina; in tutti gli altri siti, le rane maschio presentavano anomalie degli organi sessuali. Basandosi su queste osservazioni, Hayes ha formulato delle previsioni, poi ha ideato e realizzato degli esperimenti per sottoporle a verifica.

Secondo l'ipotesi di Hayes, una causa del declino degli anfibi avrebbe potuto essere il contatto con l'erbicida atrazina.

Hayes sapeva che l'atrazina contamina le acque soprattutto in primavera, il periodo in cui gli anfibi si accoppiano e avviene lo sviluppo dei girini. Perciò egli formulò la previsione che gli effetti negativi dell'esposizione all'atrazina si sarebbero manifestati quando i girini fossero divenuti adulti.

Per verificare l'ipotesi, Hayes e i suoi collaboratori hanno condotto entrambi i tipi di esperimento. Come puoi vedere nella figura **1.12**, Hayes condusse dapprima un esperimento controllato sottoponendo gruppi simili di girini a concentrazioni diverse di atrazina (variabile indipendente) e andando a misurare la comparsa di anomalie negli adulti (variabile dipendente).

Quando i ricercatori ebbero conferma dai loro esperimenti controllati che l'atrazina influisce sullo sviluppo riproduttivo delle rane, decisero di realizzare un esperimento comparativo. Raccolsero campioni di rane e di acqua da otto siti diversi molto distanti fra loro, che presentavano diverse concentrazioni di erbicida, e confrontarono la frequenza delle anomalie.

Un caso da vicino

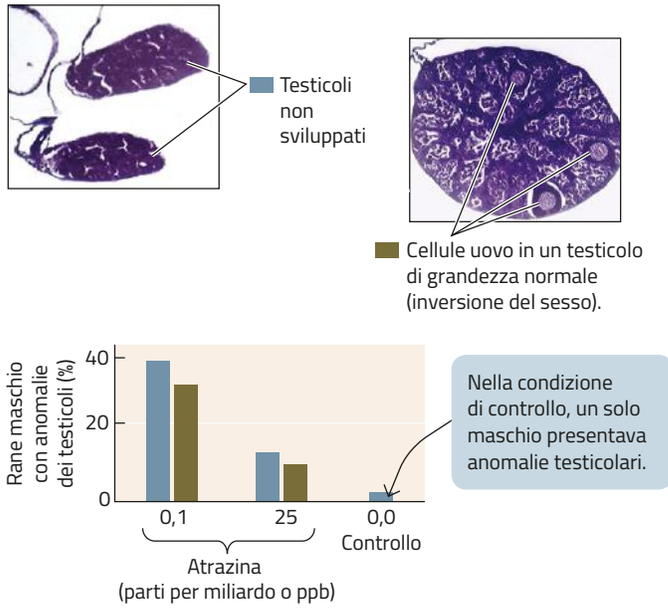
Ipotesi

L'esposizione all'atrazina durante lo sviluppo causa anomalie negli organi sessuali dei maschi di rana.

Metodo

1. Preparare 9 vasche con proprietà fisiche uguali e costanti, fatta eccezione per la concentrazione di atrazina nell'acqua. Stabilire 3 diverse concentrazioni di atrazina (con 3 vasche uguali per ciascuna concentrazione).
2. Introdurre nelle 9 vasche girini di rana ottenuti da uova allevate in laboratorio (30 girini per vasca).
3. Dopo la metamorfosi dei girini in adulti, analizzarne gli organi riproduttivi.
4. Verificare la correlazione tra il grado di esposizione all'atrazina e la presenza di anomalie nei testicoli dei maschi.

Risultati



Conclusione

L'esposizione all'atrazina a basse concentrazioni induce anomalie nello sviluppo dei testicoli nei maschi di rana.

Figura **1.12** **Negli esperimenti controllati si lavora su una variabile alla volta, mantenendo costanti tutte le altre** Nel laboratorio di Hayes furono costruiti ambienti controllati che differivano solo rispetto alla concentrazione di atrazina nell'acqua.

Un caso da vicino

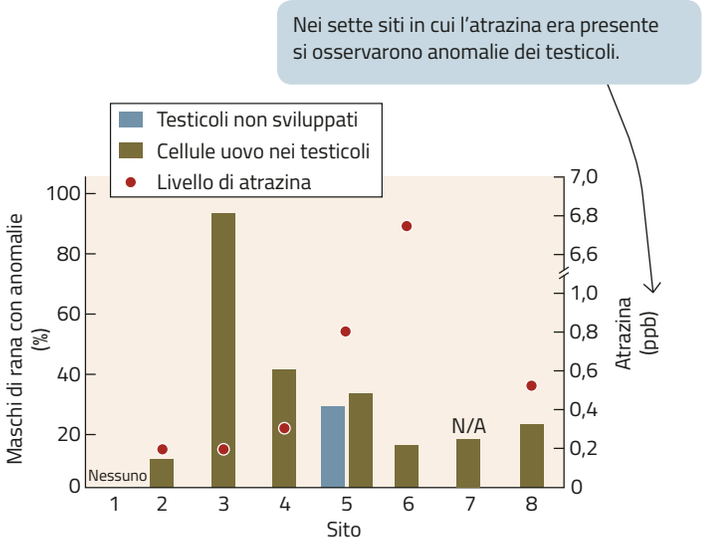
Ipotesi

La presenza dell'atrazina nei campionamenti d'acqua nell'ambiente è correlata con la presenza di anomalie dei testicoli nelle popolazioni locali di rane.

Metodo

1. Furono scelti quattro siti (siti 1-4) con meno probabilità e quattro siti (siti 5-8) con più probabilità di essere contaminati dall'erbicida.
2. Tutti i siti furono visitati in primavera e furono raccolti campioni di acqua e di rane.
3. In laboratorio si esaminarono gli organi riproduttivi delle rane, rilevando eventuali anomalie.
4. Si analizzarono i campioni d'acqua per determinare la concentrazione di atrazina (il campione del sito 7 non fu testato).
5. L'incidenza delle anomalie degli organi riproduttivi fu quantificata e correlata con la concentrazione di atrazina nell'ambiente.

Risultati



Conclusione

Le anomalie degli organi riproduttivi si rilevano nelle rane provenienti dagli ambienti in cui la concentrazione di atrazina è di 0,2 ppb o superiore. Tuttavia, l'incidenza delle anomalie non sembra essere proporzionale alla concentrazione di atrazina presente nell'ambiente al momento del passaggio da girino ad adulto. Questo rende necessari ulteriori approfondimenti.

Figura **1.13** **Negli esperimenti comparativi si ricercano differenze tra campioni diversi** Per verificare se la presenza di atrazina fosse correlata con le anomalie dei testicoli nei maschi di rana, il gruppo di ricerca di Hayes raccolse campioni di acqua e rane da siti diversi.

Naturalmente, i siti di campionamento differivano per numerosi altri parametri, oltre che per i livelli di erbicida: presenza di altre sostanze, temperatura, acidità. Non era quindi possibile tenere sotto controllo tutte le possibili variabili. I risultati di questo esperimento sono mostrati nella figura **1.13**.

Alla fine dei suoi esperimenti, Hayes concluse che la presenza di atrazina nelle acque in cui avviene lo sviluppo delle rane favorisce l'incidenza di anomalie negli organi sessuali delle rane maschio, riducendo la fertilità della popolazione.

Ricorda Nel corso di una ricerca scientifica si possono utilizzare sia gli **esperimenti controllati** sia gli **esperimenti comparativi**.

15 Come nasce una teoria scientifica

Quando un'ipotesi viene confermata dagli esperimenti, lo scienziato può formulare una **teoria** generale, che spiega non solo il fenomeno osservato, ma tutti i fenomeni dello stesso tipo che saranno osservati anche in futuro.

La storia della scienza insegna che le teorie scientifiche non sono mai definitive, ma vanno incontro a continue trasformazioni, rivisitazioni e verifiche. Il fatto stesso che le teorie derivino da osservazioni ed esperimenti comporta che esse debbano sempre essere sottoposte a nuove prove, e che un giorno possano essere messe in discussione da ulteriori osservazioni.

La teoria cellulare, per esempio, pur essendo il risultato di un procedimento analogo a quello descritto sopra si è imposta a tal punto che oggi consideriamo le cellule un **fatto scientifico**, cioè una spiegazione che non ha senso mettere in discussione. Sulla base di tale fatto, noi compiamo nuove osservazioni e formuliamo teorie più dettagliate, come quella della comunicazione cellulare. Lo stesso avviene con l'evoluzione delle specie, che da teoria è diventata un fatto scientifico fondamentale per la nostra indagine della natura: a partire da questo presupposto, la teoria evoluzionista cerca di formulare spiegazioni sempre più precise dei meccanismi evolutivi.

Ricorda Una **teoria** che venga costantemente verificata da esperimenti diversi si impone come un **fatto scientifico**.

16 In biologia le scoperte si possono generalizzare

Essendo tutti imparentati fra loro, in quanto discendenti da un unico antenato comune, gli esseri viventi sono costituiti da molecole simili; perciò le conoscenze ricavate dallo studio di un tipo di organismo si possono generalizzare, con le dovute cautele, ad altri organismi. Nella ricerca, i biologi si servono di **organismi modello**, sapendo che potranno estendere la validità delle loro scoperte da questi ad altri organismi.

Per esempio, abbiamo cominciato a capire le reazioni chimiche cellulari grazie alle ricerche svolte sui batteri, ma i risultati

READ & ANSWER

Evolution in action

The word «evolution» often conjures up the idea of dusty palaeontologists digging for dinosaur bones and of endless periods of time. It is of course true that some evolutionary transitions (for example from dinosaurs to birds or from hominids to men) took millions of years to occur; however, some evolutionary changes also occur at a much faster rate. The first person to report an example of fast evolution was Darwin himself, noticing that a common species of moths – normally white in the wild – had adopted a dark colour near the city factories in order to better disguise themselves on the trunks of the trees darkened by the smoke of the highly polluted environment of the English Industrial Revolution. It has recently been reported that these very same moths are now turning back to their original white colour thanks to the reduction in air pollution. These observations should be no surprise. The driving forces of evolution are the changes (mutations) in the genome that appear in the progeny of each generation and the changes in the environment (selective pressures) that favour some mutations over others. This means that organisms that live in a rapidly changing environment and have short generation spans and a numerous progeny are more likely to evolve rapidly. Bacteria and viruses, with generation times of only a few hours and progenies in the order of millions, are the most rapidly evolving organisms.

The human immunodeficiency virus HIV, which causes the acquired immune deficiency syndrome (AIDS), evolves so rapidly in the infected host that in a matter of months new viral species arise that are resistant to the drugs used to treat the patient. The massive introduction of antibiotics 100 years ago has resulted in the appearance of several bacterial species that are resistant to antibiotics. Thanks to the ability of reading the bacterial and viral genome, scientists can track these fast evolutionary changes in real time. These studies help to better understand the mechanisms of evolution and also help in finding effective methods to fight new pathogens.

Answer the questions

1. How did moths evolve during the English industrial revolution?
2. What element has caused moths in urban settings to revert?
3. What are the main causes of evolution?
4. Why do viruses evolve so quickly?
5. Why is it necessary to constantly develop new antibiotics?

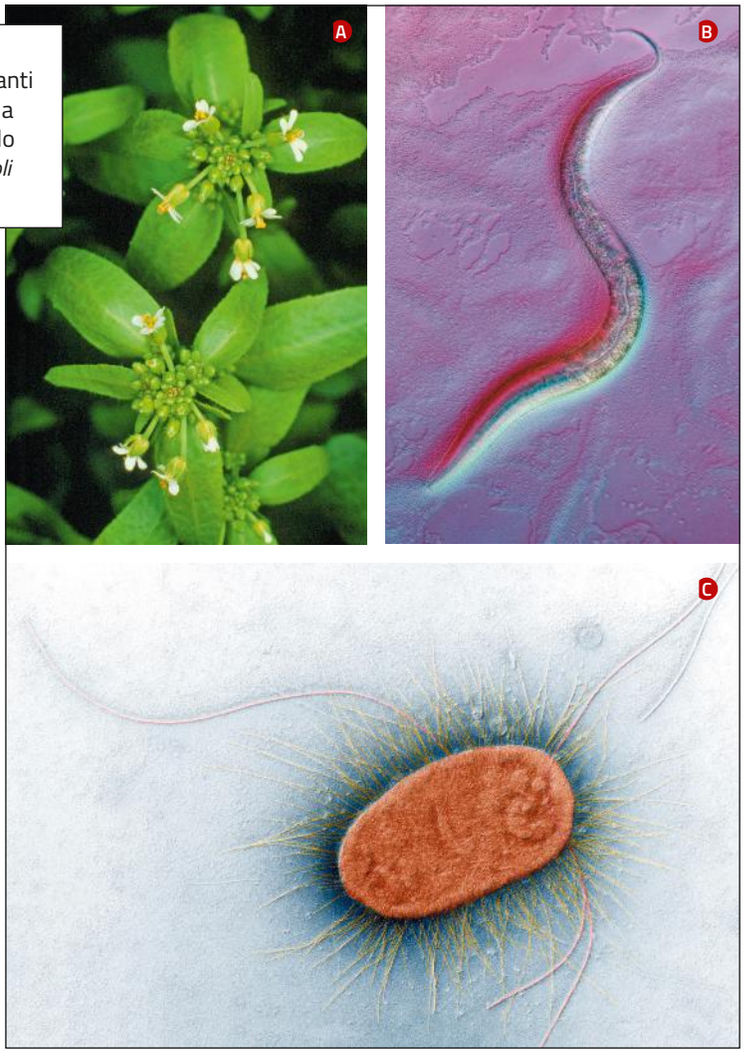


Figura **1.14** **Organismi modello** Tre esempi di organismo modello che hanno permesso di compiere scoperte importanti sugli organismi viventi: (A) la pianta *Arabidopsis thaliana* per la genetica dei vegetali, (B) il verme *Caenorhabditis elegans* per lo sviluppo degli embrioni animali e (C) il batterio *Escherichia coli* per le strutture e le funzioni dei procarioti.

sono poi stati applicati a tutte le cellule, comprese quelle umane. Analogamente, le reazioni della fotosintesi, il processo attraverso il quale tutte le piante si servono dell'energia solare per produrre zuccheri, sono state scoperte attraverso esperimenti sulla *Chlorella*, un'alga unicellulare. Gran parte di ciò che sappiamo sui geni che controllano lo sviluppo di una pianta è il risultato del lavoro su *Arabidopsis thaliana*, una parente della senape (figura **1.14**).

La possibilità di generalizzare le conoscenze a partire da organismi modello è uno strumento estremamente efficace per la biologia.

Ricorda Nelle loro ricerche, i biologi utilizzano **organismi modello**; le scoperte effettuate su tali organismi vengono poi generalizzate ad altri.

verifiche di fine lezione

Rispondi

- A Quali sono le fasi del metodo scientifico?
- B Come si controlla la validità di un'ipotesi?
- C Qual è la differenza tra esperimento controllato ed esperimento comparativo?
- D In cosa differiscono una teoria e un fatto scientifico?

capitolo

A1

Esercizi di fine capitolo

Verifica le tue conoscenze

1 **I semi di molte piante del deserto possono restare inattivi per anni. Cosa possiamo dire di questi semi?**

A non sono ancora vivi, ma possono diventarlo in presenza di acqua

B sono comunque vivi poiché appartengono a una specie vivente

C non possono essere considerati vivi perché sono vegetali

D sono comunque vivi perché derivano da un organismo vivente

2 **Che cos'è il citoplasma?**

A il nutrimento tipico di tutte le cellule

B il materiale di cui è fatta la membrana

C l'ambiente interno di tutte le cellule

D una sostanza chimica tipica dei viventi

3 **Indica quale delle seguenti affermazioni descrive più correttamente la cellula.**

A è la più piccola struttura esistente formata da organismi viventi

B è la struttura più semplice in grado di svolgere funzioni vitali

C è la struttura che svolge tutte le reazioni tipiche del mondo vivente

D è la struttura che contraddistingue gli organismi unicellulari

4 **Da quale tipo di subunità è formato il DNA?**

A da molecole chiamate nucleotidi

B da atomi chiamati amminoacidi

C da molecole chiamate proteine

D da una molecola chiamata genoma

5 **Indica quale tra le seguenti è la funzione svolta dai geni.**

A controllano la costruzione della struttura dell'organismo

B compongono la struttura che caratterizza la molecola di DNA

C contengono le informazioni per regolare le mutazioni

D contengono l'informazione per fabbricare le proteine

6 **Quale tra i seguenti non è un esempio di nutriente?**

A il diossido di carbonio, perché è un semplice prodotto di scarto

B la luce, perché è una forma di energia e non una sostanza

C gli zuccheri, perché possono essere ottenuti solo da altri viventi

D l'acqua, perché non è una sostanza che possa dare energia

7 **Fornisci la definizione di metabolismo.**

A la capacità dei viventi di mantenere costante il proprio ambiente interno

B un processo nel corso del quale la materia cambia la sua composizione

C il complesso delle reazioni chimiche che avvengono in un essere vivente

D l'insieme delle sostanze grazie alle quali i viventi si riforniscono di energia

8 **Come si può definire una comunità?**

A l'insieme degli organismi di una certa specie viventi in un dato luogo

B l'interazione tra tutti i viventi e l'ambiente nel quale essi vivono

C l'insieme delle relazioni che si stabiliscono tra gli organismi

D l'insieme delle interazioni che si stabiliscono tra le popolazioni

9 **Quale tra i seguenti è un esempio di ecosistema?**

A tutte le specie, animali e vegetali che si trovano in un prato

B un lago e tutti gli esseri viventi che lo popolano

C tutte le querce che formano una foresta

D l'insieme degli ambienti biologici dell'Australia

10 **Indica quale tra le seguenti affermazioni rappresenta meglio l'azione della selezione naturale.**

A gli individui con una probabilità di sopravvivenza maggiore sono favoriti nel riprodursi e trasmettere le proprie caratteristiche

B gli individui malati o malformati vengono eliminati in modo da mantenere la specie sana e robusta

C gli individui vengono selezionati in modo da favorire la comparsa di caratteristiche adatte all'ambiente in cui vivono

D gli individui vengono modificati nel tempo in modo che ciascuno si adatti al meglio alle condizioni in cui vive

11 **Quali tra i seguenti viventi non appartiene al dominio degli eucarioti?**

A i protisti, perché comprendono esclusivamente specie unicellulari

B i funghi, perché comprendono specie sia pluricellulari sia unicellulari

C gli archei, perché hanno cellule semplici e senza comparti interni

D le piante, perché comprendono esclusivamente specie autotrofe

12 **Nel metodo scientifico, la logica deduttiva permette di**

A raccogliere i dati delle osservazioni in modo corretto

B formulare un'ipotesi

C fare delle previsioni

D progettare gli esperimenti

Verifica le tue abilità

13 **Leggi e completa le seguenti affermazioni relative alle caratteristiche comuni a tutti i viventi.**

a) Le cellule contengono le informazioni ..... scritte in un linguaggio genetico ..... .

b) La vita è organizzata in livelli ..... .

c) Tutti i viventi sono comparsi per ..... a partire da un antenato ..... .

d) Gli organismi viventi rispondono ai cambiamenti dell'ambiente ..... regolando l'ambiente ..... .

14 **Leggi e completa le seguenti affermazioni relative alla teoria cellulare.**

a) Le cellule sono le unità ..... e ..... di tutti i viventi .

b) Tutte le cellule sono rivestite da una struttura detta ....

c) Tutte le cellule possiedono un materiale ..... contenente le informazioni ereditarie.

d) Ogni cellula proviene da cellule ..... .

15 **Leggi e completa le seguenti affermazioni, che riguardano i livelli gerarchici della biologia.**

a) Gli organismi pluricellulari presentano un ambiente interno costituito da liquidi ..... .

b) Spesso le cellule di uno stesso tipo ..... tra loro per svolgere una funzione specifica.

c) Le cellule capaci di produrre movimento si uniscono a formare il ..... .

d) Gli organi con funzioni interconnesse si raggruppano in ..... o ..... .

16 **Leggi e completa le seguenti affermazioni relative alle caratteristiche delle cellule eucariotiche.**

a) Il materiale genetico è conservato in un ..... avvolto da una speciale membrana.

b) Le cellule eucariotiche hanno mediamente dimensioni di parecchio superiori a quelle delle cellule ..... .

c) Specifiche funzioni vengono svolte dagli .... presenti nel citoplasma.

d) Le specie di organismi eucariotici si trovano distribuite in ..... diversi regni dei viventi.

17 **Tutte le cellule hanno una specifica sostanza che fa da materiale genetico. Indica quali tra le seguenti affermazioni a questo proposito sono corrette e motiva le tue risposte.**

Ⓐ Il patrimonio genetico è fatto dallo stesso tipo di molecole in tutti i viventi.

Ⓑ Ogni cellula ha un genoma per ciascuna sua caratteristica ereditaria.

Ⓒ Il patrimonio genetico è stabile e immutabile.

Ⓓ I tratti specifici del materiale ereditario si definiscono geni.

18 **Scegli i termini corretti.**

I funghi sono organismi **procarioti/eucarioti** decompositori; essi sono capaci di secernere delle sostanze che **sintetizzano/demoliscono** il materiale da digerire, per poi assorbirlo. Per la modalità con cui ricavano i nutrienti vengono classificati tra gli **autotrofi/eterotrofi**.

19 **Leggi e completa le seguenti affermazioni, che riguardano il metodo scientifico.**

a) In un esperimento ..... si confrontano campioni simili che differiscono soltanto per un parametro definito variabile ..... che viene modificata sperimentalmente; la risposta misurata è detta variabile ..... .

b) I dati provenienti dai campioni ..... sono confrontati con quelli del campione ..... , che non subisce alcuna modifica.

c) In un esperimento ..... si mettono a confronto dati provenienti da campioni diversi.

Rispondi al massimo in dieci righe.

20 **Elenca le caratteristiche dei viventi e descrivile brevemente.**

21 **Il mondo dei viventi è organizzato in livelli gerarchici: che cosa significa questa affermazione? Sostieni la tua risposta con opportuni esempi.**

22 **Gli esseri viventi interagiscono tra loro. Questo è vero sia per organismi della stessa specie sia per organismi di specie diverse. Indica che organizzazione emerge nei due casi e fornisci un esempio per ciascuna.**

23 **I viventi sono classificati in tre domini e in sei regni. Indica quali sono e descrivi le caratteristiche distintive di ciascuno.**

24 **Descrivi le fasi del metodo scientifico, fornendo per ciascuna un esempio e sintetizzando poi le parti in uno schema riassuntivo.**