



## Articolo I. Uno sguardo sulla vita

# 1

L'esplosione dell'influenza H1N1 ha attirato su di sé la massima attenzione nell'aprile 2009. In pochi mesi più di 200 paesi del mondo hanno riportato casi accertati di questa malattia virale e H1N1 ha causato migliaia di morti. Secondo i CDC (U.S. Centers for Disease Control and Prevention), più di 200 agenti patogeni (organismi che causano malattie) hanno il potenziale di colpire globalmente. Nella storia i nuovi ceppi virali hanno causato la morte di molti individui. Per esempio, nel 1918 una pandemia di influenza uccise più di 20 milioni di persone in tutto il mondo. Gli epidemiologi ritengono che ancora oggi una pandemia di influenza potrebbe provocare la morte di milioni di persone. Pandemie come H1N1 hanno un impatto globale negativo: influenzano molti aspetti della vita, compresi l'economia globale, i viaggi, il turismo e l'istruzione.

Dotati di nuove tecnologie, i biologi lavorano a stretto contatto con i professionisti della sanità pubblica e del settore medico-sanitario per prevenire pericolose epidemie. Quando emerge un nuovo agente patogeno, i biologi studiano le sue relazioni evolutive con altri agenti patogeni conosciuti. Per esempio, gli scienziati hanno stabilito che la pandemia di influenza del 1918 è stata causata da un virus di influenza A (H1N1), il quale può aver subito una mutazione ed essere emerso di nuovo tramite un portatore suino o aviario. Il ceppo H1N1, identificato nel 2009, è stato messo in relazione con l'agente patogeno del 1918.

I biologi hanno stabilito che il ceppo di H1N1 del 2009 si è evoluto da una combinazione di virus che hanno infettato suini, uccelli e uomini. Hanno scoperto che questo ceppo di H1N1 contiene combinazioni uniche di segmenti genici per i quali gli uomini non hanno una immunità pregressa. Le conoscenze riguardo l'origine del virus forniscono importanti indizi sulla sua struttura e comportamento e suggeriscono ipotesi per combatterlo. Gli scienziati dunque devono verificare le loro ipotesi in laboratorio. I ricercatori sono stati in grado di determinare gli antigeni (proteine) sulla superficie di H1N1. Questi antigeni devono combinarsi con i recettori sulle cellule umane in modo da infettare le cellule. Basandosi su attenti studi di H1N1, rapidamente è stato sviluppato un vaccino.

Gli agenti patogeni possono colpire e diffondersi velocemente e la continua evoluzione di patogeni resistenti ai farmaci rappresenta un'ulteriore grande sfida. Nuove varietà di H1N1 continuano ad emergere e gli scienziati devono individuarle e stabilire il loro potenziale di virulenza velocemente. Inoltre, i vaccini sviluppati recentemente possono non essere più efficaci. Le malattie che ne derivano saranno approfondite nel Capitolo "Virus e agenti subvirali".

Questo è un periodo molto eccitante per iniziare a studiare la **biologia**, la scienza della vita. Le eccezionali scoperte che i biologi fanno quasi ogni giorno interessano ogni aspetto della nostra vita, come la salute, il cibo, la sicurezza, le relazioni con gli altri esseri umani e con altri organismi e la nostra capacità di godere della vita che ci circonda. Le nuove conoscenze forniscono informazioni che riguardano la specie umana e i milioni di altri organismi con i quali condividiamo il pianeta. La biologia influisce sulle nostre decisioni personali, politiche e sociali. Per esempio, un sforzo combinato è necessario ad ogni livello in modo da fornire le risorse e le conoscenze per stare al passo con le sfide delle pandemie globali.

Indipendentemente da quello che è il vostro campo e dagli obiettivi della vostra carriera, la conoscenza dei concetti biologici è uno strumento vitale per le sfide personali, sociali e globali che bisogna affrontare. Tra queste sfide ci sono: l'espansione della popolazione umana, la riduzione della diversità biologica, la diminuzione delle risorse naturali, i cambiamenti climatici globali, la prevenzione e la cura di malattie come quelle cardiache, il cancro, il diabete, il morbo di Alzheimer, la sindrome da immunodeficienza acquisita (AIDS) e l'influenza. Affrontare queste sfide richiederà gli sforzi combinati di biologi ed altri scienziati, politici e cittadini informati in campo biologico.

Questo libro rappresenta il punto di partenza per la vostra esplorazione della biologia. Vi fornirà le informazioni di base e gli strumenti per capire questa affascinante scienza, come pure per diventare membri informati della nostra società.

---

## 1.1 I TRE TEMI FONDAMENTALI

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

---

#### 1. Descrivere i tre temi fondamentali della biologia.

In questo primo capitolo, introdurremo i tre temi fondamentali della biologia. Questi temi sono interconnessi fra loro e con quasi tutti i concetti affrontati in questo libro.

1. **Evoluzione.** Le popolazioni di organismi si sono evolute nel tempo a partire da forme di vita primordiali. Gli scienziati hanno accumulato molte prove in grado di dimostrare che le diverse forme di vita sul nostro pianeta sono correlate e che le popolazioni si sono *evolute* nel tempo da forme di vita primordiali. Il processo *dell'evoluzione* è struttura portante della biologia ed uno dei temi principali di questo libro.
2. **Trasmissione dell'informazione.** Le informazioni devono essere trasmesse all'interno degli organismi e tra gli organismi. La sopravvivenza e la funzione di ogni cellula e di ogni organismo dipendono da una trasmissione regolata dell'informazione. L'evoluzione dipende dalla trasmissione dell'informazione genetica da una generazione all'altra.
3. **Trasferimento dell'energia.** Tutti i processi vitali, incluse migliaia di reazioni chimiche che mantengono l'organizzazione della vita richiedono un continuo ingresso di energia. La maggior parte dell'energia per la vita viene dalla luce del sole. L'energia solare viene trasferita attraverso i sistemi viventi dai produttori ai consumatori; i decompositori ottengono energia alimentandosi dei corpi morti e dei rifiuti sia dei produttori che dei consumatori. L'energia è inoltre continuamente trasferita da un composto chimico ad un altro all'interno di ogni cellula.

L'evoluzione, la trasmissione dell'informazione e il flusso di energia sono le forze che conferiscono agli organismi viventi le loro caratteristiche uniche. Iniziamo il nostro studio della biologia sviluppando una più precisa conoscenza delle caratteristiche fondamentali dei sistemi viventi.

#### Verifica

- Perché l'evoluzione, la trasmissione dell'informazione e l'energia sono considerate fondamentali per la vita?
- Qual è il significato del termine evoluzione applicato alle popolazioni di organismi?

---

## 1.2 LE CARATTERISTICHE DELLA VITA

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

---

2. Effettuare una distinzione tra viventi e non viventi descrivendo le caratteristiche che contraddistinguono gli organismi viventi.

È facile asserire che un pino, una farfalla e un cavallo sono esseri viventi, mentre le rocce non lo sono. Nonostante le loro diversità, gli esseri viventi che popolano il nostro pianeta condividono una serie di caratteristiche che li distinguono dalle cose non viventi. Queste caratteristiche comprendono un preciso tipo di organizzazione, crescita e sviluppo, un metabolismo capace di autoregolarsi, la capacità di rispondere agli stimoli, la riproduzione e l'adattamento ai cambiamenti ambientali.

#### Gli organismi sono composti da cellule

Sebbene siano molto diversi tra loro per dimensione ed aspetto, tutti gli organismi viventi sono costituiti da unità di base chiamate **cellule**. Le nuove cellule sono generate esclusivamente dalla divisione di cellule preesistenti. Questi concetti sono espressi nella **teoria cellulare** (discussa nel [Capitolo 4](#)), uno dei concetti unificanti fondamentali della biologia.

Alcune delle forme di vita più semplici, come i protozoi, sono unicellulari, costituite cioè da un'unica cellula ([FIG. 1-1](#)), mentre il corpo di un gatto o un acero è formato da miliardi di cellule. In questi complessi organismi pluricellulari, i processi vitali dipendono dalle funzioni coordinate delle cellule, che possono essere organizzate a formare tessuti, organi ed apparati.



Mike Abbey/Visuals Unlimited, Inc.

(a) Gli organismi unicellulari consistono in una cellula complessa che svolge tutte le funzioni essenziali della vita. I ciliati, come questo *Paramecium*, si muovono agitando le loro ciglia.



McMurray Photography

(b) Gli organismi pluricellulari, come questo bufalo africano (*Syncerus caffer*) e le piante di cui si ciba, possono essere costituiti da miliardi di cellule specializzate per svolgere specifiche funzioni.

## ← FIGURA 1-1 Forme di vita unicellulari e pluricellulari

Ogni cellula è circondata da una membrana plasmatica protettiva che la separa dall'ambiente circostante. La membrana plasmatica regola il passaggio di materiale tra la cellula e l'ambiente. Le cellule posseggono molecole specializzate che contengono l'informazione genetica. Nella maggior parte delle cellule, l'informazione genetica è codificata nell'acido deossiribonucleico, conosciuto più semplicemente come **DNA**. Tipicamente, le cellule sono fornite di strutture interne, chiamate **organelli**, specializzate per svolgere funzioni precise.

Esistono fondamentalmente due diversi tipi di cellule: procariotiche ed eucariotiche. Le **cellule procariotiche** sono esclusive dei batteri e di organismi microscopici chiamati *archaea*. Tutti gli altri organismi sono costituiti da **cellule eucariotiche**. Queste cellule tipicamente contengono una varietà di organelli circondati da membrana, incluso un **nucleo** che contiene il DNA. Le cellule procariotiche sono strutturalmente più semplici: non posseggono un nucleo né altri organelli circondati da membrana.

## Gli organismi crescono e si sviluppano

La **crescita biologica** consiste in un aumento della dimensione delle singole cellule di un organismo o nell'aumento del numero delle cellule, o entrambi. La crescita di un organismo può essere uniforme oppure può essere maggiore in alcune parti, cosicché le proporzioni del corpo cambiano durante il processo di accrescimento. Alcuni organismi, come ad esempio la maggior parte degli alberi, continuano a crescere durante tutta la loro vita. Molti animali, invece, hanno un periodo di crescita definito che termina quando sono raggiunte le dimensioni tipiche dell'età adulta. Uno degli aspetti significativi del processo di crescita è che ogni parte dell'organismo continua a funzionare mentre cresce.

Oltre ad accrescersi, gli organismi viventi si

sviluppano. Lo **sviluppo** comprende tutti i cambiamenti che avvengono durante la vita di un organismo. Ogni essere umano, come molti altri organismi, inizia la propria vita come uovo fecondato che in seguito cresce e si sviluppa. La forma e le strutture del corpo che si sviluppano sono adatte alle funzioni che l'organismo deve svolgere.

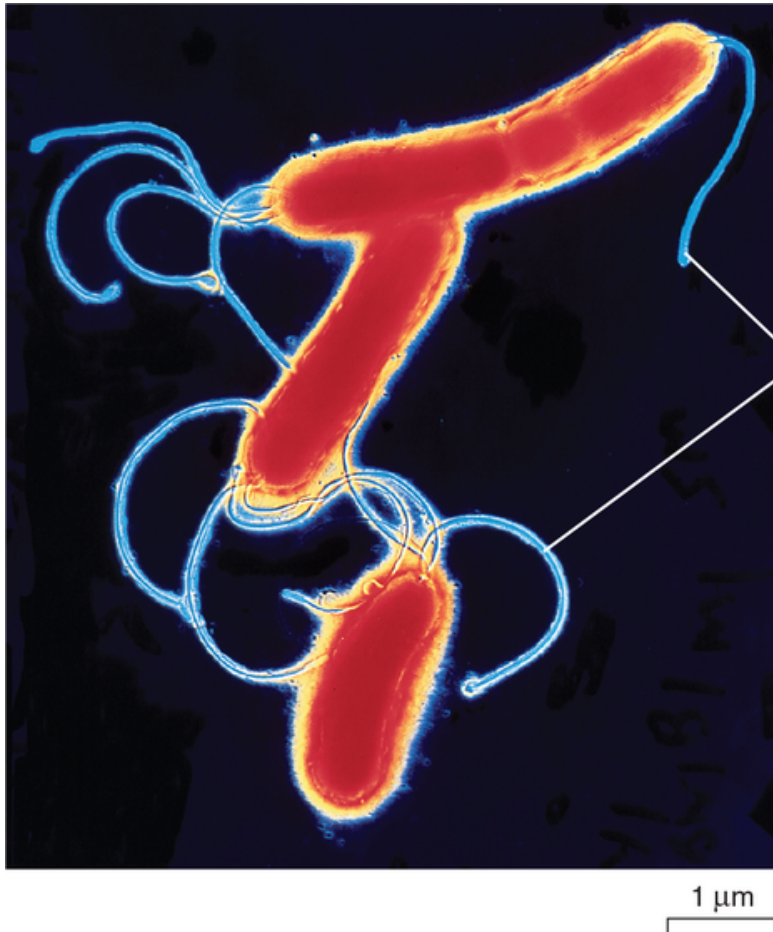
## Gli organismi regolano i propri processi metabolici

In tutti gli organismi viventi avvengono reazioni chimiche e trasformazioni energetiche essenziali per la nutrizione, la crescita, la riparazione cellulare e la trasformazione dell'energia in forme utilizzabili. L'insieme delle attività chimiche dell'organismo è chiamato **metabolismo**.

In ciascun essere vivente, le reazioni metaboliche avvengono di continuo e devono essere accuratamente regolate per mantenere l'**omeostasi**, uno stato di equilibrio interno. Quando un prodotto cellulare è in quantità sufficiente, la sua produzione deve diminuire o arrestarsi. Quando è necessaria una particolare

sostanza, i processi cellulari che la producono devono attivarsi. Questi *meccanismi omeostatici* sono sistemi di controllo che si autoregolano, altamente sensibili ed efficienti.

Negli animali superiori, la regolazione della concentrazione del glucosio (uno zucchero semplice) nel sangue è un buon esempio di meccanismo omeostatico. Le cellule richiedono un apporto costante di glucosio, che viene demolito per ottenere energia. Il sistema circolatorio ha la funzione di portare il glucosio ed altri fattori nutritivi a tutte le cellule. Quando la concentrazione di glucosio nel sangue sale sopra i livelli normali, questo è immagazzinato nel fegato e nelle cellule muscolari. Quando il livello inizia a scendere (tra un pasto e l'altro), le riserve sono convertite in glucosio, i cui livelli ematici tornano a valori normali. Quando il glucosio è consumato, i centri superiori ci avvertono che è ora di mangiare e il cibo ingerito è trasformato in glucosio.



Flagelli

← FIGURA 1-2 *Il movimento biologico* La presenza di questi batteri (*Helicobacter pylori*), che si spostano muovendo i flagelli, è stata collegata alle ulcere gastriche. La fotografia è una microfotografia elettronica a scansione a colore intensificato (i batteri non sono realmente rossi e blu).

### Gli organismi rispondono agli stimoli

Tutte le forme di vita rispondono agli **stimoli**, cambiamenti fisici o chimici che avvengono nel loro ambiente interno od esterno. Gli stimoli in grado di provocare una risposta nella maggior parte degli organismi sono: cambiamenti di colore, intensità o direzione della luce; cambiamenti di temperatura, pressione e suono; cambiamenti della composizione chimica di terreno, aria o acqua circostanti. La risposta agli stimoli determina il movimento, sebbene non sempre la locomozione (lo spostamento da un posto ad un altro).

Negli esseri più semplici, l'intero organismo è in grado di rispondere agli stimoli: ad esempio, alcuni organismi unicellulari rispondono ad una luce intensa ritraendosi. In alcuni organismi, lo spostamento è il risultato di un lento scivolamento della cellula (un processo chiamato *movimento ameboide*); in altri, è dato dall'oscillazione di piccole estroflessioni della cellula simili a peli, chiamate **ciglia**, oppure di strutture più lunghe chiamate **flagelli** ( FIG. 1-2 ). Alcuni batteri si muovono utilizzando la rotazione di flagelli. La maggior parte degli animali si muove, striscia, nuota, corre o vola contraendo i muscoli. Alcuni animali, come le spugne, i coralli e le ostriche, hanno stadi larvali durante i quali possono nuotare liberamente, ma una volta divenuti adulti perdono la capacità di muoversi da un luogo ad un altro. Questi individui adulti, detti **sessili**, pur rimanendo saldamente attaccati ad una superficie, possono avere ciglia o flagelli che sono agitati in modo ritmico, muovendo l'acqua circostante ed avvicinando così il nutrimento e l'ossigeno. Negli animali più complessi, come gli esseri umani o gli orsi polari, alcune cellule del corpo sono altamente specializzate a rispondere a stimoli specifici; ad esempio, le cellule della retina dell'occhio rispondono alla luce.

Sebbene le loro risposte non siano così ovvie come quelle degli animali, i vegetali rispondono alla luce, alla gravità, all'acqua, al tatto e ad altri stimoli. Ad esempio, le piante orientano le loro foglie verso il sole e crescono in direzione della luce. Le diverse parti del corpo di una pianta crescono a velocità diverse secondo le risposte agli stimoli della pianta stessa. Alcune piante, come la Venere acchiappamosche delle paludi della Carolina, sono estremamente sensibili al tatto e sono in grado di catturare gli insetti ( FIG. 1-3 ). Le loro foglie si piegano lungo l'asse mediano ed emanano un profumo che attira gli insetti. La presenza di un insetto sulla foglia, rilevata dalla peluria che la riveste, stimola la foglia a chiudersi e, non appena i bordi si toccano, i peli si intrecciano impedendo la fuga della preda. La foglia poi secerne enzimi che uccidono e

digeriscono l'insetto. La Venere acchiappamosche cresce di solito in terreni poveri di azoto: gli insetti che "mangia" le permettono di assimilare parte dell'azoto necessario per la crescita.

FIGURA 1-3 *Le piante rispondono agli stimoli*



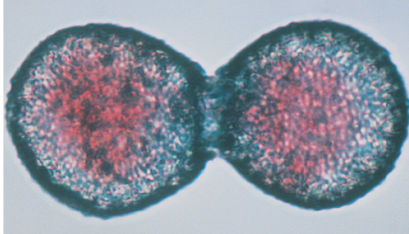
David M. Dennis/Tom Stack & Associates

David M. Dennis/Tom Stack & Associates

## Gli organismi si riproducono

Un tempo si pensava che i vermi si generassero dai crini di cavallo immersi in un secchio d'acqua e i rospi dal fango del Nilo. Grazie al lavoro di alcuni scienziati, inclusi il medico italiano Francesco Redi nel diciassettesimo secolo e il chimico francese Louis Pasteur nel diciannovesimo secolo, noi ora sappiamo che ciascun essere vivente deriva solo da organismi viventi preesistenti.

← FIGURA 1-4 *Riproduzione asessuata e sessuata*  
Negli organismi semplici come l'ameba, la



Calisco/Visuals Unlimited, Inc.

(a) **Riproduzione asessuata.** Un singolo individuo dà vita a due o più discendenti che sono simili al genitore. La foto mostra una *Diffugia*, una ameba unicellulare, è mostrata mentre si divide per formare due amebe.

100 µm



L. E. Gilbert/Biology Photo Service

(b) **Riproduzione sessuata.** Generalmente ciascuno dei due genitori fornisce un gamete (spermatozoo o uovo). I gameti si fondono per generare un nuovo organismo, il quale ha una combinazione dei caratteri di ciascun genitore. È mostrata una coppia di mosche tropicali in accoppiamento.



McMurray Photography

(b) Le estremità della foglia si uniscono e si bloccano fra loro impedendo la fuga dell'insetto. La foglia poi secerne enzimi che uccidono e digeriscono l'insetto.

riproduzione è **asessuata** ( FIG. 1-4a ). Quando un'ameba raggiunge una certa dimensione, essa si riproduce dividendosi in due parti che vanno a formare due nuove amebe. Prima di dividersi, l'ameba fa una copia del suo materiale ereditario (geni) e lo divide equamente tra le due cellule. Ciascuna nuova ameba è identica alla cellula madre eccetto che per le dimensioni. Il verificarsi di *mutazioni* genetiche, cambiamenti permanenti nei geni, fa sì che vi siano variazioni fra gli organismi che si riproducono asessualmente.

Nella maggior parte dei vegetali e degli animali, la **riproduzione** è **sessuata** e avviene con la produzione di cellule specializzate, uova e cellule spermatiche, che si uniscono per formare un uovo fecondato ( FIG. 1-4b ), dal quale si svilupperà il nuovo organismo. La prole proveniente dalla riproduzione sessuata è il prodotto dell'interazione di diversi geni forniti sia dalla madre che dal padre. Tale variabilità genetica è alla base dei processi vitali dell'evoluzione e dell'adattamento. FIGURA 1-5 *Adattamento* Queste zebre Burchell ( *Equus burchelli* ), fotografate in Tanzania, assumono una posizione che permette loro di individuare i leoni e altri predatori. Le strisce sembrano essere un'altra forma di adattamento per proteggersi visivamente dai predatori. Esse servono a mimetizzarsi o a dissimulare la forma quando osservate da lontano. Lo stomaco della zebra si è adattato per nutrirsi di erba ruvida tralasciata da altri animali; ciò le permette di sopravvivere quando il cibo è scarso.

## Le popolazioni si evolvono e si adattano all'ambiente

La capacità di una popolazione di evolversi (cambiare nel tempo) e di adattarsi all'ambiente le permette di sopravvivere in un mondo soggetto a continui cambiamenti. Gli **adattamenti** sono caratteri ereditari che migliorano la capacità di un organismo di sopravvivere in un particolare

ambiente. La lingua lunga e flessibile della rana è un adattamento per migliorare la cattura degli insetti, il piumaggio e le ossa leggere degli uccelli sono adattamenti per il volo, mentre la folta pelliccia dell'orso polare è un adattamento che gli permette di sopravvivere a temperature bassissime. Gli adattamenti possono essere di tipo strutturale, fisiologico, comportamentale, oppure una combinazione di questi (FIG.

1-5). Ciascun organismo vincente dal punto di vista biologico è un insieme complesso di adattamenti coordinati che si sono prodotti attraverso processi evolutivi.

### Verifica

- Quali caratteristiche distinguono un organismo vivente da un oggetto non vivente?
- Quali sarebbero le conseguenze per un organismo se i suoi meccanismi omeostatici fallissero? Spiegate la vostra risposta.
- Cosa si intende per adattamento?

---

## 1.3 I LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE BIOLOGICA

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

---

2. Costruire una gerarchia dell'organizzazione biologica, includendo i livelli caratteristici dei singoli organismi e quelli che contraddistinguono i livelli ecologici.

Sia che si studi un singolo organismo o l'intero mondo biologico, è possibile evidenziare una gerarchia dell'organizzazione biologica ( FIG. 1-6 ). Ad ogni livello, struttura e funzione sono esattamente coordinate. Un modo per studiare un particolare livello è guardare i suoi componenti. Per esempio, i biologi possono studiare le cellule partendo da atomi e molecole. Lo studio di una struttura mediante l'analisi delle sue parti è conosciuto come riduzionismo . Comunque, il tutto è più della somma delle sue parti. Ogni livello ha proprietà emergenti , cioè caratteristiche non presenti ai livelli inferiori. Per esempio, le popolazioni hanno proprietà emergenti come la densità, l'età media, i tassi di nascita e di morte. Gli individui che formano una popolazione non possiedono queste caratteristiche. Consideriamo il cervello umano. Il cervello è composto da milioni di neuroni (cellule nervose). Potremmo studiare milioni di singoli neuroni senza riuscire ad avere la minima idea delle capacità funzionali del cervello. Solo quando i neuroni sono collegati tra loro in un determinato modo, le proprietà emergenti, come la capacità di pensiero, di giudizio e di coordinazione motoria, divengono evidenti.

### Gli organismi hanno diversi livelli di organizzazione

Il livello chimico è il più semplice livello di organizzazione e comprende gli atomi e le molecole. Un atomo è la più piccola unità di un elemento chimico che ha in sé le proprietà caratteristiche di quell'elemento. Ad esempio, un atomo di ferro è la più piccola quantità di ferro. Gli atomi si combinano chimicamente per formare le molecole . Due atomi di idrogeno si combinano con un atomo di ossigeno per formare una molecola di acqua. Sebbene composta da due tipi di atomi che sono gas, l'acqua è un liquido con molteplici proprietà: questo è un esempio di proprietà emergente.

A livello cellulare, diversi tipi di atomi e molecole possono associarsi tra loro per formare le cellule. Comunque, una cellula è molto più che una composizione di atomi e molecole; le sue proprietà emergenti la rendono la struttura di base e l'unità funzionale della vita: è il più semplice componente della materia vivente in grado di svolgere tutte le attività necessarie per la vita.

Durante l'evoluzione degli organismi pluricellulari, le cellule si sono associate per formare i tessuti . Per esempio, la maggior parte degli animali presenta il tessuto muscolare e il tessuto nervoso; i vegetali hanno l'epidermide, un tessuto che serve come copertura di protezione, e i tessuti vascolari per il movimento di materiali attraverso il corpo della pianta. Nella maggior parte degli organismi complessi, i tessuti si associano in strutture funzionali chiamate organi , come il cuore e lo stomaco negli animali, oppure le radici e le foglie nelle piante. Negli animali, le principali funzioni biologiche sono espletate da gruppi di organi coordinati tra loro, chiamati sistemi . Ne sono un esempio il sistema circolatorio e il sistema digerente. Gli organismi pluricellulari sono formati da sistemi che funzionano insieme con grande precisione. Anche in questo caso, sono evidenti le proprietà emergenti: un organismo è molto più dei sistemi di organi che lo compongono.

### Esistono diversi livelli di organizzazione ecologica

Gli organismi interagiscono tra loro dando luogo a livelli ancora più complessi di organizzazione biologica. Tutti i membri di una specie che vivono contemporaneamente in una stessa area geografica costituiscono una popolazione . Le popolazioni di organismi che vivono in un'area particolare ed interagiscono tra loro formano una comunità . Così, una comunità può essere composta da centinaia di tipi diversi di forme viventi.

Una comunità, insieme all'ambiente nel quale si trova, è detta ecosistema . Quest'ultimo può essere piccolo come uno stagno (o addirittura una pozzanghera) o vasto come le Grandi Pianure del Nord America o la

tundra artica. L'insieme di tutti gli ecosistemi esistenti sulla Terra è definito biosfera . La biosfera comprende tutto ciò che è abitato dagli organismi viventi – l'atmosfera, l'idrosfera (l'acqua in ogni sua forma) e la litosfera (la crosta terrestre). Lo studio di come gli organismi siano in relazione tra loro e con il loro ambiente fisico è chiamato ecologia (dal greco oikos, che significa casa).

### Verifica

- Quali sono i livelli di organizzazione all'interno di un organismo?
- Quali sono i livelli di organizzazione ecologica?

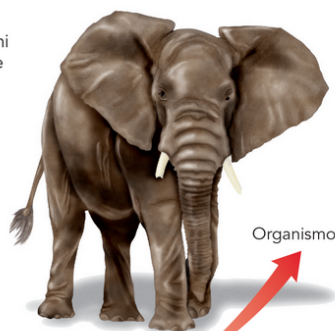
## 1.4 LA TRASMISSIONE DELL'INFORMAZIONE

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

3. Riassumere l'importanza della trasmissione dell'informazione all'interno e fra i sistemi viventi, fornendo esempi specifici.

Per crescere, svilupparsi, avere un metabolismo autoregolato, essere reattivo e riprodursi, un organismo deve possedere istruzioni precise e le sue cellule devono essere in grado di comunicare. L'informazione di cui necessita un essere vivente per espletare queste funzioni è codificata ed inviata sotto forma di sostanze chimiche e di impulsi elettrici. Gli organismi devono anche comunicarsi l'informazione vicendevolmente.

**Organismo**  
I sistemi di organi lavorano insieme in un organismo funzionale.



Organismo

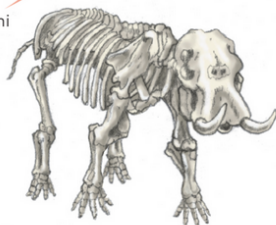


Popolazione

**Popolazione**  
Una popolazione consiste di organismi della stessa specie.

**Sistema di organi**  
(es., sistema scheletrico)  
I tessuti e gli organi costituiscono i sistemi di organi.

Sistema di organi



**Organo**  
(es., osso)  
I tessuti formano gli organi.

Organo



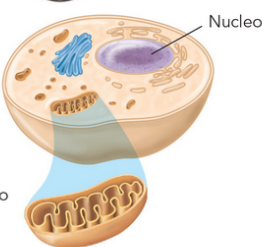
**Tessuto**  
(es., tessuto osseo)  
Le cellule si associano a formare i tessuti.

Tessuto



**Livello cellulare**  
Gli atomi e le molecole formano gli organelli, come il nucleo ed i mitocondri (la sede di numerose trasformazioni energetiche). Gli organelli svolgono le varie funzioni della cellula.

Cellula

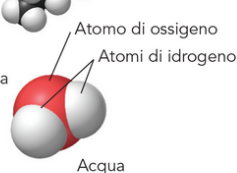


**Livello chimico**  
Gli atomi si uniscono a formare molecole. Le macromolecole sono grosse molecole, come le proteine ed il DNA.

Macromolecola



Molecola



Acqua

Comunità



**Comunità**  
Le popolazioni di specie differenti che vivono nella stessa area costituiscono una comunità.

Ecosistema



**Ecosistema**  
Una comunità, insieme all'ambiente non vivente, forma un ecosistema.

Biosfera



**Biosfera**  
La Terra e tutte le sue comunità costituiscono la biosfera.

←FIGURA 1-6  
*La gerarchia dell'organizzazione vivente*

### Il DNA trasmette l'informazione da una generazione all'altra

Dagli uomini nascono solo bambini e non giraffe o cespugli di rose. Negli organismi che si riproducono in modo sessuato, ogni figlio è una combinazione delle caratteristiche dei suoi genitori. Nel 1953, James Watson e Francis Crick scoprirono la struttura dell'acido deossiribonucleico, più comunemente conosciuto come DNA, la grande molecola che costituisce i geni , le unità di base del materiale ereditario ( FIG. 1-7 ). Una molecola di DNA consiste di due catene di atomi avvolte a formare un'elica. Ogni catena

è costituita da una sequenza di subunità chimiche, dette nucleotidi . Nel DNA sono presenti quattro tipi di nucleotidi e ciascuna sequenza formata da tre nucleotidi rappresenta una parte del codice genetico. La scoperta di Watson e Crick portò alla comprensione di tale codice genetico. L'informazione codificata nelle sequenze di nucleotidi del DNA trasmette l'informazione genetica da una generazione all'altra. Questo codice, paragonabile al nostro alfabeto, può codificare una miriade di istruzioni per lo sviluppo di organismi diversi come batteri, rospi e sequoie. Il codice genetico è un eclatante esempio dell'unicità della vita perché è universale, ovvero virtualmente identico in tutti gli organismi.

### **L'informazione è trasmessa da segnali chimici ed elettrici**

I geni sono responsabili del controllo, dello sviluppo e del funzionamento di ciascun organismo. Il DNA contiene la "ricetta" per creare tutte le proteine necessarie all'organismo. Le proteine sono grosse molecole importanti nel determinare la struttura e la funzione delle cellule e dei tessuti. Le cellule nervose, ad esempio, sono diverse dalle cellule muscolari soprattutto perché contengono proteine di tipo diverso. Alcune proteine svolgono un ruolo importante nella comunicazione all'interno e fra le cellule. Certe proteine sulla superficie di una cellula servono come marcatori, per far sì che altre cellule le "riconoscano". Altre proteine presenti sulla superficie della cellula servono come recettori in grado di legarsi con dei messaggeri chimici.

Le cellule usano le proteine e molti altri tipi di molecole per comunicare. In un organismo pluricellulare, le cellule producono composti chimici, come gli ormoni , che trasmettono segnali ad altre cellule. Gli ormoni ed altri messaggeri chimici possono segnalare a cellule presenti in organi distanti di secernere una determinata sostanza. In tal modo, i segnali chimici aiutano a regolare la crescita, lo sviluppo e i processi metabolici. I meccanismi coinvolti nella segnalazione cellulare spesso includono sequenze biochimiche complesse.

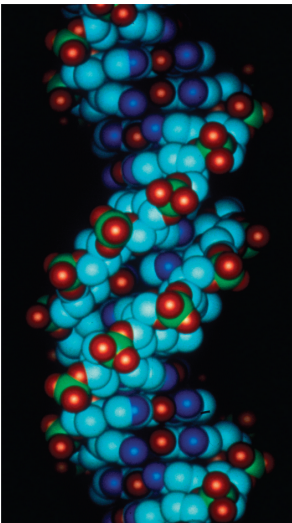


FIGURA 1-7 DNA

*Gli organismi trasmettono l'informazione da una generazione alla successiva attraverso il loro DNA, il materiale ereditario. Come mostrato in questo modello, il DNA consiste di due catene di atomi avvolte ad elica. Ogni catena consiste di subunità chiamate nucleotidi. La sequenza dei nucleotidi costituisce il codice genetico.*

La segnalazione cellulare è un'area di ricerca molto intensa. Uno dei campi principali di interesse è stato il trasferimento di informazioni tra cellule del sistema immunitario. Una conoscenza più approfondita di come le cellule comunichino tra loro permette nuove scoperte su come il nostro corpo riesca a proteggersi da organismi patogeni. Imparare a manipolare i segnali delle cellule può portare alla scoperta di nuovi metodi utilizzabili per indirizzare i farmaci all'interno delle cellule e di nuovi trattamenti contro il cancro ed altre patologie. Molti organismi usano i segnali elettrici per trasmettere le informazioni. La maggior parte degli animali ha un sistema nervoso in grado di trasmettere

informazioni sia per mezzo di impulsi elettrici che di molecole chiamate neurotrasmettitori . Le informazioni trasmesse da una parte all'altra del corpo sono importanti nella regolazione dei processi vitali. Negli animali complessi, il sistema nervoso trasmette i segnali dai recettori sensoriali, come gli occhi e le orecchie, al cervello, informando l'animale dei cambiamenti che avvengono nell'ambiente esterno. Le informazioni possono essere trasmesse anche da un individuo ad un altro: tra i meccanismi utilizzati per questo tipo di comunicazione vi sono il rilascio di composti chimici e gli stimoli visivi e sonori. Normalmente gli organismi utilizzano una combinazione di diversi tipi di segnali di comunicazione. Per esempio, un cane può segnalare l'aggressività abbaiando, utilizzando una particolare espressione facciale e posizionando le orecchie all'indietro. Molti animali effettuano complessi rituali di corteggiamento, durante i quali mostrano una parte del loro corpo, spesso particolarmente colorata, per attrarre il compagno.

### **Verifica**

- Qual è la funzione del DNA?
- Fate due esempi di segnalazione cellulare.

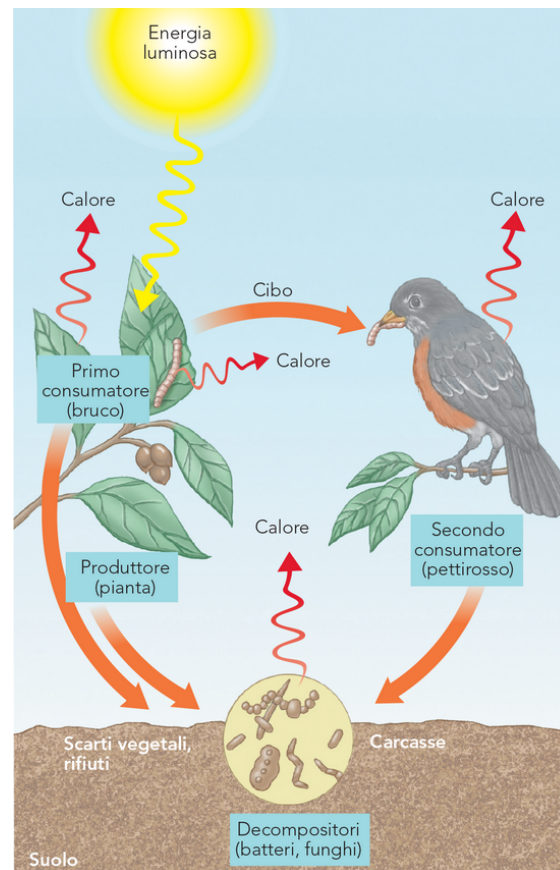
## 1.5 L'ENERGIA DELLA VITA

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

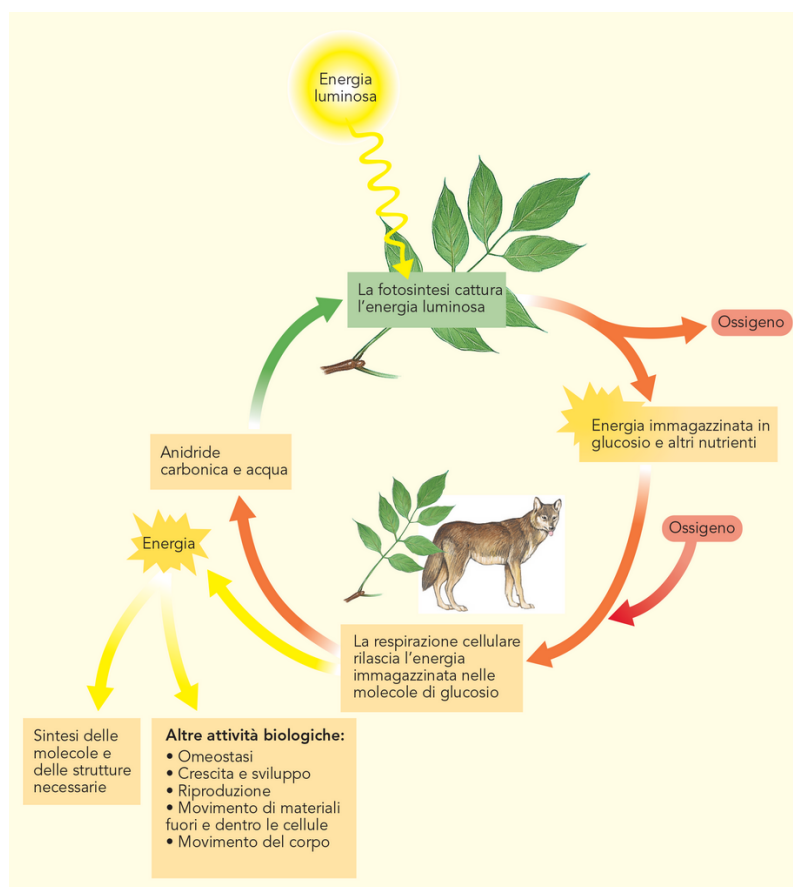
5. Riassumere il flusso di energia attraverso gli ecosistemi, mettendo a confronto il ruolo di produttori, consumatori e decompositori.

La vita sulla Terra dipende dall'energia continuamente emanata dal sole. Tutte le attività di una cellula o di un organismo richiedono energia. Ogni volta che viene utilizzata energia per eseguire un lavoro di tipo biologico, parte di essa viene trasformata in calore e dispersa nell'ambiente.

Tutti i processi chimici e le trasformazioni energetiche che avvengono all'interno delle cellule degli organismi prendono il nome di metabolismo. L'energia è necessaria per sostenere le attività metaboliche essenziali per la crescita, la riparazione ed il so stentamento. Ciascuna cellula di un organismo richiede nutrienti che contengano energia. Durante la respirazione cellulare, le cellule catturano l'energia rilasciata da molecole nutrienti attraverso una serie di reazioni chimiche ( FIG. 1-8 ) regolate attentamente. Tale energia può essere utilizzata per il lavoro cellulare oppure per sintetizzare nuovi componenti cellulari. Tutte le cellule effettuano la respirazione cellulare.



**PUNTO CHIAVE** La maggior parte dell'energia per la vita è energia luminosa del sole, che viene catturata durante la fotosintesi. Parte di questa energia viene immagazzinata nei legami chimici di glucosio e di altri nutrienti.

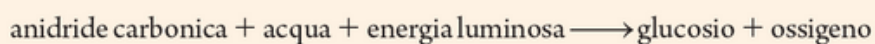


Così come i singoli individui, anche gli ecosistemi dipendono da un continuo apporto di energia. Un ecosistema autosufficiente è costituito da tre tipi di organismi – produttori, consumatori e decompositori – e da un ambiente fisico appropriato per la loro sopravvivenza. Tali organismi dipendono l'uno dall'altro e dall'ambiente per le sostanze nutritive, l'energia, l'ossigeno e l'anidride carbonica. Tuttavia, il flusso di energia è a senso unico. Gli organismi non sono in grado né di creare energia né di utilizzarla completamente. Durante ogni trasformazione energetica, parte dell'energia è dispersa nell'ambiente sotto forma di calore e non è più utilizzabile dagli organismi ( FIG. 1-9).

I produttori, o autotrofi, sono piante, alghe e certi batteri che possono produrre il loro cibo da materiale semplice. La maggior parte di questi organismi utilizza la luce solare come fonte di energia ed attua la fotosintesi, processo nel quale molecole complesse sono sintetizzate partendo da anidride carbonica e acqua. L'energia luminosa, trasformata in energia chimica, è accumulata nei legami chimici delle molecole di cibo prodotte.

L'ossigeno, che è necessario non solo alle

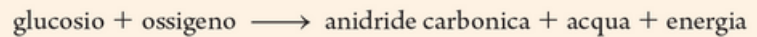
cellule vegetali ma anche alle cellule della maggior parte degli organismi, è un sottoprodotto finale della fotosintesi:



Gli animali sono consumatori, o eterotrofi, organismi che dipendono dai produttori per cibo, energia e ossigeno. Essi ricavano energia degradando gli zuccheri e altre

molecole originariamente prodotte durante la fotosintesi. Quando durante la respirazione cellulare si ha la rottura dei legami chimici, l'energia in essi immagazzinata diviene disponibile per i processi vitali:

I consumatori contribuiscono al mantenimento dell'equilibrio



dell'ecosistema, per esempio producendo l'anidride carbonica che è necessaria ai produttori. (È importante sottolineare che anche i produttori effettuano la respirazione cellulare). Il metabolismo di consumatori e produttori contribuisce al mantenimento della vitale miscela di gas nell'atmosfera.

La maggior parte di batteri e funghi sono decompositori, cioè organismi eterotrofici ottengono il nutrimento dalla degradazione di materiali organici non viventi, come rifiuti, foglie e rami morti e corpi di organismi morti. Attraverso tale processo di ottenimento dell'energia, i decompositori fanno sì che i componenti di questi materiali possano essere riutilizzati. Se non esistessero i decompositori, le sostanze nutritive rimarrebbero intrappolate negli organismi morti e gli elementi necessari ai sistemi viventi sarebbero rapidamente esauriti.

### Verifica

- Quali componenti pensate che debba possedere un ecosistema forestale in equilibrio?
- In che modo i consumatori dipendono dai produttori? E dai decompositori? Includete considerazioni sull'energia nella vostra risposta.

## 1.5 L'EVOLUZIONE: Il concetto di base unificante della biologia

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

6. Descrivere il sistema di nomenclatura binomiale utilizzando vari esempi specifici e classificare un organismo (come l'uomo) per dominio, regno, phylum, classe, ordine, famiglia, genere e specie.
7. Identificare i tre domini e i sei regni di organismi viventi e fornire esempi di organismi assegnati a ciascun gruppo.
8. Fornire una breve visione d'insieme della teoria dell'evoluzione e spiegare perché essa rappresenta il principale concetto unificante della biologia.
9. Applicare la teoria della selezione naturale ad un dato adattamento, suggerendo una spiegazione logica di come l'adattamento possa essersi evoluto.

L'evoluzione è il processo con il quale le popolazioni di organismi cambiano nel tempo. La teoria evoluzionistica è diventata il più importante concetto unificante della biologia. Come sarà discusso in seguito, l'evoluzione coinvolge il passaggio di geni per nuovi tratti da una generazione all'altra, generando differenze nelle popolazioni.

Alcuni elementi tipici di una prospettiva evoluzionistica sono presenti in tutti i campi della biologia. I biologi cercano di capire la struttura, la funzione e il comportamento degli organismi e le loro interazioni considerandoli alla luce di un lungo e continuo processo evolutivo. Anche se il discorso sull'evoluzione sarà affrontato in maniera più approfondita nel Capitolo 18, daremo qui dei brevi cenni che permetteranno di capire altri aspetti della biologia. Innanzitutto, esamineremo il modo in cui i biologi classificano i milioni di organismi diversi che si sono evoluti, e in seguito riassumeremo i meccanismi che guidano l'evoluzione.

### I biologi usano un sistema binomiale per la nomenclatura degli organismi

Sono state scientificamente identificate circa 1,8 milioni di specie di organismi (attualmente esistenti) e i biologi stimano che ne restino ancora milioni da scoprire. Per studiare la vita, abbiamo bisogno di un sistema per organizzare, classificare e assegnare un nome alle sue molteplici forme. La sistematica è il campo della biologia che studia la diversità degli organismi e le loro correlazioni evolutive. Un aspetto della sistematica, chiamato tassonomia, è la scienza che studia la nomenclatura e la classificazione degli organismi. Nel XVIII secolo, il botanico svedese Carlo Linneo elaborò un metodo di nomenclatura e classificazione gerarchico. I biologi utilizzano ancora oggi questo sistema, con qualche modifica.

La specie è un gruppo di organismi con simile struttura, funzione e comportamento. Una specie consiste in una o più popolazioni i cui membri sono capaci di accoppiarsi tra loro; in natura essi non si accoppiano con membri di altre specie. I membri di una popolazione contribuiscono a un comune pool genico (tutti i geni presenti in una popolazione) e derivano da un antenato comune. Le specie strettamente correlate tra loro possono essere unite in un livello di classificazione superiore, il genere.

Il sistema di Linneo viene anche detto sistema di nomenclatura binomiale poiché a ciascuna specie è assegnato un nome doppio. La prima parte del nome indica il genere, la seconda parte, l'epiteto specifico, indica una particolare specie appartenente a quel genere. Il nome specifico spesso descrive una certa

caratteristica dell'organismo ed è sempre preceduto dal nome generico scritto per intero oppure abbreviato. L'iniziale del nome che indica il genere è sempre maiuscola, mentre l'iniziale del nome che indica la specie è minuscola. Entrambi i nomi sono scritti in corsivo o sottolineati. Ad esempio, il cane, *Canis familiaris* (abbreviato *C. familiaris*), e il lupo selvatico, *Canis lupus* (*C. lupus*), appartengono allo stesso genere; invece, il gatto (*Felis catus*) appartiene ad un altro genere. Il nome scientifico della quercia americana è *Quercus alba*, mentre il nome della quercia europea è *Quercus robur*. Un'altra pianta, il salice bianco, *Salix alba*, appartiene ad un genere diverso. Il nome scientifico della nostra specie è *Homo sapiens* ("uomo saggio").

### La classificazione tassonomica è gerarchica

Così come le specie strettamente correlate possono essere raggruppate in un genere, un certo numero di generi tra loro correlati costituisce una famiglia. A loro volta, le famiglie possono essere raggruppate in ordini, gli ordini in classi e le classi in phyla (sing., phylum). I phyla possono essere raggruppati in regni, e i regni sono raggruppati in domini. Ad ogni livello, ciascun raggruppamento formale rappresenta un taxon (pl., taxa). Da notare che ogni taxon è più ampio di quello che segue; insieme, essi formano una gerarchia che va dalle specie ai domini (TABELLA 1-1; FIG. 1-10).

Consideriamo un esempio specifico. La famiglia dei Canidi comprende tutti i carnivori (animali che mangiano prevalentemente carne) simili al cane. Questa famiglia comprende 12 generi e circa 34 specie viventi. Le famiglie dei Canidi, degli Ursidi (orsi) e dei Felidi (animali simili al gatto), insieme a molte altre famiglie che si cibano prevalentemente di carne, appartengono all'ordine dei Carnivori. Questi, insieme ai Primati (l'ordine al quale appartengono l'uomo e gli scimpanzé) ed altri ordini, appartengono alla classe Mammalia (mammiferi). La classe Mammalia è raggruppata, insieme a diverse altre classi che includono i pesci, gli anfibi, i rettili e gli uccelli, nel subphylum Vertebrata. I vertebrati appartengono al phylum Chordata, che fa parte del regno Animalia. Gli animali sono assegnati al dominio Eukarya.

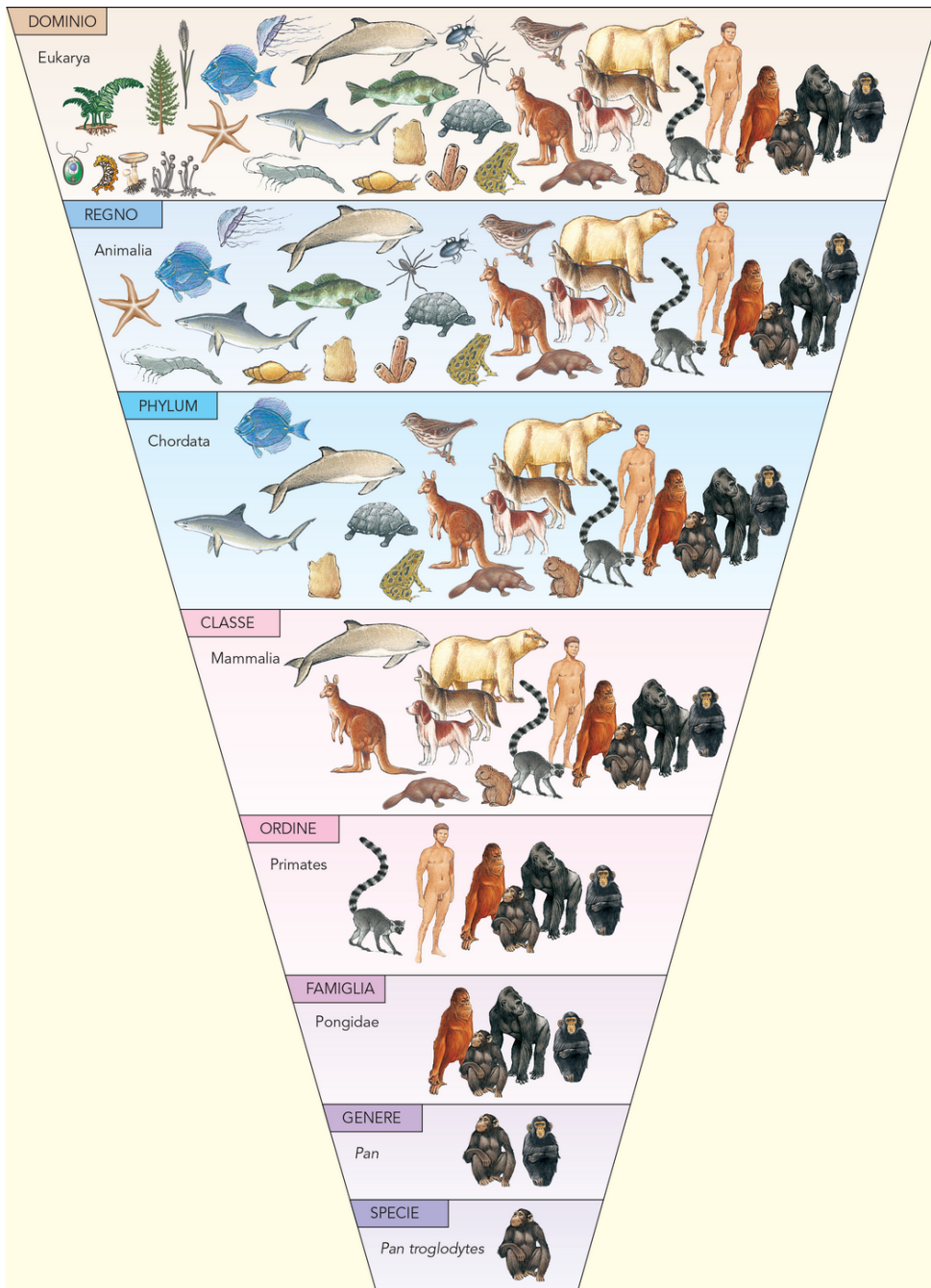
### L'albero della vita comprende tre domini e set diversi regni

La sistematica si è evoluta con l'acquisizione di nuove tecnologie che consentono di stabilire una comune origine fra i gruppi di organismi. Come apprenderemo i biologi cercano di classificare gli organismi basandosi su correlazioni evolutive. Queste correlazioni sono basate sulle caratteristiche condivise che distinguono un particolare gruppo. Un gruppo di organismi con un comune antenato è un clade. I sistematici hanno sviluppato un albero della vita, ovvero un albero genealogico che mostra le correlazioni tra gli organismi. Queste correlazioni fra organismi si basano su caratteristiche condivise, incluse le similarità nella struttura, nello sviluppo, nel comportamento e nelle molecole, così come sui reperti fossili. La FIGURA 1-11 è un cladogramma, un diagramma ad albero che mostra l'albero della vita come è attualmente interpretato. Quando i ricercatori riportano nuove scoperte la classificazione degli organismi cambia e i rami dell'albero della vita devono essere ridisegnati. Benché la realizzazione dell'albero della vita sia un lavoro ancora in corso, la maggior parte dei biologi attualmente assegna gli organismi a tre domini e a diversi regni o clade.

I batteri sono da tempo riconosciuti come procarioti unicellulari; essi differiscono da tutti gli altri organismi (eccetto che dagli Archea) in quanto procarioti. Il microbiologo Carl Woese è stato un pioniere nello sviluppo di approcci molecolari alla sistematica. Woese e i suoi colleghi selezionarono una molecola nota come RNA ribosomale (rRNA) della subunità minore, che partecipa al processo di sintesi proteica in tutti gli organismi. Poiché la sua struttura molecolare è alquanto differente nei vari organismi, Woese ipotizzò che la composizione molecolare dell'rRNA fosse più simile in organismi strettamente correlati che in organismi lontanamente imparentati.

| Categoria | Gatto              | Uomo                | Quercia bianca      |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Dominio   | Eukarya            | Eukarya             | Eukarya             |
| Regno     | Animalia           | Animalia            | Plantae             |
| Phylum    | Chordata           | Chordata            | Anthophyta          |
| Subphylum | Vertebrata         | Vertebrata          | Nessuno             |
| Classe    | Mammalia           | Mammalia            | Eudicotyledones     |
| Ordine    | Carnivora          | Primates            | Fagales             |
| Famiglia  | Felidae            | Hominidae           | Fagaceae            |
| Genere    | <i>Felis</i>       | <i>Homo</i>         | <i>Quercus</i>      |
| Specie    | <i>Felis catus</i> | <i>Homo sapiens</i> | <i>Quercus alba</i> |

TABELLA 1-1 *Classificazione del gatto, dell'uomo e della quercia bianca*



**PUNTO CHIAVE** I biologi utilizzano uno schema di classificazione gerarchico con una serie di categorie tassonomiche che vanno dalla specie al dominio; ciascuna categoria è più generale ed inclusiva di quella che segue.

FIGURA 1-10 Classificazione dello scimpanzé ( *Pan troglodytes* )

I risultati di Woese hanno dimostrato che esistono due gruppi distinti di procarioti. Egli ha stabilito il livello tassonomico di dominio ed ha assegnato i procarioti a due domini: Bacteria ed Archaea . Gli eucarioti , organismi con cellule eucariotiche, sono classificati nel dominio Eukarya. Il lavoro di Woese fu ampiamente accettato nella metà degli anni '90.

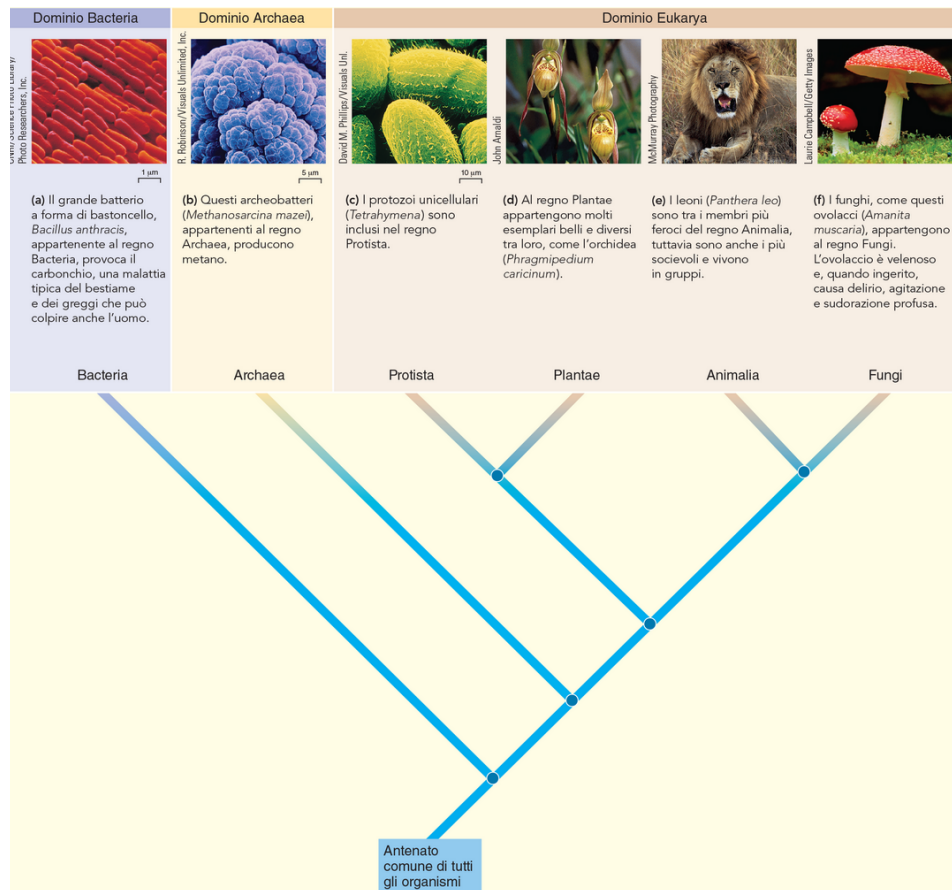
Il sistema di classificazione utilizzato in questo testo prevede che ogni organismo venga assegnato ad uno dei sei regni. Ai domini dei procarioti corrispondono due regni: il regno Archaea corrisponde al dominio Archaea e il regno Bacteria corrisponde al dominio Bacteria. I rimanenti 4 regni

sono assegnati al dominio Eukarya.

I Protisti (per esempio alghe, muffe mucillaginose, amebe e ciliati) sono unicellulari, coloniali o semplici oppure organismi pluricellulari semplici che hanno un'organizzazione cellulare eucariota. La parola protista, dal greco "primo in assoluto", riflette l'idea che i Protisti furono i primi eucarioti ad evolversi. I protisti sono principalmente organismi acquatici con differenti strutture, tipi di riproduzione, modi di nutrizione e modi di vivere.

Alcuni protisti si sono adattati a svolgere la fotosintesi. In base soprattutto a dati molecolari che hanno chiarito molte correlazioni evolutive tra eucarioti, i protisti non sono più considerati un regno. Come apprenderemo nel Capitolo 26 , molti cladi di protisti sono stati identificati e molti biologi adesso classificano i protisti in cinque "supergruppi".

I membri del regno Plantae sono organismi pluricellulari complessi in grado di svolgere attività fotosintetica. Alcune caratteristiche delle piante sono la cuticola (una copertura cerosa che ricopre le parti esposte all'aria riducendo le perdite d'acqua) e gli stomi (piccole aperture presenti nel fusto e nelle foglie che permettono lo scambio gassoso); molte piante possiedono gametangi pluricellulari (organi che proteggono le cellule riproduttive in via di sviluppo). Il regno Plantae comprende sia le piante non vascolarizzate (i muschi) che quelle vascolarizzate (felci, conifere, piante a fiori), che hanno tessuti vascolarizzati per il trasporto di materiali attraverso il corpo della pianta. La maggior parte delle piante è adattata ad ambienti terrestri.



**PUNTO CHIAVE** Questo cladogramma illustra le relazioni evolutive tra i tre settori e tra i principali gruppi di organismi che appartengono a questi domini.

**FIGURA 1-11** Una panoramica dei regni della vita

I biologi assegnano ciascun organismo a tre domini e a diversi regni e altri gruppi. I protisti non formano clade e non sono più considerati un regno. Essi sono suddivisi in cinque “supergruppi” (non mostrati).

Il regno Fungi è composto da lieviti, muffe e funghi. Questi organismi non sono fotosintetici; essi ottengono nutrienti mediante la secrezione di enzimi digestivi e l'assorbimento del cibo predigerito. Il regno Animalia è formato da organismi pluricellulari che devono mangiare altri organismi per trarne nutrimento. Gli animali superiori

hanno un alto grado di specializzazione dei tessuti e di organizzazione del corpo. Tutto ciò ha dato luogo ad organi di senso complessi, al sistema nervoso e al sistema muscolare. La maggior parte degli animali si riproduce sessualmente; hanno cellule uovo grandi e non mobili (non si muovono da un posto all'altro) e piccole cellule spermatiche con flagello che li spingono nel loro viaggio per trovare la cellula uovo. Abbiamo fornito una presentazione dei gruppi di organismi che costituiscono l'albero della vita. Nel testo, si farà riferimento a questi gruppi ogni volta che verranno presi in considerazione i diversi problemi che gli esseri viventi devono affrontare e i vari tipi di adattamento che si sono sviluppati in risposta ad essi. Una più dettagliata presentazione della diversità della vita si può trovare nei Capitoli 23 - 32 .

### Le specie si adattano in risposta ai cambiamenti ambientali

Ciascun organismo è il prodotto di complesse interazioni tra i geni ereditati dai suoi antenati e le condizioni ambientali. Se tutti gli organismi appartenenti ad una specie fossero identici tra loro, ogni cambiamento ambientale potrebbe rivelarsi disastroso per tutti e la specie si estinguerebbe. Gli adattamenti ai cambiamenti ambientali sono il risultato di processi evolutivi che avvengono in lunghi periodi e coinvolgono molte generazioni.

### La selezione naturale è un importante meccanismo mediante il quale procede l'evoluzione

Sebbene il concetto di evoluzione sia stato affrontato attraverso i secoli da filosofie naturalisti, Charles Darwin e Alfred Wallace furono i primi a portare all'attenzione generale la teoria dell'evoluzione e a suggerire un meccanismo plausibile, la selezione naturale , che potesse spiegarla. Nel suo libro *L'Origine delle specie attraverso la selezione naturale*, pubblicato nel 1859, Darwin sintetizzò molte delle nuove scoperte della biologia e della geologia. Egli presentò numerose prove del fatto che le forme di vita presenti sulla Terra discendono, attraverso varie modifiche, da forme preesistenti. Il suo lavoro suscitò molte controversie tra religiosi e scienziati, alcune delle quali non ancora sopite.

La teoria di Darwin ha delineato la moderna biologia; inoltre, ha dato spunto a molte ricerche scientifiche che hanno fornito ulteriori prove del fatto che l'evoluzione è alla base della gran diversità esistente tra gli organismi che vivono attualmente sul nostro pianeta. Ancora oggi, i dettagli del processo dell'evoluzione sono fra i maggiori argomenti di ricerca e dibattito.

Darwin basò la sua teoria della selezione naturale sulle seguenti osservazioni:

1. Ogni membro di una specie è diverso dagli altri.
2. Nascono molti più organismi di quelli in grado di sopravvivere fino alla riproduzione ( FIG. 1-12 ).
3. Dal momento che sono generati più individui di quanti l'ambiente possa sostenere, gli organismi devono competere per le risorse necessarie ma limitate, come il cibo, la luce del sole e lo spazio.

Inoltre alcuni organismi vengono uccisi da predatori, da organismi patogeni o da condizioni naturali sfavorevoli, come cambiamenti climatici. Quali organismi è più probabile che sopravvivano?

4. Gli individui che possiedono caratteristiche vantaggiose per ottenere ed utilizzare le risorse, fuggire dai predatori, resistere agli agenti patogeni e contrastare i cambiamenti nell'ambiente sopravvivono più facilmente fino al raggiungimento della maturità riproduttiva. Gli organismi che sopravvivono si riproducono e trasmettono le caratteristiche vantaggiose alla loro prole e alle generazioni future. In questo modo, quegli individui che sono meglio adattati, in media, si riproducono di più rispetto al resto della popolazione. A causa di questa riproduzione differenziale, una percentuale maggiore di individui si adatta alle condizioni e agli ostacoli ambientali prevalenti. L'ambiente seleziona gli organismi che sono meglio adattati per la sopravvivenza.



← FIGURA 1-12 *Masse di uova della rana dei boschi (Rana sylvatica).* Sono prodotte molte più uova di quante riusciranno a svilupparsi in rane adulte. Eventi casuali sono in larga misura responsabili nel determinare quali di questi organismi in via di sviluppo schiuderanno, diverranno adulti e si riprodurranno. Tuttavia, anche certi caratteri che ciascun organismo può avere contribuiscono alla probabilità di successo nel proprio ambiente. Sebbene non tutti gli organismi siano prolifici come la rana, la generalizzazione che nascono più organismi rispetto a quelli che sopravvivono è vera per tutti gli esseri viventi.

FIGURA 1-13 →  
Adattamento e diversificazione negli uccelli "honeycreeper" delle Hawaii  
Tutte e tre le specie qui mostrate sono a rischio di estinzione, principalmente a causa della distruzione dei loro habitat ad opera dell'uomo.



(a) Il becco di questo maschio 'Akiapola'au (*Hemignathus munroi*) è adattato per estrarre le larve degli insetti dalla corteccia. La mandibola inferiore è utilizzata per beccare e togliere la corteccia, mentre quella superiore e la lingua rimuovono la preda.



(b) L'iwi (*Vestiaria coccinea*) sui fiori di 'Ōhi'a. Il becco è adattato per la suzione del nettare dai fiori tubolari.



(c) Palila (*Loxiodes bailleui*) su un albero. Il becco grosso e corto è utilizzato per cibarsi dei semi non maturi dell'albero; l'uccello si ciba anche di insetti, bacche e giovani foglie.

Occorre sottolineare che *l'adattamento comporta cambiamenti nelle popolazioni piuttosto che nei singoli individui.*

Mentre Darwin non conosceva il DNA e non poteva comprendere il meccanismo dell'ereditarietà, noi siamo invece in grado di comprendere che le differenze esistenti tra gli organismi sono il risultato di geni differenti che codificano ciascuna caratteristica. Alla base di queste variazioni ci sono mutazioni casuali, cioè cambiamenti di natura chimica o fisica nel DNA che sono persistenti e che possono essere ereditati. *Le mutazioni modificano l'informazione genetica e forniscono la materia prima per l'evoluzione.*

### **Le popolazioni si evolvono in funzione di pressioni selettive derivate da cambiamenti ambientali**

Tutti i geni presenti in una popolazione ne costituiscono il pool genico. Una popolazione, in virtù del suo pool genico, è un serbatoio di variazioni. La selezione naturale agisce sugli individui facenti parte di una popolazione e favorisce quegli organismi con caratteristiche tali da permettere loro di far fronte alle pressioni esercitate dall'ambiente. Tali organismi sono quelli che più probabilmente sopravvivranno e genereranno prole. Poiché questi organismi vincenti possono trasmettere la loro "ricetta" genetica per la sopravvivenza, i loro caratteri diventano quelli più frequenti nella popolazione. Se si considerano lunghi periodi di tempo, poiché gli organismi cambiano continuamente (e poiché l'ambiente stesso cambia continuamente operando pressioni selettive diverse), i membri di una popolazione diventano sempre meglio adattati al loro ambiente e si modificano progressivamente rispetto ai loro antenati.

Quando i membri di una popolazione si adattano alla pressione esercitata dall'ambiente e sviluppano nuove opportunità per trovare il cibo o per salvarsi dalla predazione, la popolazione si diversifica e possono evolvere nuove specie. Un buon esempio è rappresentato da un gruppo di uccelli correlati, gli "honeycreeper" delle Hawaii (*N.d.T. Gli honeycreeper appartengono alla famiglia Drepanididae*).

Quando i loro antenati raggiunsero per la prima volta le isole, erano presenti pochi altri uccelli e quindi vi era poca competizione. La variabilità genetica esistente tra gli honeycreeper permise ad alcuni di essi di spostarsi in zone differenti dal punto di vista trofico (della nutrizione) e, nel tempo, si ebbe l'evoluzione di specie con vari tipi di becchi (FIG. 1-13, vedi anche Capitolo 20 e Fig. 20-18). Attualmente, alcuni di questi

uccelli hanno becchi molto lunghi e curvati per permettere la suzione del nettare da fiori tubulari. Altri hanno becchi grossi e corti per catturare gli insetti e altri ancora sono adattati per mangiare i semi.

### Verifica

- Che cos'è il sistema di nomenclatura binomiale?
- Quali sono i tre domini e i sei regni di organismi viventi?
- Come potreste spiegare gli artigli e i denti affilati delle tigri in termini di selezione naturale?

## 1.7 IL PROCEDIMENTO SCIENTIFICO

### OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO

10. Progettare un esperimento attraverso cui si possa verificare una data ipotesi, utilizzando la procedura e la terminologia del metodo scientifico.
11. Comparare gli approcci riduzionistico e dei sistemi alla ricerca biologica.

La biologia è una scienza. La parola scienza deriva dal latino *scire*, che significa sapere. La scienza è un modo di pensare ed un metodo per studiare sistematicamente il mondo che ci circonda. Noi verifichiamo idee e, sulla base dei nostri risultati, modifichiamo o rigettiamo tali idee. Il procedimento scientifico è investigativo, dinamico e spesso controverso. Le osservazioni fatte, le questioni poste e il modo di condurre gli esperimenti dipendono dalla creatività dello scienziato stesso. Comunque, il procedimento varia nel tempo in quanto è influenzato da fattori culturali, sociali, storici e tecnologici.

Al contrario, il metodo scientifico comporta una serie di passaggi ordinati. Utilizzando il metodo scientifico, gli scienziati fanno osservazioni accurate, si pongono domande critiche, sviluppano ipotesi (affermazioni verificabili). Basandosi sulle proprie ipotesi, fanno delle predizioni che possano essere verificate attraverso ulteriori osservazioni oppure realizzando degli esperimenti. Raccolgono dati, informazioni che possono analizzare, spesso con l'ausilio di computer e metodi statistici sofisticati. Alla fine, interpretano i risultati dei loro esperimenti e ne traggono delle conclusioni. Come sarà discusso in seguito, gli scienziati avanzano numerose ipotesi che non possono essere verificate utilizzando in modo rigido tutti i passaggi del metodo scientifico. Piuttosto, il metodo scientifico viene adoperato come una struttura o una guida generalizzata.

I biologi lavorano sia in laboratorio sia sul campo ( FIG. 1-14 ). I campi della ricerca spaziano dallo studio della struttura dei batteri e dei virus all'interazione delle comunità nella nostra biosfera. Se il lettore deciderà di diventare un biologo ricercatore, potrà aiutare a svelare i misteri del cervello umano, scoprire nuovi ormoni che favoriscono la fioritura delle piante, identificare nuove specie di animali o batteri, o sviluppare nuove strategie di utilizzo delle cellule staminali per la cura di malattie come il cancro, l'AIDS o le malattie cardiache. Le applicazioni della ricerca biologica di base hanno portato allo sviluppo di tecnologie per i trapianti di rene, fegato e cuore, per la manipolazione dei geni, per il trattamento di molte patologie e per l'incremento della produzione mondiale di cibo. I biologi sono stati una forza determinante nel miglioramento della qualità della vita di cui molti di noi godono. Il lettore potrebbe anche decidere di dedicarsi ad alcuni campi della biologia applicata, come le scienze ambientali, l'odontoiatria, la farmacologia, la medicina o la veterinaria.

### La scienza procede per ragionamenti sistematici

La scienza procede in modo sistematico e pone molta attenzione nell'organizzare, e spesso quantificare, le conoscenze acquisite rendendole accessibili a tutti coloro che desiderano lavorarci. Sotto questo aspetto, la scienza è una questione sia personale che sociale e non è misteriosa. Chiunque ne comprenda le regole e le procedure può raccogliercene la sfida. Ciò che caratterizza la scienza è il persistente utilizzo di metodi rigorosi per l'analisi dei problemi. La scienza cerca di fornire precise informazioni su quegli aspetti dell'universo accessibili ai suoi metodi di indagine. Non cerca di sostituirsi alla filosofia, alla religione o all'arte; ma essere scienziati non preclude la possibilità di esprimersi in altri campi dell'intelletto umano ed il fatto di essere artisti non impedisce di essere anche scienziati.

#### FIGURA 1-14 Biologi al lavoro

Questo biologo, che sta studiando la foresta pluviale in Costa Rica, partecipa agli sforzi internazionali per lo studio ed il mantenimento delle foreste pluviali tropicali analizzando le interazioni tra gli organismi e gli effetti delle attività dell'uomo sulle foreste pluviali.



## Il ragionamento deduttivo parte da principi generali

I ragionamenti sui quali si basa il pensiero scientifico sono di tipo deduttivo ed induttivo. Nel ragionamento deduttivo, si inizia da alcune informazioni, chiamate premesse, giungendo a conclusioni che si basano su queste informazioni. Il sistema deduttivo parte da principi generali per arrivare a conclusioni specifiche. Ad esempio, se si accetta la premessa che tutti gli uccelli hanno le ali e che i passerotti sono uccelli, si può concludere deduttivamente che i passerotti hanno le ali. Il ragionamento deduttivo aiuta a scoprire la relazione tra fatti conosciuti. Un fatto è un'informazione, o conoscenza, basata sull'evidenza.

## Il ragionamento induttivo parte da osservazioni specifiche

Il ragionamento induttivo è l'opposto di quello deduttivo: si parte da osservazioni specifiche, dalle quali si tenta di trarre delle conclusioni oppure di scoprire un principio generale. Per esempio, se sappiamo che i passerotti hanno le ali e sono uccelli, e sappiamo che i pettirossi, le aquile, i piccioni e i falchi hanno le ali e sono uccelli, potremmo indurre che tutti gli uccelli hanno le ali. In questo caso, il metodo induttivo può essere usato per organizzare dati diversi in categorie utilizzabili, rispondendo a questa domanda: "che cosa hanno in comune tutti questi fatti?".

La debolezza di questo metodo è che le conclusioni derivate dall'osservazione di molti esempi sono estese a tutti i possibili esempi (generalizzazione). Formulando un principio generale, si passa da molte osservazioni a tutti i possibili esempi (salto induttivo). In altro modo non si potrebbe mai arrivare a generalizzazioni. Tuttavia, bisogna essere attenti alle eccezioni e alla possibilità che la conclusione non sia valida. Per esempio, il kiwi della Nuova Zelanda è un uccello senza ali funzionali (FIG. 1-15). Una generalizzazione universale non potrà mai essere dimostrata definitivamente. Nelle conclusioni induttive, le generalizzazioni derivano dalla creatività della mente dell'uomo e la creatività, anche se ammirevole, non è infallibile.

## Gli scienziati fanno osservazioni accurate e si pongono domande critiche

Nel 1928, il batteriologo britannico Alexander Fleming osservò che una delle sue colture batteriche era stata contaminata da una muffa blu. Egli la rimosse ma, prima di farlo, notò che l'area contaminata dalla muffa era circondata da una zona in cui le colonie batteriche non crescevano bene. I batteri erano organismi patogeni del genere *Staphylococcus*, in grado di provocare ascessi ed infezioni della pelle. Di conseguenza,



C. Dani/Peter Arnold

qualsiasi cosa potesse ucciderli era degna di interesse. Fleming conservò questa muffa, che risultò poi essere una varietà di *Penicillium* (muffa blu del pane). Egli isolò l'antibiotico penicillina dalla muffa. Tuttavia, ebbe difficoltà con le tecniche di coltura.

FIGURA 1-15 Questo animale è un uccello?

Il kiwi della Nuova Zelanda ha grosso modo le dimensioni di un pollo. Le sue piccole ali di 5 cm non sono funzionali per il volo. Superstite di un antico ordine di uccelli, il kiwi ha piume simili a peli ed altre caratteristiche che lo qualificano come un uccello.

Fleming, pur riconoscendo i potenziali benefici della penicillina, non sviluppò le tecniche chimiche necessarie per la sua purificazione e trascorsero più di dieci anni prima che si facesse un uso cospicuo di questo medicinale. Nel 1939, H. Florey e E. Chain svilupparono il metodo chimico per estrarre e quindi produrre il principio attivo penicillina dalla muffa. Florey portò la metodologia in alcuni laboratori degli USA e la penicillina fu prodotta per curare i soldati feriti durante la II Guerra Mondiale. Nel 1945, Fleming, Florey e Chain ricevettero il premio Nobel per la medicina.

## Il caso gioca spesso un ruolo importante nelle scoperte scientifiche

Fleming non si era riproposto di scoprire la penicillina. Egli ha beneficiato della crescita casuale di una muffa in una delle sue piastre di coltura. Eppure, ci si può meravigliare pensando a quante volte la stessa muffa fosse cresciuta nelle colture di altri batteriologi, i quali non erano riusciti a fare nessun collegamento, limitandosi a gettare via le loro colture contaminate. Fleming ha avuto una certa dose di fortuna, ma la sua mente era preparata a fare osservazioni e formulare interrogativi e la sua penna a pubblicare tali osservazioni. Di solito, le scoperte importanti sono fatte da coloro che hanno l'abitudine di osservare la natura in modo critico riuscendo a riconoscere un fenomeno o un problema. Ovviamente, è necessario anche avere a disposizione la tecnologia appropriata per studiare il problema.

## Un'ipotesi è un'affermazione verificabile

Gli scienziati fanno osservazioni accurate, si pongono domande critiche e sviluppano ipotesi. Un'ipotesi è una spiegazione potenziale di osservazioni o fenomeni. Le ipotesi possono essere formulate in forma di affermazioni del tipo "se... allora..." Ad esempio, se gli studenti dediti alla biologia introduttiva frequentano i corsi, allora essi all'esame avranno un voto più alto degli studenti che non frequentano i corsi.

Nei primi passaggi di una ricerca, uno scienziato pensa ad un certo numero di ipotesi possibili. Una buona ipotesi dovrebbe avere i seguenti requisiti: (1) Essere coerente con fatti ben stabiliti. (2) Essere analizzabile, cioè deve poter generare delle conclusioni definitive sia che i risultati siano positivi che negativi. Inoltre, i risultati devono essere riproducibili anche da osservatori indipendenti tra loro. (3) Essere confutabile, cioè deve esistere la possibilità di dimostrarne la non veridicità.

Dopo aver avanzato delle ipotesi, lo scienziato decide quale potrebbe e dovrebbe essere sottoposta a test sperimentali. Ma allora perché non testarle tutte? Tempo e denaro sono fattori da tenere in considerazione qualora si conduca una ricerca; bisogna quindi stabilire delle priorità per decidere quale delle ipotesi debba essere verificata per prima.

## Un'ipotesi confutabile può essere verificata

In ambito scientifico, un'ipotesi ben formulata può essere verificata. Se non si trovano prove che la sostengano, l'ipotesi viene rigettata. In altre parole, si può dimostrare che un'ipotesi è falsa. Anche i risultati che non supportano l'ipotesi possono rivelarsi preziosi e portare a nuove ipotesi. Infatti, se i risultati non vanno a sostegno di un'ipotesi, lo scienziato può utilizzarli per sviluppare ipotesi correlate.

Consideriamo ora la seguente ipotesi: tutte le femmine dei mammiferi (animali dotati di peli e che allattano la loro prole) portano in grembo la loro prole. L'ipotesi è basata sull'osservazione che cani, gatti, mucche, leoni ed esseri umani sono tutti mammiferi e tutti portano in grembo la loro prole. Ammettiamo che una nuova specie, la specie X, sia identificata come appartenente alla classe dei mammiferi. I biologi potrebbero ipotizzare che le femmine della specie X porteranno in grembo i loro piccoli. (Si tratta di un ragionamento induttivo o deduttivo?). Se una femmina della nuova specie partorisce prole viva, allora l'ipotesi è supportata.

Prima che l'emisfero meridionale fosse esplorato, chiunque avrebbe creduto a tale ipotesi senza porsi domande, in quanto tutti gli animali conosciuti il cui corpo era ricoperto di peli e che erano in grado di allattare portavano in grembo la loro prole. Fu scoperto però che due animali australiani (l'ornitorinco dal becco d'oca e l'echidna) avevano la pelliccia, allattavano la loro prole, ma deponevano uova ( FIG. 1-16 ). L'ipotesi era quindi falsa, indipendentemente da quante volte fosse stata in precedenza convalidata. Di conseguenza, i biologi o dovevano considerare sia l'ornitorinco che l'echidna non mammiferi oppure dovevano allargare la definizione di mammiferi per comprendere anche loro (scelsero questa seconda possibilità).



Tom McHugh/Photo Researchers, Inc.

FIGURA 1-16 Questo animale è un mammifero?

L'ornitorinco dal becco d'oca ( *Ornithorhynchus anatinus* ) è classificato come mammifero in quanto è coperto di peli ed allatta la sua prole.

Tuttavia, a differenza di quanto avviene per la maggioranza dei mammiferi, esso depone uova.

Non si può considerare vera un'ipotesi solo perché alcune previsioni (ciò che abbiamo pensato e abbiamo sino ad ora verificato) si sono avverate. Dopo tutto, esse potrebbero essere

vere per pura coincidenza. Infatti, un'ipotesi può essere supportata dai dati, ma non si può realmente dimostrare che sia vera.

Un'ipotesi non confutabile è un'ipotesi che non possiamo provare che sia falsa, in quanto non può essere investigata scientificamente. Credere in un'ipotesi non confutabile, come l'esistenza di entità invisibili e non rilevabili, è qualcosa che necessita una razionalizzazione su piani diversi da quelli scientifici.

## I modelli sono importanti per sviluppare e verificare le ipotesi

Esistono molte fonti potenziali per la formulazione di ipotesi, incluse le osservazioni preliminari dirette o anche le simulazioni al computer. In biologia, le ipotesi possono essere derivate sempre più da modelli che gli scienziati hanno sviluppato per fornire una spiegazione comprensibile di un gran numero di precedenti osservazioni. Esempi di tali modelli verificabili includono il modello di struttura del DNA e il modello di struttura della membrana plasmatica (vedi Capitolo 5 ).

Talvolta, il progetto migliore per un esperimento può essere stabilito effettuando delle simulazioni al computer. In tal caso, vengono fatti dei test e delle valutazioni virtuali prima di condurre l'esperimento in laboratorio o sul campo. I modelli e le simulazioni al computer fanno risparmiare tempo e denaro.

### Molte previsioni possono essere verificate con gli esperimenti

Un'ipotesi è un'idea astratta; tuttavia, sulla base delle loro ipotesi, gli scienziati possono fare previsioni verificabili. Ad esempio, potremmo prevedere che gli studenti di biologia che studiano 10 ore faranno un esame migliore degli studenti che non studiano. Quindi, una previsione è una conseguenza logica e deduttiva di un'ipotesi e non deve essere un evento futuro.

Una previsione può essere avvalorata mediante esperimenti controllati. I primi biologi osservarono che il nucleo era la parte più evidente della cellula ed ipotizzarono che esso potesse essere essenziale per il corretto funzionamento della cellula stessa. Di conseguenza, la sua asportazione avrebbe causato la morte della cellula. Fu eseguito un esperimento nel quale il nucleo di una ameba unicellulare venne asportato chirurgicamente. Dopo tale intervento, l'ameba continuò a vivere, a muoversi, ma non a crescere, e dopo pochi giorni morì. Questi risultati suggerirono che il nucleo fosse necessario per quei processi metabolici che portano alla crescita e alla riproduzione della cellula.

I ricercatori si chiesero, però, se l'operazione stessa, e non la perdita del nucleo, potesse essere stata la causa della morte dell'ameba. Essi condussero un esperimento di controllo nel quale due gruppi di amebe furono sottoposti allo stesso trauma ( FIG. 1-17 ). Nel gruppo sperimentale, il nucleo fu rimosso, mentre nel gruppo di controllo no. Un gruppo sperimentale differisce teoricamente dal gruppo di controllo solo per la variabile che si sta studiando. In questo caso, nel gruppo di controllo la microansa fu inserita dentro l'ameba e spinta dentro la cellula simulando l'operazione di rimozione del nucleo, che tuttavia non fu rimosso.

#### ESPERIMENTO CHIAVE

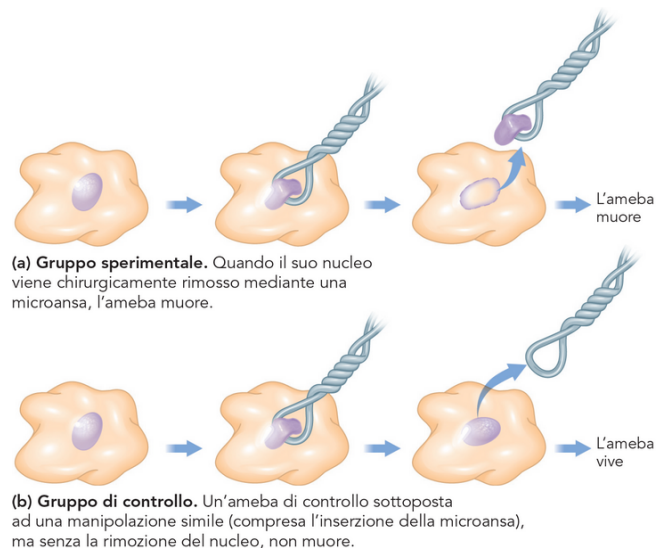
**PORSI DOMANDE CRITICHE:** Perché il nucleo è così grande?  
Qual è la sua importanza?

**SVILUPPARE UN'IPOTESI:** Le cellule risentiranno negativamente della perdita del loro nucleo.

**EFFETTUARE ESPERIMENTI:** usando una microansa, i ricercatori hanno rimosso il nucleo da ogni ameba del gruppo sperimentale. Le amebe del gruppo di controllo sono state sottoposte alla stessa procedura chirurgica, ma il loro nucleo non è stato rimosso.

**RISULTATI:** Le amebe prive di nucleo sono morte. Le amebe del gruppo di controllo sono sopravvissute.

**CONCLUSIONI:** Le amebe non possono vivere senza nucleo.  
L'ipotesi è supportata.



Le amebe di questo gruppo recuperarono, crebbero e si divisero, mentre le amebe senza nucleo morirono. Questo confermò l'ipotesi di partenza secondo la quale il nucleo è necessario per la vita della cellula: è la rimozione del nucleo, non la semplice operazione, a causare la morte delle amebe.

### I ricercatori devono evitare i preconcetti

Negli esperimenti scientifici occorre cercare di evitare i preconcetti. Per prevenirli, la maggior parte degli esperimenti in medicina è effettuata secondo il metodo del "doppio cieco". Quando un farmaco deve essere saggiato, ad un gruppo di pazienti è somministrato il nuovo medicinale, mentre ad un secondo gruppo (gruppo di controllo) è somministrato un placebo, cioè un'innocua pillola di amido simile al farmaco per dimensioni, forma, colore e gusto. Questo è uno studio a doppiociego perché né il paziente né il medico sanno chi assume il farmaco sperimentale e chi il placebo. Le pillole o le terapie sono codificate in modo tale che solo quando l'esperimento è concluso e si hanno dei risultati è decifrato il codice. Non tutti gli esperimenti possono essere così lineari: spesso è difficile disporre di gruppi di controllo adeguati.

### Gli scienziati interpretano i risultati dei loro esperimenti e ne traggono conclusioni

Gli scienziati raccolgono i dati di un esperimento, interpretano i risultati e formulano le conclusioni. Per esempio, nell'esperimento dell'ameba descritto prima, i ricercatori conclusero che il nucleo era essenziale per la vita della cellula. Anche i risultati che non supportano l'ipotesi possono rivelarsi preziosi e portare a nuove ipotesi. Infatti, se i risultati non vanno a sostegno di un'ipotesi, lo scienziato può utilizzarli per sviluppare ipotesi correlate.

Consideriamo un altro esperimento. Alcuni gruppi di ricerca che studiano le popolazioni di scimpanzé in Africa hanno osservato che questi animali sono capaci di apprendere specifiche modalità di utilizzo degli strumenti l'uno dall'altro. Un comportamento che una popolazione apprende da altri e trasmette alle generazioni successive è ciò che noi chiamiamo cultura. In passato, la maggior parte dei biologi riteneva che la cultura fosse patrimonio esclusivo degli esseri umani. Non è stato semplice verificare questo tipo di apprendimento sul campo e l'idea è stata molto controversa.

I biologi si sono posti domande critiche riguardo a come gli scimpanzé abbiano imparato ad usare gli strumenti osservandosi a vicenda. Ricercatori del Yerkes National Primate Research Center di Atlanta hanno sviluppato l'ipotesi che gli scimpanzé possano imparare particolari modi di utilizzare gli strumenti da altri scimpanzé ( FIG. 1-18 ). I ricercatori hanno previsto che, se avessero insegnato ad uno scimpanzé ad usare un rametto per raccogliere il cibo da un contenitore, altri scimpanzé avrebbero appreso la tecnica da quello istruito. Essi hanno quindi diviso gli scimpanzé in due gruppi sperimentali da 16. Hanno poi insegnato ad una femmina di alto rango di ciascun gruppo ad usare un rametto per raccogliere il cibo da un apparecchio, ma con due metodi diversi. Ad una hanno insegnato a ficcare il rametto nell'apparecchio per liberare il cibo; all'altra hanno insegnato ad utilizzare il rametto per sollevare un uncino per rimuovere un blocco, consentendo al cibo di rotolare fuori dall'apparecchio.

Agli scimpanzé di un terzo gruppo, il gruppo di controllo, i ricercatori hanno dato accesso ai rametti e all'apparecchio contenente il cibo, ma non hanno insegnato loro ad usare i rametti. Tutti gli scimpanzé del gruppo di controllo hanno manipolato l'apparecchio con i rametti, ma nessuno di essi è riuscito ad estrarne il cibo.

Quando le femmine istruite sono state reinserite nei loro gruppi, gli altri scimpanzé hanno osservato in che modo esse usavano i rametti e la gran parte di essi ha cominciato ad utilizzarli nello stesso modo. Gli scimpanzé di ciascun gruppo hanno appreso la specifica modalità di utilizzo del rametto che era stata insegnata alla femmina. La maggior parte ha utilizzato il bastone per ottenerne cibo almeno dieci volte. Due mesi dopo, l'apparecchio è stato ripresentato agli scimpanzé. Ancora una volta, la maggior parte di essi ha usato la tecnica appresa per ottenere il cibo. Dunque, i risultati dell'esperimento hanno supportato l'ipotesi. I ricercatori hanno concluso che gli scimpanzé sono capaci di trasmettere culturalmente la tecnologia appresa.

### **Gli errori di campionamento possono portare a conclusioni non accurate**

Conclusioni non corrette possono essere dovute ad errori di campionamento. Dal momento che non è possibile verificare tutti i casi possibili (i ricercatori non possono studiare ogni ameba od ogni popolazione di scimpanzé), ci si deve accontentare di un campione. Come si può sapere se il campione è realmente rappresentativo? Prima di tutto, se il campione è troppo piccolo, esso potrebbe non essere rappresentativo per fattori casuali. Un esperimento con solo due, o anche nove, amebe potrebbe non fornire dati credibili generalizzabili alle altre amebe. Se verifichiamo un ampio numero di casi, saremo più probabilmente in grado di trarre conclusioni scientifiche accurate ( FIG. 1-19 ). Lo scienziato cerca di provare con un certo livello di confidenza che ogni specifica conclusione ha una certa probabilità statistica di essere giusta.

### **Gli esperimenti devono essere riproducibili**

Quando i ricercatori pubblicano le loro scoperte su una rivista scientifica, normalmente includono una descrizione di metodi e procedure utilizzati in modo tale che altri scienziati possano ripetere gli esperimenti. Se i risultati sono riprodotti, le conclusioni risultano rafforzate.

### **Una teoria è supportata da ipotesi verificate**

I non scienziati spesso usano la parola teoria in modo scorretto, riferendosi ad un'ipotesi. Una teoria scientifica è in realtà una spiegazione integrata di un certo numero di ipotesi, ciascuna suffragata da risultati consistenti derivanti da numerosi esperimenti ed osservazioni. Una teoria scientifica è in grado di correlare fatti che in precedenza non sembravano correlati. Una buona teoria cresce e si rafforza con l'acquisizione di nuovi risultati. Essa può predire nuovi scenari, suggerendo nuove relazioni tra fenomeni, e può eventualmente suggerire nuove applicazioni pratiche.

Una teoria scientifica, mostrando la relazione esistente tra classi di fatti, semplifica e chiarifica la comprensione dei fenomeni naturali. Einstein scrisse: "In tutta la storia della scienza, dai filosofi greci ai moderni fisici, è sempre esistita la tendenza a ridurre la complessità dei fenomeni naturali a semplici e fondamentali idee e relazioni". In effetti, lo sviluppo di teorie è uno dei principali obiettivi della scienza.

## ESPERIMENTO CHIAVE

**PORSI DOMANDE CRITICHE :** Gli scimpanzé apprendono l'uso di strumenti osservandosi l'un l'altro?  
**SVILUPPARE UN'IPOTESI :** Gli scimpanzé sono capaci di apprendere determinate modalità di utilizzo degli strumenti osservando altri scimpanzé.

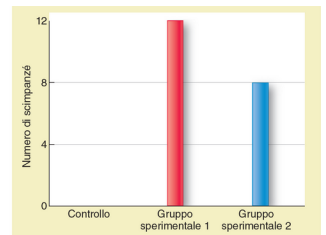
**EFFETTUARE ESPERIMENTI:** Ad una femmina di ciascuno dei due gruppi di 16 scimpanzé è stato insegnato ad usare un rametto in un determinato modo per ottenere il cibo. I due scimpanzé istruiti sono stati quindi reintrodotti nei loro rispettivi gruppi. Agli scimpanzé di un gruppo di controllo non è stato insegnato ad usare il rametto.

**RISULTATI:** Gli scimpanzé di ciascun gruppo sperimentale hanno osservato l'uso del rametto da parte dell'individuo istruito e la maggior parte di essi ha cominciato ad usare il rametto nello stesso modo. In un test effettuato due mesi più tardi, molti degli scimpanzé

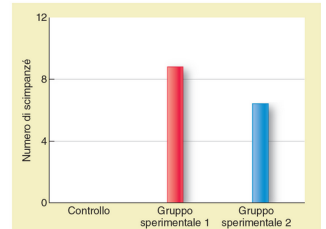
di ciascun gruppo continuavano ad usare il rametto. I risultati qui presentati sono stati semplificati e si basano sul numero di scimpanzé che hanno mostrato di usare il metodo appreso per almeno 10 volte.

Tutti gli scimpanzé di ciascun gruppo, tranne uno, hanno appreso la tecnica, ma alcuni di essi l'hanno messa in atto solo poche volte.

Alcuni scimpanzé hanno imparato autonomamente il metodo alternativo e l'hanno utilizzato. Tuttavia, la maggior parte di essi ha adottato il metodo che i ricercatori avevano insegnato ad un



(a) Numero di scimpanzé che hanno impiegato con successo il metodo specifico di utilizzo dello strumento.



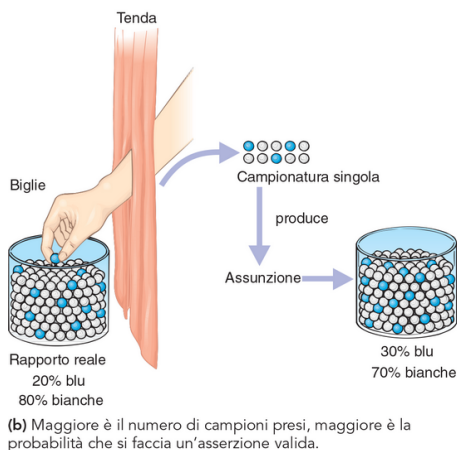
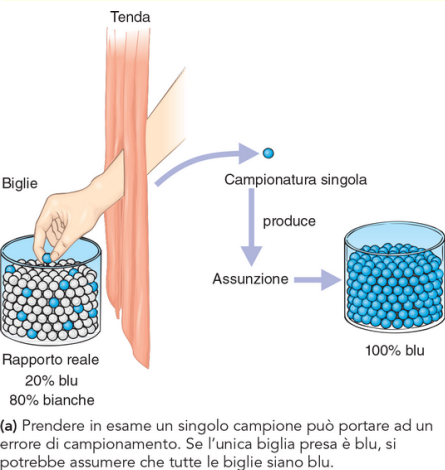
**CONCLUSIONI:** Gli scimpanzé apprendono modalità specifiche di utilizzo degli strumenti osservando altri scimpanzé. L'ipotesi è supportata.

FIGURA 1-19 Probabilità statistica

### Molte ipotesi non possono essere verificate mediante esperimenti diretti

Alcune teorie ampiamente accettate non si basano sulla verifica di ipotesi mediante esperimenti ordinari. Spesso, tali teorie descrivono eventi verificatisi in un passato remoto. Non possiamo osservare direttamente l'origine dell'universo da uno stato denso ed incandescente che si è verificata circa 13,7 miliardi di anni fa (teoria del Big Bang). Tuttavia, i fisici e i cosmologi sono stati in grado di formulare numerose ipotesi correlate al Big Bang e di verificare molte delle previsioni scaturite da tali ipotesi.

Analogamente, gli esseri umani non sono stati testimoni dell'evoluzione dei principali gruppi di organismi, dal momento che tale processo ha avuto luogo nel corso di milioni di anni e prima che si evollesse la specie umana. Tuttavia, sono state avanzate numerose ipotesi relative all'evoluzione e le previsioni basate su di esse sono state verificate. Ad esempio, se gli organismi complessi si sono evoluti da forme di vita semplici, dovremmo ritrovare i fossili degli organismi più semplici negli strati rocciosi più antichi. Esplorando strati sempre più recenti, ci aspettiamo quindi di trovare organismi sempre più complessi. In effetti, gli scienziati hanno riscontrato questo tipo di progressione dai fossili più semplici a quelli più complessi.



Oltre che dai fossili, le osservazioni a sostegno dell'evoluzione provengono da numerose fonti, tra cui le similarità fisiche e molecolari tra gli organismi. Altre prove derivano da studi recenti ed attuali dell'evoluzione in corso. Infatti, molti aspetti dell'evoluzione in corso possono essere studiati in laboratorio o sul campo. Le prove a sostegno dell'evoluzione sono talmente convincenti che oggi quasi tutti gli scienziati accettano l'evoluzione come una parte integrante della biologia.

### I cambiamenti di paradigma permettono nuove scoperte

Un paradigma è un insieme di assunzioni o concetti che costituisce un modo di pensare alla realtà. Ad esempio, dai tempi di Aristotele fino alla metà del XIX secolo, i biologi ritenevano che gli organismi potessero essere o piante (regno Plantae) o animali (regno Animalia), e questo concetto era profondamente radicato. Tuttavia, con lo sviluppo dei microscopi, i ricercatori scoprirono forme di vita piccolissime –

batteri e protisti – che non potevano essere incluse né tra le piante né tra gli animali. Alcuni biologi furono capaci di effettuare un cambiamento di paradigma, ovvero modificarono la loro visione della realtà per tenere conto di questa nuova conoscenza. Così, assegnarono gli organismi appena scoperti a nuovi regni. In un più recente cambiamento di paradigma, i biologi hanno rivisto la loro idea le cellule cerebrali che possediamo alla nascita sono tutte quelle che avremo. Adesso sappiamo che alcune aree del cervello continuano a produrre nuovi neuroni durante tutto il corso della vita.

### **La biologia dei sistemi integra diversi livelli di informazione**

Nell'approccio riduzionistico alla biologia, i ricercatori studiano i componenti più semplici dei processi biologici. Il loro obiettivo è quello di sintetizzare la conoscenza di molte piccole parti per comprendere il tutto. Il riduzionismo è stato (e continua ad essere) importante nella ricerca biologica. Tuttavia, via via che i biologi e i loro strumenti divenivano sempre più sofisticati, sono state generate enormi quantità di dati, che hanno portato la scienza della biologia ad un livello differente.

La biologia dei sistemi è un campo della biologia che si basa sulle informazioni fornite dall'approccio riduzionistico, aggiungendovi ampi gruppi di dati generati dai computer. La biologia dei sistemi viene anche definita biologia integrativa o biologia integrativa dei sistemi. Il riduzionismo e la biologia dei sistemi sono approcci complementari. Usando il riduzionismo, i biologi hanno ottenuto informazioni di base sui componenti, come molecole, geni, cellule ed organi. I biologi dei sistemi, che si focalizzano sui sistemi nel loro insieme piuttosto che sui singoli componenti, necessitano di queste conoscenze basilari per poter studiare, ad esempio, le interazioni tra varie parti e livelli di un organismo.

I biologi dei sistemi integrano dati relativi a vari livelli di complessità con lo scopo di comprendere il grande disegno – come funzionano i sistemi biologici. Ad esempio, i biologi dei sistemi stanno sviluppando modelli di diversi aspetti delle funzioni cellulari. La normale funzione cellulare dipende dalla precisa azione di centinaia di proteine che rilevano segnali ricevuti da altre cellule. Le proteine inoltre, rilevano segnali da una parte all'altra della cellula. I ricercatori stanno producendo mappe dettagliate di tracciati molecolari che mantengono la funzione cellulare ( FIG. 1-20 ).

Un gruppo di ricercatori ha sviluppato un modello costituito da circa 8.000 segnali chimici coinvolti in una rete molecolare che conduce alla morte cellulare programmata. Mediante la comprensione della comunicazione cellulare, delle interazioni di geni e proteine nelle vie metaboliche e dei processi fisiologici, i biologi dei sistemi sperano infine di sviluppare un modello dell'intero organismo. La biologia dei sistemi è sempre più utilizzata per studiare i processi delle malattie. Per esempio, possono essere mappate le interazioni fra l'agente patogeno e la cellula ospitante.

#### **FIGURA 1-20 Mappa che mostra le interazioni fra proteine in una cellula di lievito (*Saccharomyces cerevisiae*).**

Ciascun punto rappresenta una proteina in questo fungo unicellulare. Le linee collegano le proteine che interagiscono fra loro. Le proteine maggiormente connesse sono più critiche per il funzionamento della cellula. Molte di queste interazioni sono state identificate anche nelle cellule umane. Specifiche proteine sono state rimosse eliminando i geni che le codificavano. Le proteine sono state colorate in base all'effetto che la loro rimozione ha sulla cellula di lievito: *rosso*, letale; *verde*, non letale; *arancione*, crescita lenta; *giallo*, effetti sconosciuti.



Hawoong Jeong, University of Notre Dame/Science Photo Library

Lo sviluppo della biologia dei sistemi è stato alimentato dall'enorme quantità di dati generata dal Progetto Genoma Umano. I ricercatori impegnati in questo progetto hanno identificato le sequenze di DNA che compongono i 25.000 geni stimati del genoma umano, l'insieme completo dei geni che costituiscono il materiale genetico umano. Il software sviluppato per il Progetto Genoma Umano ha la capacità di analizzare cospicui gruppi di dati. Tali programmi sono adesso utilizzati per integrare dati relativi alle interazioni tra proteine e molti altri aspetti della biologia molecolare. I biologi dei sistemi considerano la

biologia in termini di sistemi di informazioni. I loro studi dipendono sempre più da principi di matematica, statistica ed ingegneria.

### **La scienza ha limitazioni etiche**

La ricerca scientifica dipende dall'impegno verso ideali concreti quali la verità e l'obbligo di comunicare i risultati. L'onestà è di particolare importanza in campo scientifico. Consideriamo l'enorme danno (sebbene limitato nel tempo) fatto tutte le volte che un ricercatore privo di principi, la cui carriera può dipendere dalla pubblicazione di un lavoro di ricerca, coscientemente rende noti dati fasulli. Finché l'inganno rimane nascosto, altri ricercatori potrebbero investire rilevanti somme di denaro e molte ore del loro prezioso lavoro impegnandosi in linee di ricerca inutili perché ispirate da risultati non veri. La frode può anche essere pericolosa, specialmente nella ricerca medica. Fortunatamente, la scienza tende a correggersi da sola utilizzando essa stessa procedimenti scientifici. Prima o poi, i risultati sperimentali ottenuti da altri faranno sorgere dubbi sui dati fasulli.

Scienza e tecnologia interagiscono continuamente. Come gli scienziati facendo ricerche di base riportano nuove scoperte, ingegneri e altri inventori sviluppano nuovi prodotti. Molti di questi prodotti contribuiscono alla nostra qualità di vita. La nuova tecnologia inoltre, procura agli scienziati strumenti più potenti per la loro ricerca ed aumenta il potenziale per nuove scoperte. Per esempio pochi anni fa, determinare il genoma di un eucariota richiedeva diversi locali riempiti di macchine che fossero in gradi di sequenziale i geni. Questo progetto inoltre costava milioni di dollari. Le nuove tecnologie hanno rivoluzionato il sequenziamento dei geni, permettendo di determinare rapidamente genomi complessi, con meno equipaggiamento e ad un prezzo di gran lunga minore. I Progetti sono in via di determinare i genomi di 10.000 vertebrati.

Scienza e tecnologia continuano a cambiare la società e questi cambiamenti comportano nuove sfide. Oltre all'impegno etico nei confronti del loro lavoro, gli scienziati affrontano molti problemi sociali e politici che riguardano svariati campi, come la ricerca genetica, le cellule staminali, la clonazione, la sperimentazione umana ed animale. Per esempio, alcune delle cellule staminali che sembrano possedere il potenziale maggiore per il trattamento di malattie umane sono presenti negli embrioni precoci. Le cellule devono essere prelevate da embrioni di 5-6 giorni e quindi coltivate in laboratorio. A questo stadio, l'embrione consiste in un gruppo di cellule lungo circa 0,15 mm. Queste cellule potrebbero essere ingegnerizzate per il trattamento di patologie come l'infarto cardiaco, l'ictus cerebrale, il Parkinson e l'Alzheimer. Le stesse cellule potrebbero salvare la vita agli ustionati e forse essere modificate per trattare certi tipi di tumore. La società necessita di conoscere se i potenziali benefici di ogni tipo di ricerca superano i problemi etici connessi al loro utilizzo.

L'era del genoma porta con sé problemi e responsabilità etiche. In che modo le persone potranno salvaguardare la privacy delle informazioni genetiche? Per esempio, supponiamo di avere una familiarità per il cancro al seno e di apprendere da un test genetico di avere una mutazione BRCA. Queste mutazioni aumentano il rischio di sviluppare un cancro al seno e altri tumori. Come potremo essere certi che la conoscenza dei nostri codici genetici individuali non sarà usata contro di noi nel momento in cui stipuleremo un contratto di lavoro o un'assicurazione sulla salute? Gli scienziati hanno il dovere di essere eticamente responsabili e di contribuire ad informare la gente sul loro lavoro e sui benefici e i rischi ad esso connessi. È interessante sottolineare che, nelle fasi iniziali del Progetto Genoma Umano, parte dei finanziamenti fu destinata alla ricerca sulle implicazioni etiche, legali e sociali dei risultati.

### **Verifica**

- Quali sono le caratteristiche di una buona ipotesi?
- Cosa si intende per esperimento "controllato"?
- Che cos'è la biologia dei sistemi?

#### **SOMMARIO: CONCENTRASI SUGLI OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO**

##### **1.1**

1. Descrivere i tre temi fondamentali della biologia.
  - I tre temi fondamentali della biologia sono l'evoluzione, la trasmissione dell'informazione e l'energia per la vita. Il processo dell'evoluzione determina cambiamenti delle popolazioni nel tempo e spiega in che modo l'antenato degli organismi possa essere fatto risalire a forme di vita primordiali. Le informazioni devono essere trasmesse all'interno delle cellule, tra le cellule, tra gli organismi e da una generazione all'altra. La vita richiede un continuo apporto di energia dal sole.

1.2

2. Effettuare una distinzione tra viventi e non viventi descrivendo le caratteristiche che contraddistinguono gli organismi viventi.
  - Tutti gli esseri viventi sono composti da una o più cellule . Gli esseri viventi crescono grazie all'aumento delle dimensioni e/o del numero delle cellule.
  - Per metabolismo si intendono tutte quelle attività chimiche che avvengono in un organismo e che includono tutte le reazioni chimiche essenziali per la nutrizione, la crescita, la riparazione e la conversione dell'energia in forme utilizzabili. L'omeostasi è la tendenza di un organismo a mantenere costante l'ambiente interno.
  - Gli organismi rispondono agli stimoli , cambiamenti fisici o chimici del loro ambiente esterno ed interno. Normalmente, le risposte coinvolgono il movimento.
  - Nella riproduzione asessuata, la prole è identica al singolo genitore; nella riproduzione sessuata, la prole è il prodotto della fusione dei gameti e i geni sono forniti da entrambi i genitori.
  - Le popolazioni si evolvono e si adattano all'ambiente in cui vivono. Gli adattamenti sono dei tratti che aumentano la capacità di un organismo di sopravvivere nel proprio ambiente.

1.3

3. Costruire una gerarchia dell'organizzazione biologica, includendo i livelli di un singolo organismo e i livelli ecologici.
  - L'organizzazione biologica è gerarchica. Un organismo complesso è organizzato a livello chimico, cellulare, tissutale , di organo , di sistema e di organismo . Le cellule si associano a formare tessuti che svolgono funzioni specifiche. Nella maggior parte degli organismi pluricellulari, i tessuti si organizzano a formare strutture funzionali chiamate organi, mentre un gruppo organizzato di tessuti ed organi costituisce un sistema di organi. Funzionando in maniera coordinata, i sistemi di organi costituiscono un organismo pluricellulare complesso.
  - L'unità di base dell'organizzazione ecologica è la popolazione . Varie popolazioni formano una comunità ; una comunità e l'ambiente fisico nel quale essa vive si indicano come ecosistema ; l'insieme di tutti gli ecosistemi presenti sul nostro pianeta forma la biosfera .

1.4

4. Riassumere l'importanza della trasmissione dell'informazione per i sistemi viventi, fornendo esempi specifici.
  - Gli organismi trasmettono l'informazione tramite segnali chimici, elettrici e comportamentali.
  - Il DNA , che costituisce i geni , è il materiale ereditario. L'informazione codificata nel DNA è trasmessa da una generazione all'altra. Il DNA contiene le istruzioni per lo sviluppo di un organismo e per lo svolgimento dei processi vitali. Il DNA codifica le proteine , molecole importanti nel determinare la struttura e la funzione delle cellule e dei tessuti.
  - Gli ormoni , messaggeri chimici in grado di trasmettere informazioni da una parte all'altra dell'organismo, rappresentano un importante tipo di segnalazione cellulare .
  - Molti organismi utilizzano segnali elettrici per trasmettere l'informazione; la maggior parte degli animali ha un sistema nervoso che trasmette impulsi elettrici e rilascia neurotrasmettitori .

1.5

5. Riassumere il flusso di energia attraverso gli ecosistemi, mettendo a confronto il ruolo di produttori, consumatori e decompositori.
  - Le attività delle cellule viventi richiedono energia; la vita dipende da un continuo apporto di energia dal sole. Nel processo di fotosintesi , le piante, le alghe e certi batteri utilizzano l'energia solare per sintetizzare molecole complesse partendo da anidride carbonica e acqua.
  - Tutte le cellule effettuano la respirazione cellulare , un processo biochimico attraverso il quale ricavano l'energia che i produttori hanno immagazzinato nei nutrienti (carboidrati). Parte di questa energia è utilizzata per sintetizzare i materiali necessari o per svolgere altre attività.
  - Un ecosistema autosufficiente include i produttori , o autotrofi , che generano il loro stesso cibo, i consumatori , che mangiano i produttori o gli organismi che hanno mangiato i produttori, e i decompositori , che ottengono energia degradando le sostanze di rifiuto e gli organismi morti. Consumatori e decompositori sono eterotrofi , organismi che dipendono dai produttori per l'energia, il cibo e l'ossigeno.

1.6

6. Descrivere il sistema di nomenclatura binomiale utilizzando vari esempi specifici e classificare un organismo (come l'uomo) per dominio, regno, phylum, classe, ordine, famiglia, genere e specie.
    - Sul nostro pianeta si sono evolute milioni di specie. Una specie è un gruppo di organismi con struttura, funzione e comportamento simili, che in natura si incrociano solo tra di loro. I membri di una specie possiedono un pool di geni comune e condividono un antenato comune.
    - I biologi utilizzano un sistema di nomenclatura binomiale, nel quale il nome di ciascuna specie è composto dal nome del genere e da un epiteto specifico.
    - La classificazione tassonomica è gerarchica ed include la specie, il genere, la famiglia, l'ordine, la classe, il phylum, il regno e il dominio. Ogni raggruppamento viene indicato come taxon. Un gruppo di organismi con un comune antenato è un clade.
  7. Identificare i tre domini e i regni di organismi viventi e fornire esempi di organismi assegnati a ciascun gruppo.
    - I batteri e gli archeobatteri hanno cellule procariotiche; tutti gli altri organismi hanno cellule eucariotiche. I procarioti costituiscono due dei tre domini.
    - Gli organismi possono essere classificati in tre domini, Archaea, Bacteria e Eukarya, e diversi regni: Archaea, Bacteria, Fungi (lieviti e muffe), Plantae ed Animalia. I Protisti (per esempio alghe, muffe d'acqua e amebe) sono adesso assegnate a cinque "supergruppi".
  8. Fornire una breve visione d'insieme della teoria dell'evoluzione e spiegare perché essa rappresenta il principale concetto unificante della biologia.
    - L'evoluzione è il processo attraverso il quale le popolazioni cambiano nel tempo in risposta alle modificazioni ambientali. La teoria dell'evoluzione spiega in che modo si siano generati milioni di specie e ci aiuta a comprendere la struttura, la funzione, il comportamento e le interazioni degli organismi.
    - La selezione naturale, il meccanismo attraverso il quale l'evoluzione procede, favorisce gli organismi dotati di quei caratteri che meglio si adattano ai cambiamenti ambientali. Charles Darwin basò la sua teoria della selezione naturale sulle osservazioni che gli individui di una specie variano; gli organismi producono più prole di quella che riesce a sopravvivere fino alla riproduzione; gli individui che sono meglio adattati all'ambiente hanno più probabilità di sopravvivere e di riprodursi; gli organismi vincenti trasmettono i loro geni alla prole e i loro caratteri saranno più frequenti nella popolazione.
    - La fonte di variabilità in una popolazione è la mutazione casuale.
  9. Applicare la teoria della selezione naturale ad un dato adattamento, suggerendo una spiegazione logica di come l'adattamento possa essersi evoluto.
    - Quando gli antenati degli "honeycreeper" delle Hawaii raggiunsero per la prima volta le isole, erano presenti pochi altri uccelli e quindi vi era poca competizione per il cibo. Attraverso numerose generazioni, gli "honeycreeper" con becchi più lunghi e curvi divennero adattati a nutrirsi del nettare dei fiori tubulari. Probabilmente, gli individui che possedevano i becchi più lunghi e più curvi erano più capaci di sopravvivere in una tale zona trofica (di nutrimento) e vivevano abbastanza a lungo da trasmettere i propri geni alla prole. Quelli che possedevano un becco più corto e robusto avevano maggiore successo nel catturare gli insetti ed anch'essi trasmettevano i propri geni alle generazioni successive. Alla fine, si sono evolute diverse specie, adattate a specifiche zone.
- 1.7
10. Progettare un esperimento attraverso cui si possa verificare una data ipotesi, utilizzando la procedura e la terminologia del metodo scientifico.
    - Il procedimento scientifico è un approccio dinamico all'indagine. Il metodo scientifico è uno strumento che gli scienziati usano nel loro lavoro; include diverse fasi: osservare, riconoscere un problema o porsi domande critiche, sviluppare ipotesi, fare predizioni che siano verificabili, progettare esperimenti, interpretare i risultati e trarre conclusioni che supportino o confutino l'ipotesi.
    - Il ragionamento deduttivo e il ragionamento induttivo sono due categorie di processo di ragionamento sistematico usate nel metodo scientifico. Il ragionamento deduttivo procede da principi generali verso specifiche conclusioni e ci aiuta a scoprire le correlazioni tra fatti noti. Il ragionamento induttivo inizia con specifiche osservazioni e deriva da queste delle conclusioni. Il ragionamento induttivo ci aiuta a scoprire i principi generali.
    - Un'ipotesi è una potenziale spiegazione di osservazioni o fenomeni. Un'ipotesi può essere verificata. Se non si trova nessuna prova che la supporti, viene rigettata.

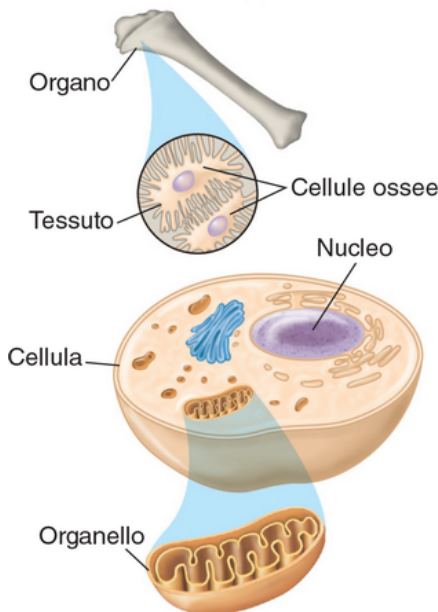
- Un esperimento scientifico adeguatamente progettato deve includere sia un gruppo di controllo che un gruppo sperimentale e deve essere il più libero possibile da pregiudizi. Il gruppo di controllo differisce dal gruppo sperimentale solo per quella variabile che si sta studiando.
- Una teoria scientifica è una spiegazione integrata di alcuni aspetti del mondo naturale basata su un certo numero di ipotesi, ciascuna supportata da risultati coerenti derivanti da numerose osservazioni o esperimenti.

#### 11. Comparare gli approcci riduzionistico e dei sistemi alla ricerca biologica.

- Usando il riduzionismo, i ricercatori studiano i componenti più semplici dei processi biologici, come le molecole o le cellule.
- La biologia dei sistemi utilizza le conoscenze fornite dal riduzionismo. I biologi dei sistemi integrano dati relativi a vari livelli di complessità con lo scopo di comprendere il funzionamento dei sistemi biologici.

#### AUTOVERIFICHE

1. L'omeostasi: (a) è la tendenza di un organismo a mantenere un ambiente interno costante; (b) generalmente dipende dal movimento delle ciglia; (c) è la risposta a lungo termine degli organismi ai cambiamenti ambientali; (d) avviene a livello di ecosistema, non nelle cellule o negli organismi; (e) può essere sessuata o asessuata.
2. La divisione binaria di un'ameba è un esempio di: (a) locomozione; (b) neurotrasmissione; (c) riproduzione asessuata; (d) riproduzione sessuata; (e) metabolismo.
3. Le cellule: (a) sono i mattoni che costituiscono gli organismi viventi; (b) hanno sempre il nucleo; (c) non si trovano tra i batteri; (d) le risposte a, b e c sono corrette; (e) solo le risposte a e b sono corrette.
4. Quale delle seguenti sequenze descrive correttamente i livelli di organizzazione biologica? 1) Sistemi di organi; 2) chimico; 3) tessuto; 4) organo; 5) cellula.



2, 3, 5, 4, 1

2. (b) 5, 3, 4, 1, 2

3. (c) 2, 5, 3, 1, 4

4. (d) 2, 5, 3, 4, 1

5. (e) 5, 2, 3, 4, 1

5. Quale delle seguenti sequenze descrive correttamente i livelli di organizzazione ecologica? 1) Comunità; 2) organismo; 3) ecosistema; 4) popolazione; 5) biosfera.

1. 5, 3, 1, 4, 2

2. 2, 4, 1, 3, 5

3. 2, 1, 4, 3, 5

4. 4, 2, 1, 3, 5

5. 2, 4, 3, 1, 5

6. Il DNA: (a) costituisce i geni; (b) trasmette l'informazione da una specie all'altra; (c) non può essere cambiato; (d) è un neurotrasmettitore; (e) è prodotto durante la respirazione cellulare.

7. La respirazione cellulare: (a) è un processo in cui la luce del sole è utilizzata per sintetizzare componenti cellulari con il rilascio di energia; (b) avviene solo negli eterotrofi; (c) è svolta sia negli organismi autotrofici che negli eterotrofi; (d) causa variazioni chimiche nel DNA; (e) avviene in risposta ai cambiamenti ambientali.

8. I funghi sono assegnati al dominio (a) Protista; (b) Archea; (c) Bacteria; (d) Eucarya; (e) Plantae.
9. Il nome scientifico del mais o granturco è *Zea mays*. *Zea* è (a) lo specifico epiteto; (b) il genere; (c) la classe; (d) il regno; (e) il phylum.
10. Darwin ipotizzò che l'evoluzione potesse avvenire per mezzo di: (a) mutazioni; (b) variazioni negli individui di una specie; (c) selezione naturale; (d) interazione di ormoni; (e) risposte omeostatiche ad ogni cambiamento ambientale
11. Idealmente, un gruppo sperimentale differisce da un gruppo di controllo: (a) solo rispetto all'ipotesi che deve essere testata; (b) solo rispetto alla variabile che si sta studiando; (c) perché è meno soggetto a pregiudizi; (d) perché è meno vulnerabile ad errori di campionamento; (e) perché i suoi soggetti sono più affidabili.
12. Un biologo dei sistemi lavora più probabilmente su: (a) una migliore comprensione dei componenti delle cellule; (b) lo sviluppo di un migliore sistema di classificazione degli organismi; (c) lo sviluppo di una nuova serie di passaggi per il metodo scientifico; (d) la ricerca di una serie di reazioni per la