

# Capitolo 1

# Dalle cellule agli organismi

## Obiettivi

### Conoscerai:

- le caratteristiche generali degli organismi viventi
- le funzioni delle molecole che compongono la materia vivente
- le somiglianze e le differenze tra organismi autotrofi ed eterotrofi
- la struttura generale dei vari tipi di cellule
- le caratteristiche degli organismi unicellulari e pluricellulari

### Sarai in grado di:

- mettere a confronto la fotosintesi con la respirazione cellulare
- ricostruire i livelli di organizzazione di un organismo pluricellulare

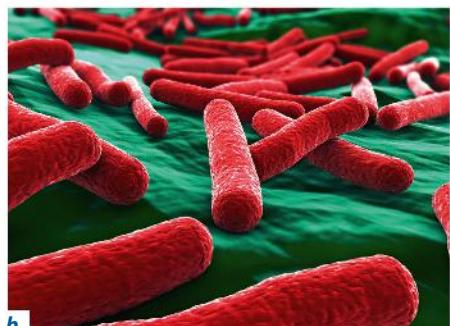
## Lezione 1

## Come si distinguono gli organismi viventi

**La variabilità delle forme viventi** • Secondo le conoscenze attuali, l'esistenza di **organismi viventi** così come l'uomo li identifica è una particolarità del nostro pianeta. Infatti, finora non è stata trovata traccia di forme di vita sugli altri corpi celesti che sono stati raggiunti o studiati dagli astrofisici. Data l'immensità dell'Universo, tuttavia, non si può certo escludere l'esistenza di altre forme di vita, che si possono inoltre immaginare del tutto diverse da quelle terrestri.

Gli organismi viventi sono molto numerosi e diversificati. Finora ne sono stati catalogati circa due milioni di tipi, ma si ritiene che ve ne siano molti altri da scoprire, soprattutto nelle foreste tropicali e nelle profondità oceaniche; le loro forme sono le più svariate e anche le loro dimensioni differiscono

**Figura 1.1** *a)* Sequoia. Ordine di grandezza: decine di metri e tonnellate di peso. *b)* Batteri. Ordine di grandezza: millesimi di millimetro o meno ( $1/1000$  di mm =  $1\ \mu\text{m}$  = 1 micron) e peso trascurabile.



notevolmente. Una sequoia della California, per esempio, può raggiungere altezze intorno ai 90 m e un peso di diverse migliaia di tonnellate, mentre un batterio ha dimensioni dell'ordine dei millesimi di millimetro e un peso trascurabile ([►figura 1.1](#)).

**Le caratteristiche generali dei viventi** • Definire che cosa sono i viventi, quali sono le caratteristiche che li accomunano e, soprattutto, individuare quelle che li distinguono dalle forme non viventi, è un problema che anima i dibattiti tra gli scienziati. Vi sono certo degli elementi che possiamo facilmente osservare e che ci sono noti per l'esperienza quotidiana: tutti i viventi nascono, si nutrono (trasformando l'energia assorbita dall'ambiente), crescono, si riproducono e muoiono. I corpi degli esseri viventi presentano inoltre strutture finemente ordinate e organizzate.

Tuttavia, se consideriamo singolarmente le caratteristiche appena elencate, ci accorgiamo che possiamo riscontrarle anche nel mondo non vivente. Per esempio, un cristallo, che è un minerale, è capace di crescere e formare strutture molto ordinate, eppure non è un essere vivente. Allo stesso modo, la fiamma di una candela può nascere, alimentarsi consumando la cera di cui è composta e trasformarla in altre forme di energia (il calore e la luce), «cresce», «riprodursi» e «morire», ma anche in questo caso non abbiamo a che fare con un organismo vivente ([►figura 1.2](#)).



**Figura 1.2** La fiamma di una candela svolge molte funzioni simili a quelle di un vivente: nasce (per esempio quando accostiamo la fiamma di una candela a un'altra), cresce, consuma energia, si riproduce e muore. Ma non è un organismo vivente.

I biologi hanno stabilito che per essere considerato «vivente» un organismo deve possedere altre caratteristiche condivise che lo distinguono da ciò che, invece, è non vivente. Tutti gli organismi viventi, oltre a interagire con l'ambiente e trasformare energia, infatti, possiedono anche altri requisiti fondamentali:

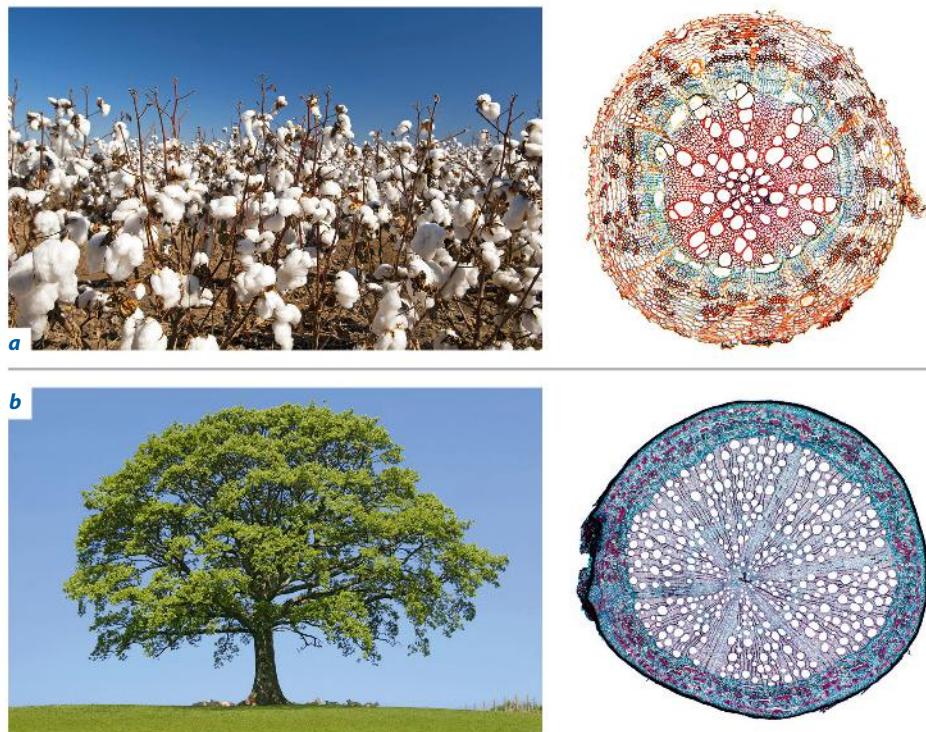
- ▶ sono formati da una o più **cellule**, le unità strutturali di base dei viventi (dagli organismi costituiti da una sola cellula indipendente a quelli complessi formati da miliardi di cellule coordinate a formare un corpo);
- ▶ contengono gli **acidi nucleici**, ossia molecole complesse che custodiscono e trasmettono le informazioni ereditarie presenti in ogni organismo e che lo differenziano da tutti gli altri.

Nessun oggetto appartenente al mondo non vivente possiede queste caratteristiche.

**L'unitarietà degli organismi viventi** • Se osserviamo le strutture microscopiche di un organismo vivente e le confrontiamo con quelle di altri organismi esteriormente anche molto diversi, notiamo che in realtà vi sono diversi punti in comune. Alla diversità esteriore, infatti, non corrisponde altrettanta diversità

nelle strutture microscopiche (**>figura 1.3**). Se ci spingiamo oltre, per esempio all'interno delle strutture cellulari, notiamo che le somiglianze diventano sempre maggiori e che le componenti chimiche e strutturali di base sono le stesse.

**Figura 1.3** Le radici di una pianta di cotone (**a**) e quelle di una quercia (**b**) si somigliano tra loro più delle piante a cui appartengono, una erbacea e l'altra arborea, di taglia assai diversa.



Anche le informazioni ereditarie (sotto forma di acidi nucleici) appartenenti a organismi diversi sono identiche nella struttura generale, tanto da essere costituite esattamente dagli stessi componenti chimici, assemblati in modo caratteristico per ciascun organismo. In particolare, il linguaggio con il quale sono scritte le informazioni al loro interno è identico per tutti i viventi.

Questa caratteristica è una prova importante dell'origine comune di tutti i viventi. Di questi aspetti riguardanti l'intero mondo vivente, che saranno approfonditi nelle prossime lezioni e nei capitoli di questo libro, si occupa la scienza chiamata **Biologia** (dal greco *bios*, che significa vita).

### Provaci tu

**VIVENTI E NON VIVENTI** Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (**v**) o false (**f**).

- Sia gli organismi viventi sia alcuni oggetti non viventi possono accrescere.
- Solo gli organismi viventi contengono le informazioni ereditarie per «costruire» strutture simili a se stessi.
- Sono state trovate forme viventi anche al di fuori della Terra.
- Il consumo di energia è proprio soltanto degli organismi viventi.
- Le cellule sono strutture altamente organizzate caratteristiche solo dei viventi.

# Lezione 2

# Le molecole costitutive degli organismi viventi

**I componenti chimici della materia vivente** • I principali elementi chimici che costituiscono la materia dei corpi degli organismi viventi sono il *carbonio*, l'*idrogeno*, l'*ossigeno* e l'*azoto*. Questi elementi, legandosi tra loro e con altri elementi (come il fosforo, lo zolfo, il ferro, il magnesio), formano le sostanze che caratterizzano la vita e che nel complesso sono chiamate **biomolecole**: le proteine, i carboidrati, i lipidi e gli acidi nucleici.

**Le proteine sono composte da amminoacidi** • Chiamate anche *protidi*, le proteine hanno soprattutto funzione plastica, cioè costruiscono molte parti del corpo dei viventi. Oltre a questo *ruolo strutturale*, le proteine chiamate **enzimi** svolgono un *ruolo funzionale* fondamentale nei meccanismi che regolano la vita delle cellule. Le proteine sono costituite da lunghe catene, variamente ripiegate e collegate, formate da unità di 20 diversi tipi, gli **amminoacidi**, elencati nella ➤ **tabella 1.1**.

**Tabella 1.1 Gli amminoacidi e le loro sigle**

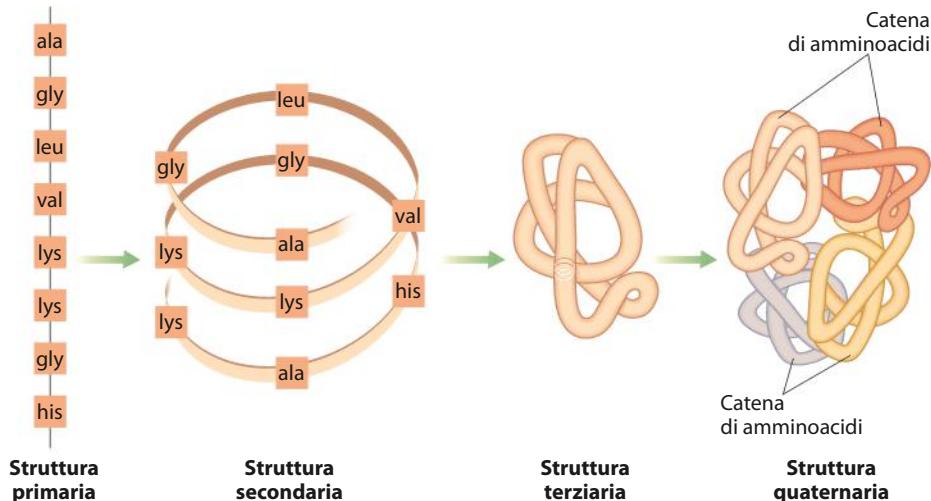
Amminoacido	Sigla	Amminoacido	Sigla	Amminoacido	Sigla
Acido aspartico	Asp	Glicina	Gly	Prolina	Pro
Acido glutammico	Glu	Glutammina	Gln	Serina	Ser
Alanina	Ala	Isoleucina	Ile	Tirosina	Tyr
Arginina	Arg	Istidina	Hys	Treonina	The
Asparagina	Asn	Leucina	Leu	Triptofano	Trp
Cisteina	Cys	Lisina	Lys	Valina	Val
Fenilalanina	Phe	Metionina	Met		

La forma e le funzioni di ogni proteina dipendono sia dal tipo di amminoacidi presenti sia dalla loro disposizione in sequenza, cioè dall'ordine in cui sono legati l'uno dopo l'altro attraverso i legami chimici. Cambiando il tipo di amminoacidi presenti o disponendoli in ordine diverso si può formare una varietà praticamente infinita di proteine. Per comprendere questo aspetto facciamo un esempio. La lingua italiana è formata da 21 lettere dell'alfabeto (mentre gli amminoacidi sono 20). Le parole che si possono formare con queste lettere sono tantissime: soltanto quelle leggibili e pronunciabili nella nostra lingua sono oltre 250 000 (senza contare, quindi, le altre associazioni di lettere senza senso o impronunciabili):

Elementi che cambiano (lingua italiana)	Esempio di combinazione
Singole lettere diverse	fiore, palla
Singole lettere uguali ma in diversa sequenza	mare, rema, rame, mera
Singole lettere identiche nella sequenza ma alcune ripetute	casa, cassa

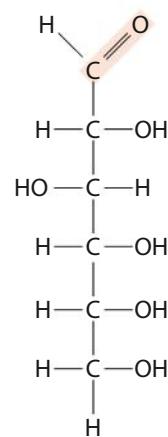
Inoltre, le stesse parole possono essere assemmate formando infinite frasi molto diverse per lunghezza, significato e relazioni con altre frasi. Allo stesso modo, le proteine differiscono l'una dall'altra per varie caratteristiche ([figura 1.4](#)).

**Figura 1.4** Le diverse strutture delle proteine, dalla semplice sequenza degli amminoacidi (struttura primaria) alla complessa disposizione tridimensionale di proteine molto complesse (struttura quaternaria).

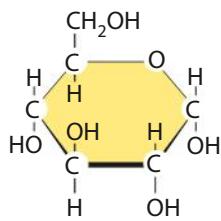


**Figura 1.5** Due diversi modi di rappresentare la molecola del monosaccaride glucosio, la più importante molecola energetica dei viventi (C = carbonio, O = ossigeno, H = idrogeno).

Struttura lineare



Struttura ad anello



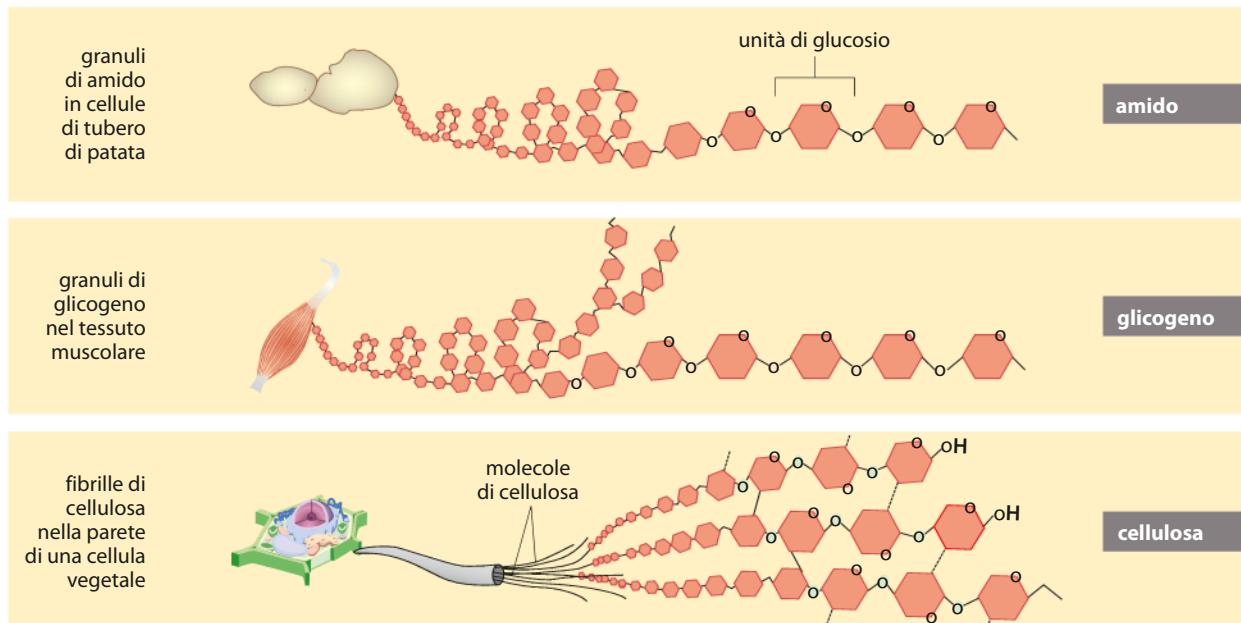
- ▶ La semplice sequenza degli amminoacidi di una proteina si chiama **struttura primaria** e viene indicata con la sigla di ciascun amminoacido che costituisce la sequenza (per esempio, Ala-Gly-Leu-Val-Lys-Lys ecc.).
- ▶ Particolari legami che si formano tra amminoacidi distanti tra loro lungo la sequenza formano la **struttura secondaria** della proteina, vale a dire la sua *formad tridimensionale*.
- ▶ Ulteriori ripiegamenti derivati da altri legami tra amminoacidi costituiscono la **struttura terziaria**, presente solo in alcune proteine che si devono legare, per la loro funzione, ad altre molecole specifiche.
- ▶ Infine, numerose proteine sono formate da più catene di amminoacidi legate tra loro a formare la **struttura quaternaria**, la più complessa, tipica per esempio dell'*emoglobina* (la proteina che trasporta l'ossigeno nel sangue).

**I carboidrati sono formati da monosaccaridi** • Chiamati anche *glucidi*, i carboidrati nei viventi svolgono un ruolo primario sia come «combustibili» (sostanze che forniscono energia) sia come sostanze strutturali. Sono formati da catene di atomi di carbonio variamente disposte ai quali sono legati idrogeno e ossigeno. Negli organismi viventi i carboidrati possono essere trasformati in grassi di riserva.

I carboidrati vengono classificati, in base al numero di molecole che contengono, in carboidrati *semplici* (o zuccheri) e carboidrati *complessi*. Tra i semplici, i **monosaccaridi** sono formati da un'unica molecola, mentre i **disaccaridi** sono formati da due molecole. Lo zucchero semplice più importante per i viventi è il monosaccaride *glucosio* ([figura 1.5](#)). Un disaccaride di cui facciamo uso quotidiano è il *saccarosio*, che si ricava dalla barbabietola da zucchero e dalla canna da zucchero ed è formato da una molecola di glucosio e una di *fruttosio* (monosaccaride contenuto nella frutta).

I carboidrati complessi, chiamati **polisaccaridi**, sono costituiti da numerose unità di zuccheri legati tra loro a formare catene molto lunghe, con centinaia o anche migliaia di unità ripetute. Alcuni polysaccaridi hanno funzione di riserva energetica, come l'*amido* nelle piante (per esempio nelle patate) e il *glicogeno*

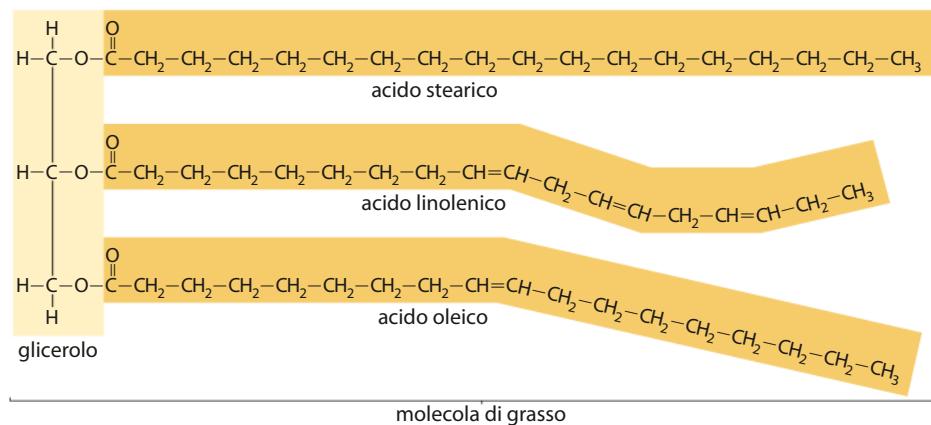
negli animali (nel fegato e nei muscoli). Alcuni carboidrati possono avere funzione strutturale, come nel caso della *cellulosa*, il principale componente del legno (**figura 1.6**).



**Figura 1.6** Tre esempi di carboidrati complessi, formati da numerose unità di glucosio organizzate in vario modo.

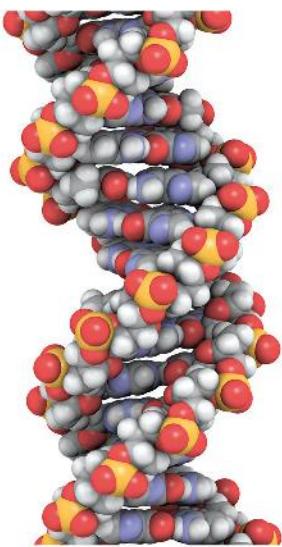
**I lipidi sono sostanze energetiche** • Sono le molecole di riserva per eccellenza e sono anche importanti per la loro funzione plastica, formando per esempio le membrane che delimitano ogni cellula. I lipidi sono formati da atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno organizzati in vario modo. In particolare, essi rappresentano una riserva di energia e, all'occorrenza, possono essere convertiti in carboidrati. Non si sciogliono in acqua e sono riconoscibili perché hanno consistenza «oleosa» (lasciano macchie di «unto», per esempio, su carta e tessuti). Vi sono diversi tipi di lipidi: i grassi, le cere, i fosfolipidi, i glicolipidi e gli steroidi.

► I grassi più comuni sono i **trigliceridi**, molecole complesse formate ciascuna da una molecola di *glicerolo* (o *glicerina*) legata a tre molecole di *acidi grassi* (**figura 1.7**). I grassi a temperatura ambiente possono essere solidi, come il burro e lo strutto, oppure liquidi, come l'olio di oliva e l'olio di semi.



**Figura 1.7** Esempio di una molecola di trigliceride formata dall'unione di una molecola di glicerolo con tre molecole di acidi grassi (in questo esempio: stearico, linolenico e oleico).

**Figura 1.8** Modello tridimensionale di un breve tratto di DNA, acido nucleico disposto in un doppio filamento ritorto.



- ▶ Le **cere** sono lipidi simili ai grassi. In natura si trovano soprattutto sulle penne degli uccelli o sulle foglie delle piante, che aiutano a proteggere e impermeabilizzare.
- ▶ I **fosfolipidi** e i **glicolipidi** sono lipidi che contengono, rispettivamente, fosforo e zuccheri; sono importanti nei viventi in particolare perché formano l'involucro di ogni cellula (*membrana plasmatica*), delimitandola dall'ambiente circostante e dalle altre cellule.
- ▶ Gli **steroidi** hanno la particolarità di essere formati da catene chiuse ad anello, contribuiscono anch'essi a formare le membrane cellulari e sono le molecole di partenza per la sintesi di numerosi *ormoni* (molecole che regolano molte funzioni dell'organismo). Lo steroide senz'altro più conosciuto è il *colesterolo*, presente esclusivamente nelle cellule animali.

**Gli acidi nucleici sono le molecole dell'informazione genetica** • Gli acidi nucleici sono grandi molecole che hanno il compito di contenere, trasportare e trasmettere tutte le informazioni circa le caratteristiche di ogni individuo, ossia le sue *caratteristiche genetiche*. È proprio grazie al lavoro degli acidi nucleici che le informazioni genetiche vengono tramandate dai genitori ai figli nel corso della riproduzione. L'altra fondamentale funzione degli acidi nucleici è quella di contenere tutte le informazioni necessarie per dirigere il funzionamento delle cellule dell'intero organismo.

Gli acidi nucleici sono il DNA (**>figura 1.8**) e l'RNA, di cui parleremo dettagliatamente nel Capitolo 2.

### Provaci tu

**PROTEINE, LIPIDI, CARBOIDRATI E ACIDI NUCLEICI** Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) o false (F).

- a. Le proteine sono formate solo da 20 tipi di amminoacidi. V  F
- b. Gli zuccheri si possono trasformare in grassi e viceversa. V  F
- c. Le proteine hanno soltanto funzione strutturale. V  F
- d. Il glicogeno è uno zucchero semplice. V  F
- e. Gli acidi nucleici sono necessari per trasmettere i caratteri ereditari dai genitori ai figli. V  F

### Lezione

# 3

## La cellula animale

**Tutti gli organismi viventi sono formati da cellule** • Ogni organismo vivente può essere formato da una o più cellule. Le **cellule** sono strutture altamente organizzate di dimensioni molto variabili: le più grandi sono le uova di struzzo (fino a 15 cm di diametro), mentre le più piccole, come quelle di alcuni batteri, sono lunghe un millesimo di millimetro. Quelle più complesse contengono al loro interno una serie di strutture molto sofisticate, chiamate **organuli** («piccoli organi»), che svolgono tutte le funzioni necessarie per la vita.

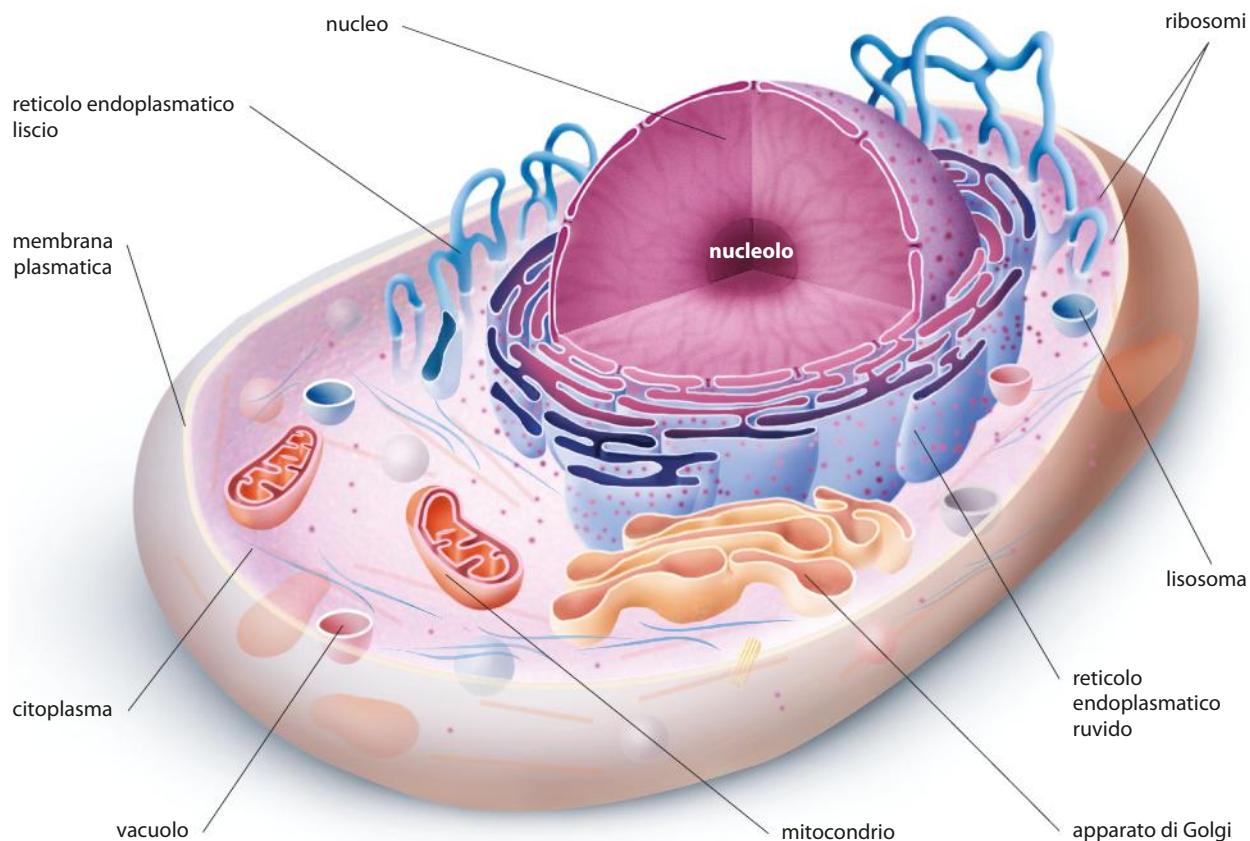
**Diversi tipi di cellule negli organismi** • La cellula è l'unità di base che definisce l'appartenenza di un organismo al mondo dei viventi, tuttavia, pur svolgendo funzioni simili, le cellule dei vari gruppi di organismi presentano delle diversità. Queste particolarità sono più evidenti se si confrontano le cellule degli organismi più semplici, costituiti da una sola cellula, con quelle delle piante o degli animali, e anche tra queste ultime due vi sono delle differenze sostanziali.

**Cellule procariotiche e cellule eucariotiche** • La prima grande suddivisione tra tipi di cellule è quella tra cellule procariotiche e cellule eucariotiche. I batteri e gli archei (forme viventi simili ai batteri ma con caratteristiche distinctive) sono formati da un'unica cellula (organismi *unicellulari*) del tipo più semplice, la **cellula procariotica**. Nell'insieme, quindi, batteri e archei sono chiamati **procarioti**.

Negli organismi più complessi dei procarioti, cioè i protisti (che comprendono i protozoi e le alghe), i funghi, le piante e gli animali, le cellule hanno una struttura più complessa. Sebbene protozoi, alghe e funghi presentino anche delle forme unicellulari, sono in gran parte *pluricellulari* (formati da molte cellule); piante e animali sono invece sempre pluricellulari. Tutti questi organismi sono formati da una o più cellule del tipo più complesso, le **cellule eucariotiche**, e nell'insieme sono chiamati **eucarioti**.

**I tre compartimenti della cellula** • La >[figura 1.9](#) illustra una cellula *animale* con alcuni organuli in evidenza; le cellule delle piante e quelle batteriche hanno alcune particolarità, che vedremo nella Lezione 4.

**Figura 1.9** Una tipica cellula animale, in cui sono evidenziati i tre elementi principali: la membrana plasmatica che ne delimita i confini, il citoplasma, che contiene vari organuli, e il nucleo.

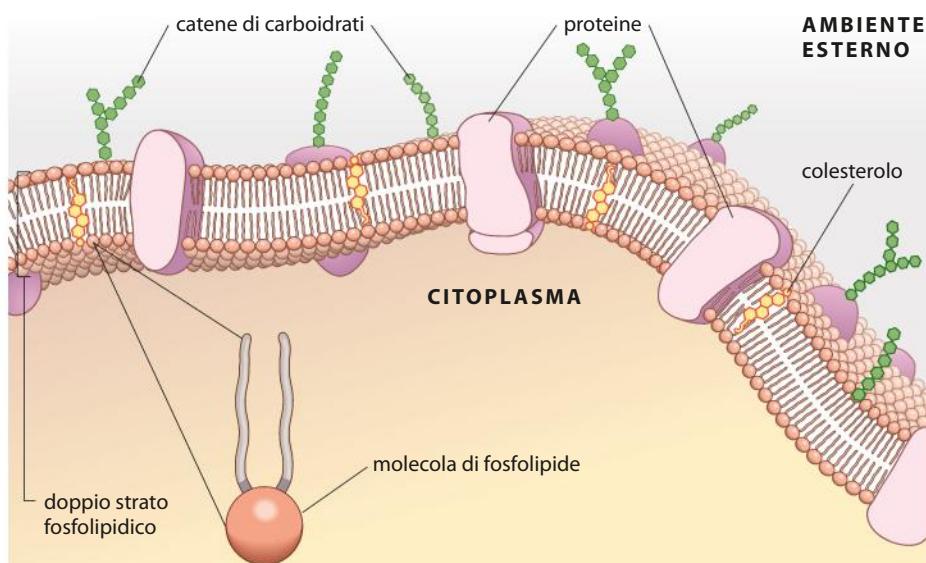


Le tre principali strutture della cellula animale «tipo», che definiscono i «compartimenti» cellulari, sono:

- ▶ la **membrana plasmatica**, che circonda e delimita la cellula;
- ▶ il **citoplasma**, che contiene i diversi organuli cellulari;
- ▶ il **nucleo**, che contiene il DNA e dirige le funzioni cellulari.

**La membrana plasmatica** • La **membrana plasmatica** delimita la cellula e ne regola gli scambi con l'esterno. È formata da un doppio strato di sostanze lipidee contenenti fosforo, i **fosfolipidi**, in mezzo ai quali si trovano numerose proteine e piccole quantità di **carboidrati** (che possono essere legati a proteine oppure essere contenute nei **glicolipidi**) (►figura 1.10). Ogni molecola di fosfolipide è formata da due parti: la «testa» è amante dell'acqua (*idrofila*) mentre la «doppia coda» non ama l'acqua (*idrofobica*). Per tali caratteristiche, ogni molecola di fosfolipide si dispone spontaneamente con le teste verso gli ambienti acquosi (citoplasma e ambiente esterno alla cellula) e le code a contatto tra loro (lontano dall'acqua), a formare il **doppio strato fosfolipidico** della membrana plasmatica, una struttura molto dinamica e non rigida. Le **proteine di membrana** hanno la funzione di regolare il trasporto delle diverse sostanze attraverso la membrana plasmatica, selezionando, lasciando passare e in alcuni casi anche trasportando attivamente le sostanze in entrata e in uscita dalla cellula.

**Figura 1.10** La membrana plasmatica è formata da un doppio strato di fosfolipidi (nel particolare una singola molecola di fosfolipide), proteine (in viola) e carboidrati (le catene in verde) legati alle proteine o sotto forma di glicolipidi; nel doppio strato fosfolipidico sono inserite alcune molecole di colesterolo (un lipide).

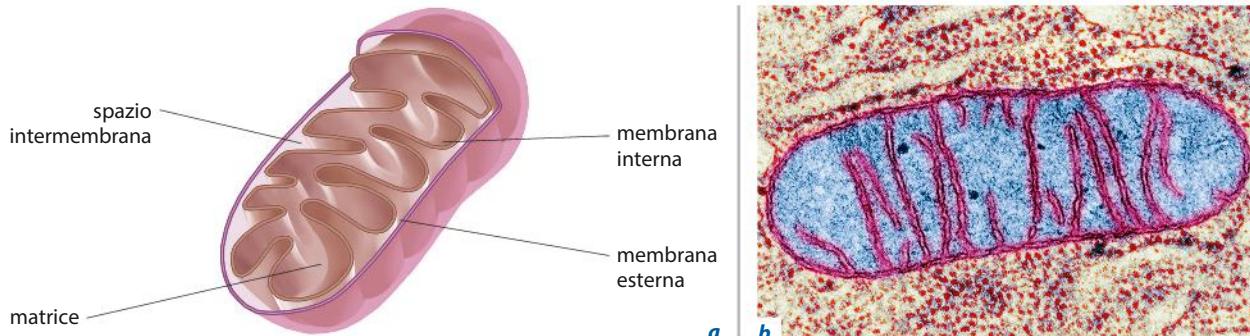


**Il citoplasma** • Il **citoplasma** è il compartimento dove si svolge la maggior parte delle attività cellulari e dove sono contenute tutte le sostanze necessarie al mantenimento della cellula. Al suo interno si svolgono la respirazione cellulare, la costruzione delle proteine, la fotosintesi, il riciclaggio dei materiali di scarto e molte altre funzioni. A queste attività sono deputati particolari organuli, ognuno dei quali ha un compito specifico: mitocondri, ribosomi, reticolo endoplasmatico, apparato di Golgi, lisosomi, perossisomi e citoscheletro.

- ▶ I **mitocondri** sono gli organuli dove avviene la respirazione cellulare e si produce l'energia necessaria per la cellula. La respirazione cellulare consiste in una serie di reazioni concatenate che parte dal glucosio e ne libera a piccole tappe l'energia chimica, rendendola disponibile per gli usi cellulari.

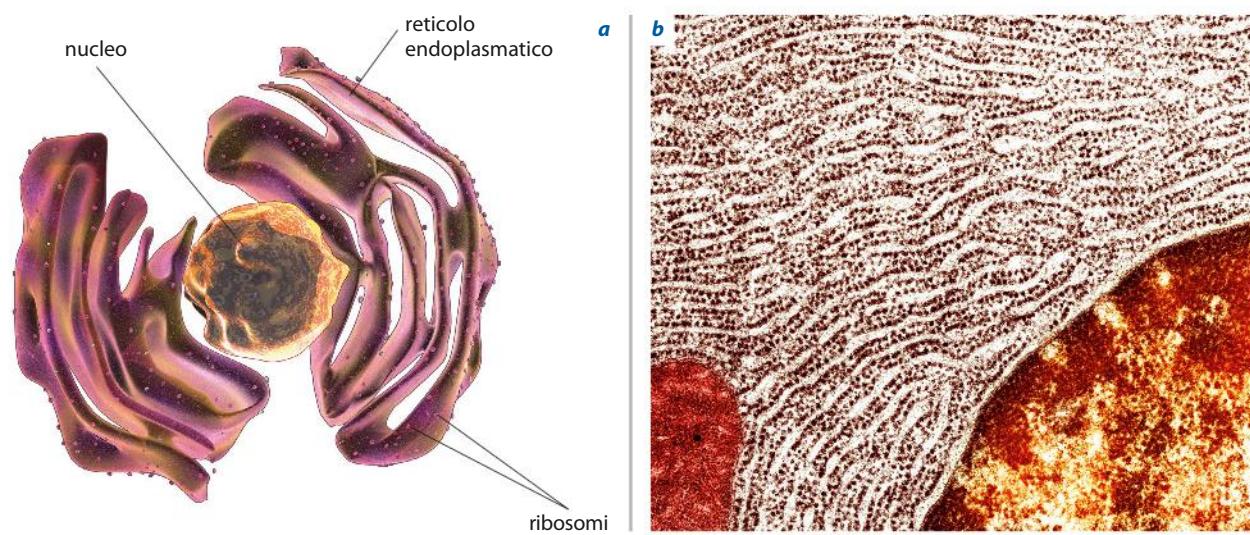


**Figura 1.11** *a)* Un mitocondrio, disegnato in sezione. *b)* Fotografia al microscopio di un mitocondrio; anche qui si vedono le creste formate dalla membrana mitocondriale interna.



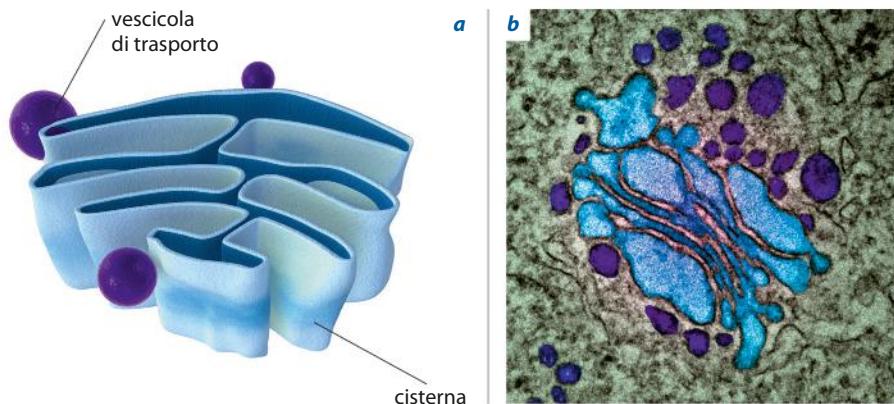
Per questo motivo, spesso i mitocondri vengono descritti come le «centrali energetiche cellulari». I mitocondri sono organuli a forma di fagiolo formati da una sistema di doppie membrane ripiegate all'interno per aumentare la superficie utile per la respirazione cellulare (**figura 1.11**). Sono dotati di un proprio DNA, chiamato DNA mitocondriale.

**Figura 1.12** *a)* Reticolo endoplasmatico ruvido costellato di ribosomi adiacente al nucleo di una cellula. *b)* Nella fotografia al microscopio, tutti i puntini più scuri sono ribosomi associati al reticolo endoplasmatico ruvido.



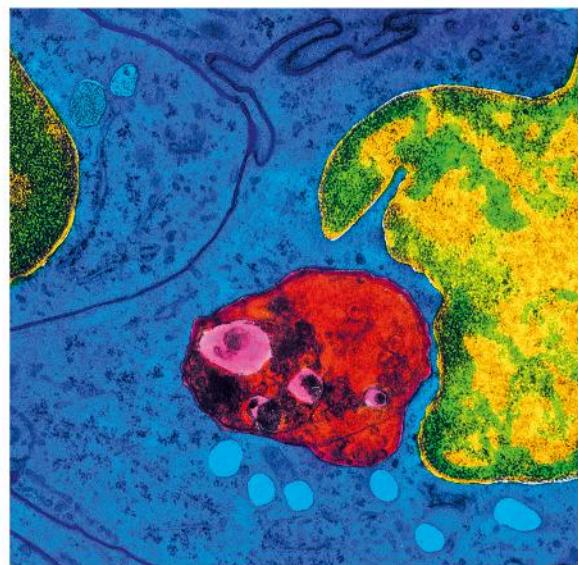
► L'**apparato di Golgi** è un ulteriore sistema di membrane a sacculi appiattiti, chiamate *cisterne*, il quale immagazzina, modifica e smista le sostanze prodotte dal reticolo endoplasmatico e circolanti nel citoplasma. Queste sostanze raggiungono l'apparato di Golgi dove vengono impacchettate all'interno di **vescicole di trasporto** (►figura 1.13). Queste sostanze possono essere anche riversate al di fuori della cellula attraverso la membrana plasmatica (*secrezione*).

**Figura 1.13** *a)* Modello dell'apparato di Golgi, formato da sacculi appiattiti (cisterne) e vescicole di trasporto. *b)* Fotografia al microscopio (in sezione), con le cisterne del Golgi in azzurro e in blu le vescicole che si spostano nei vari distretti del citoplasma.



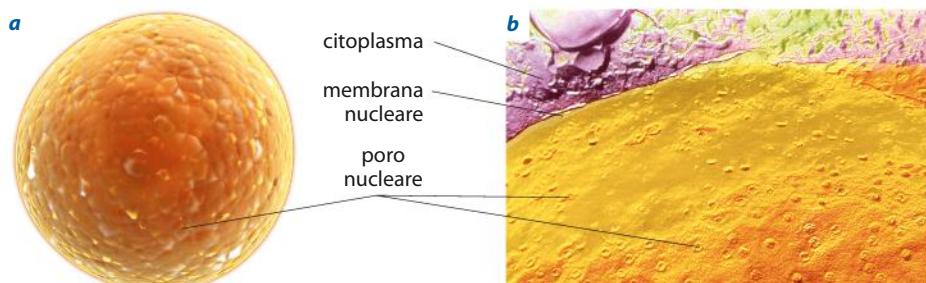
► I **lisosomi** sono sacculi ben delimitati prodotti dal reticolo endoplasmatico ruvido e dall'apparato di Golgi (►figura 1.14). Essi contengono proteine che hanno la funzione di digerire le sostanze all'interno della cellula. Ciò consente di riciclare le molecole derivate dagli organuli che hanno concluso la propria attività e contribuire a distruggere i batteri nocivi. I **perossisomi**, anch'essi derivati dal reticolo endoplasmatico ruvido, servono per demolire sostanze tossiche.

**Figura 1.14** Il lisosoma (vescicola in rosso) svolge funzioni di pulizia e riciclo delle sostanze circolanti nella cellula. Nella foto al microscopio si vedono le membrane plasmatiche di varie cellule (in nero) e i loro nuclei (giallo-verde)

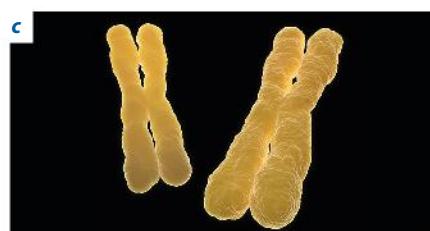


► Il **citoscheletro** (letteralmente, lo scheletro della cellula) rappresenta l'intelaiatura della cellula, una sorta di impalcatura interna composta da filamenti e tubuli (canalicolli) proteici che dà forma e consistenza (nella ►figura 1.9 il citoscheletro è illustrato come filamenti di vario colore).

**Il nucleo cellulare** • Il **nucleo** è l'organulo più voluminoso della cellula (vedi >[figura 1.9](#)) ed è delimitato da una propria *membrana nucleare*, attraversata da *pori nucleari* attraverso cui entrano ed escono le sostanze scambiate tra nucleo e citoplasma (>[figura 1.15a, b](#)). All'interno del nucleo è custodito il DNA, che normalmente si presenta sotto forma di una massa (come un gomitolo) di filamenti lunghi e sottili chiamata **cromatina**. Solo quando la cellula si prepara alla divisione la chromatina si avvolge intorno a delle particolari proteine e con esse si condensa a formare delle strutture molto più ordinate, compatte e riconoscibili, che si chiamano **cromosomi** (>[figura 1.15c](#)). Nel nucleo sono dunque contenute tutte le informazioni necessarie per il funzionamento della cellula e per la sua riproduzione. Una zona particolare del nucleo, chiamata **nucleolo**, ha il compito di produrre l'RNA ribosomiale necessario per la formazione dei ribosomi, che si trovano nel citoplasma.



**Figura 1.15** *a)* Immagine tridimensionale del nucleo cellulare e *b)* immagine al microscopio della membrana nucleare, con i pori nucleari in evidenza. *c)* Immagine tridimensionale di due cromosomi, le strutture che diventano visibili nel nucleo della cellula soltanto poco prima della divisione cellulare; sono formati da DNA e proteine fortemente condensate.



## Provaci tu

**A OGNI ORGANULO LA SUA FUNZIONE** Abbina ciascun organulo cellulare con la sua funzione principale, inserendo le lettere corrispondenti.

- Vi avviene la respirazione cellulare, da cui la cellula ricava energia.
- È il «centro direzionale» che coordina tutte le attività cellulari.
- Ha il compito di digerire le sostanze all'interno della cellula.
- Smista le sostanze prodotte dal reticolo endoplasmatico.
- È la sede della sintesi delle proteine.
- Forma un'impalcatura di sostegno che mantiene la forma della cellula.

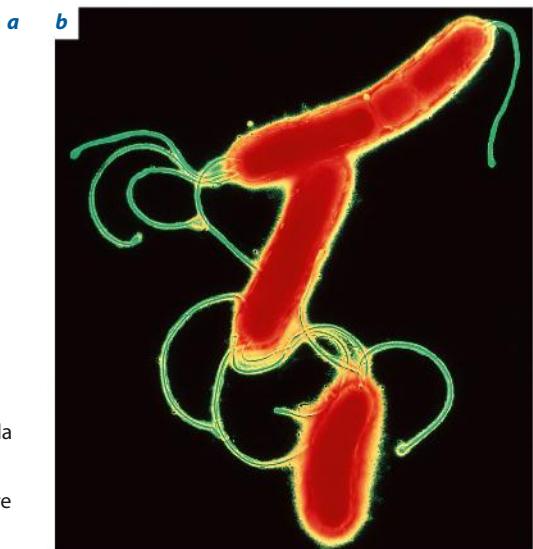
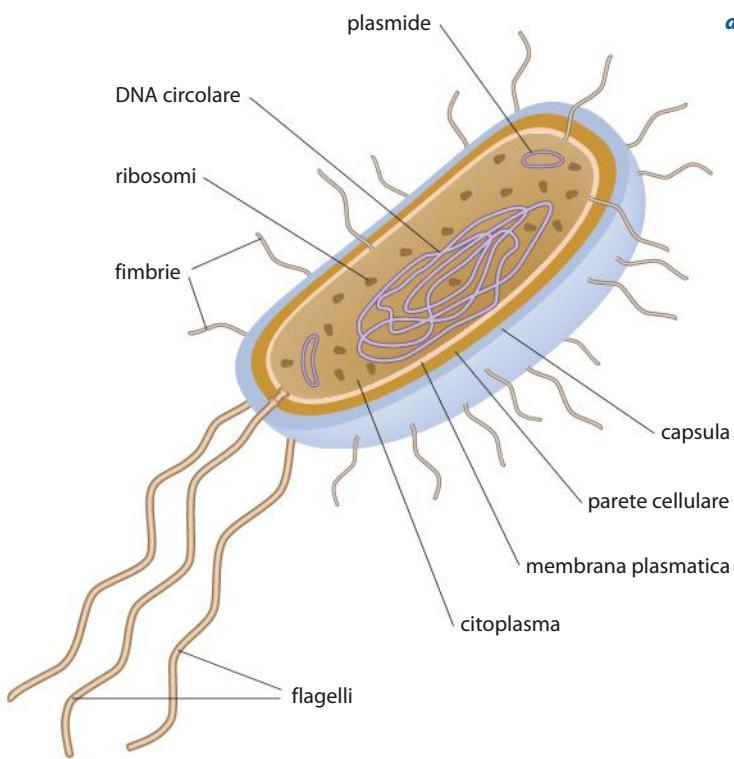
Organulo	Funzione
Apparato di Golgi	.....
Citoscheletro	.....
Lisosoma	.....
Mitocondrio	.....
Nucleo	.....
Ribosoma	.....

## Lezione 4

# La cellula procariotica e la cellula vegetale

**La cellula procariotica** • Le cellule procariotiche differiscono da quelle eucariotiche per diversi aspetti, che puoi anche apprezzare confrontando la >**figura 1.9** con la >**figura 1.16**:

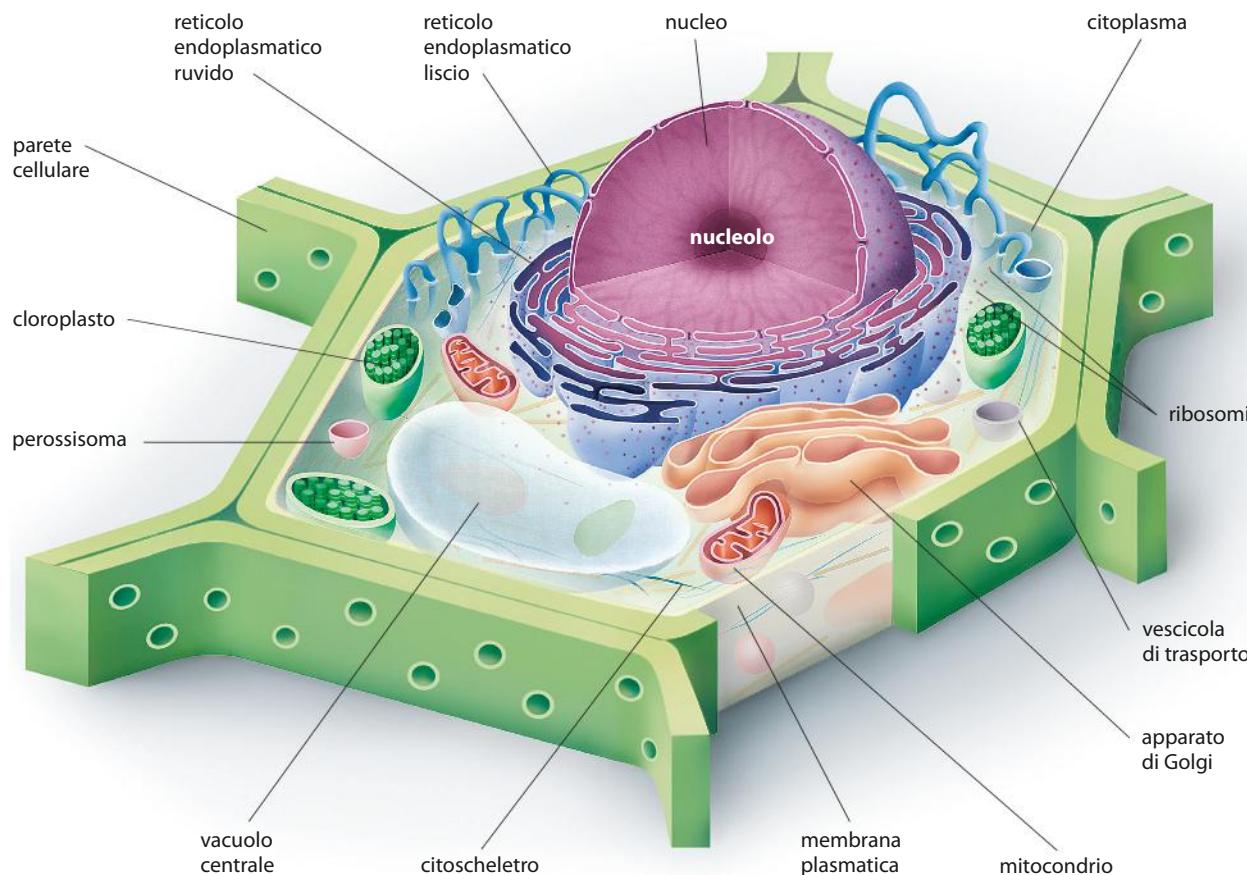
- ▶ sono molto più piccole (e più antiche) di quelle eucariotiche;
- ▶ non hanno un nucleo delimitato da una membrana;
- ▶ il loro DNA è formato da un unico filamento di forma *circolare*, mentre nelle cellule eucariotiche il DNA è *lineare* e, insieme a proteine, forma i cromosomi;
- ▶ hanno ribosomi (liberi nel citoplasma) di dimensioni inferiori rispetto a quelli delle cellule eucariotiche;
- ▶ non hanno né mitocondri né cloroplasti (gli organuli deputati alla fotosintesi);
- ▶ ogni cellula costituisce un organismo unicellulare (seppure talvolta uniti in colonie);
- ▶ all'esterno della membrana plasmatica sono circondate da una **parete cellulare** (che ha una composizione chimica diversa da quella presente nelle cellule eucariotiche dei funghi e delle piante); inoltre, la stessa parete può essere ulteriormente avvolta in una **capsula**.
- ▶ si riproducono per **scissione**, cioè la cellula, dopo avere raddoppiato il proprio DNA, si divide in due parti in seguito alla comparsa di un setto che suddivide il DNA tra le due parti (le cellule eucariotiche si riproducono invece mediante processi più complessi dei quali ci occuperemo nel Capitolo 3).



**Figura 1.16** a) Esempio di cellula procariotica (batterio), con alcune delle strutture peculiari non presenti nelle cellule eucariotiche: in particolare, il DNA circolare non racchiuso in un nucleo e la capsula. Inoltre, i ribosomi sono liberi nel citoplasma. b) Fotografia al microscopio di *Helicobacter pylori*: i flagelli rendono questo batterio in grado di muoversi rapidamente.

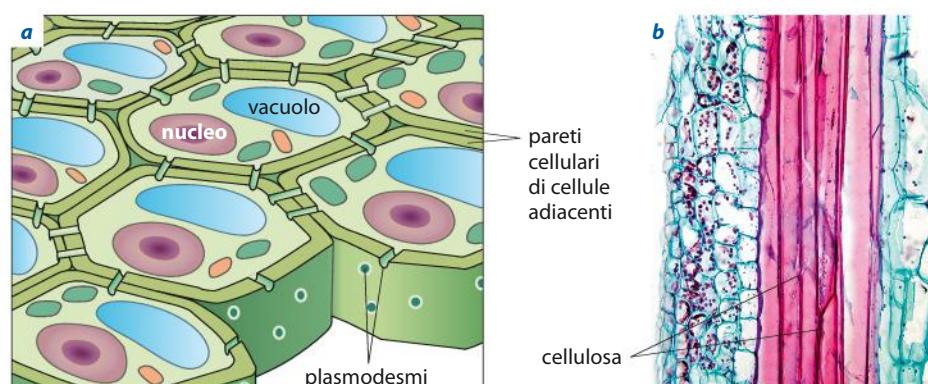


**Figura 1.17** Una tipica cellula vegetale, in cui sono evidenti sia gli organuli esclusivi deputati alla fotosintesi, i cloroplasti, sia la parete cellulare che circonda la membrana plasmatica e che conferisce all'intera cellula una forma più rigida di quella di una cellula animale.

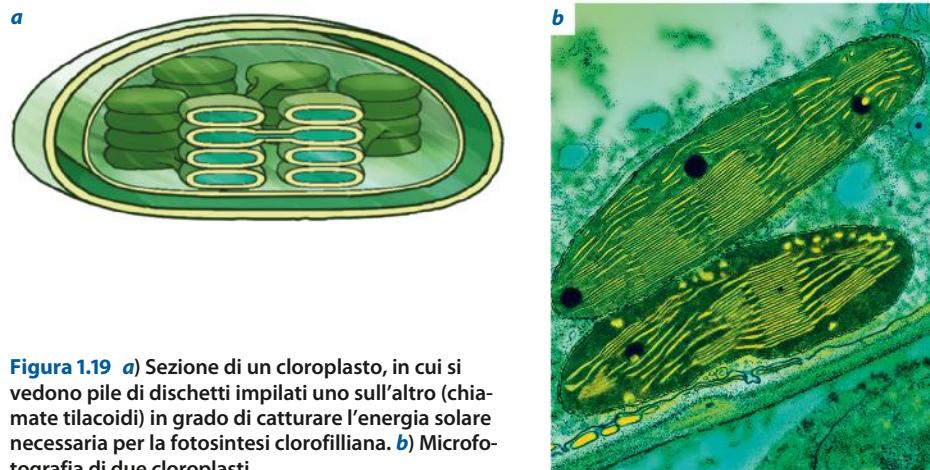


- ▶ La **parete cellulare** è disposta all'esterno della membrana cellulare ed è costituita principalmente da *cellulosa* (un carboidrato complesso); essa conferisce e mantiene la forma regolare delle cellule delle piante (**figura 1.18**).

**Figura 1.18** a) Aspetto di alcune cellule vegetali adiacenti (in sezione) in cui sono messe in evidenza le pareti cellulari contigue. In alcuni punti le cellule comunicano tra loro mediante piccoli canali, chiamati plasmodesmi, attraverso cui condividono acqua e altre molecole. b) Fotografia al microscopio di un fusto di pianta di zucca: in viola i lunghi fasci di cellulosa.



► I **cloroplasti** sono gli organuli deputati alla fotosintesi (le piante, come vedrai nella Lezione 5, sono organismi autotrofi), contenenti la *clorofilla*, un pigmento fotosintetico di colore verde (►figura 1.19). Oltre che nelle cellule delle piante i cloroplasti si possono trovare anche nelle cellule delle alghe. I cloroplasti (come anche i mitocondri) contengono un proprio materiale genetico (un DNA circolare simile a quello delle cellule procariotiche) e si riproducono per scissione.



► I **vacuoli** sono organuli circondati da una membrana, chiamata *tonoplasto*, nei quali vengono immagazzinate acqua e altre sostanze importanti per la vita della cellula, tra cui oli essenziali e resine. I vacuoli raggiungono dimensioni considerevoli, tanto che il *vacuolo centrale* può occupare gran parte del volume della cellula (►figura 1.20). Strutture simili ai vacuoli sono presenti anche in alcuni eucarioti unicellulari, come i parameci, dove prendono il nome di *vacuoli contrattili*. Nelle cellule degli animali si trovano strutture equivalenti, ma di dimensioni molto ridotte, chiamate *vescicole*. Riempendosi e svuotandosi, i vacuoli regolano anche il *turgore* («gonfiore») delle cellule vegetali.

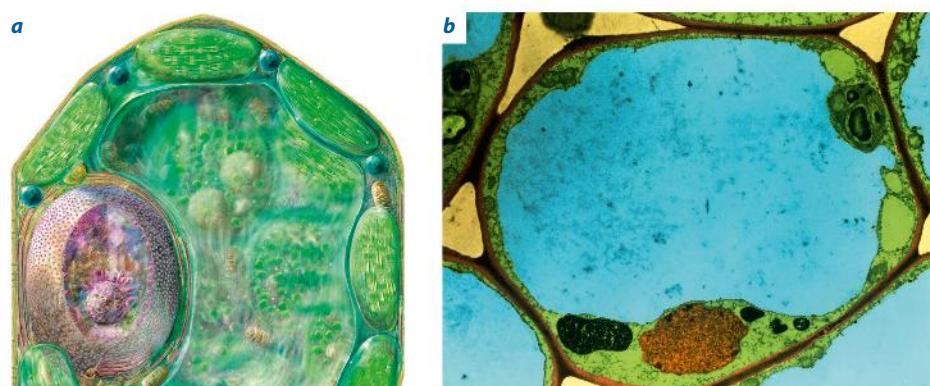


Figura 1.20 a) Modello di una cellula in sezione con un grande vacuolo centrale. b) I vacuoli sono grossi sacculi immersi nel citoplasma tipici delle cellule vegetali. Il vacuolo centrale, in azzurro nell'immagine al microscopio, svolge numerose funzioni, analoghe a quelle dei lisosomi delle cellule animali.

**Provaci tu**

**TIPI DI CELLULE** Scrivi nella seconda colonna, accanto a ogni caratteristica, il numero 1 o 2 a seconda che:

1. la caratteristica possa essere considerata un elemento che permette di distinguere le cellule procariotiche da quelle eucariotiche;
2. la caratteristica possa essere considerata un elemento che permette di distinguere le cellule delle piante da quelle degli animali.

Attenzione: in qualche caso sono applicabili entrambi i criteri 1 e 2, mentre in altri potrebbe non corrispondere nessuno dei due criteri.

Struttura del DNA	.....
Presenza dei cloroplasti	.....
Presenza della membrana plasmatica	.....
Presenza dei vacuoli	.....
Presenza della parete cellulare	.....

Lezione

**5**

## L'energia nei viventi

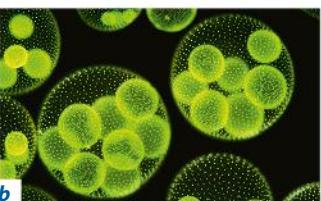
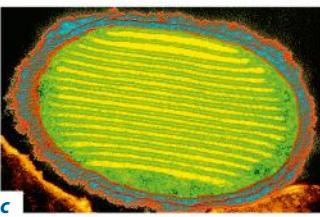
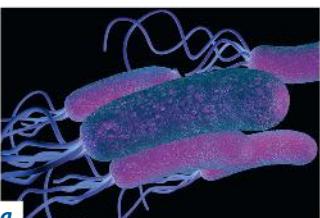
**Il glucosio è fonte di energia** • Per svolgere le loro funzioni vitali, gli organismi viventi hanno bisogno di energia. La forma di energia più utilizzata è quella chimica contenuta nel glucosio, uno zucchero semplice molto abbondante in natura. Esso viene prodotto nel corso della *fotosintesi* e consumato nel corso della *respirazione cellulare*, durante la quale si libera l'energia immagazzinata nel glucosio stesso.

**La fotosintesi produce glucosio** • La fotosintesi è una reazione complessa (una serie di reazioni concatenate) che si svolge grazie alla **clorofilla**, un pigmento (cioè una molecola colorata) presente principalmente nelle foglie delle piante, alle quali conferisce il caratteristico colore verde. Perché la fotosintesi possa avvenire è necessario che l'energia *luminosa* (la luce solare) inneschi la serie di reazioni che, a partire dal diossido di carbonio ( $\text{CO}_2$  o anidride carbonica) e l'acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), permette di ottenere glucosio ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e ossigeno sotto forma di gas ( $\text{O}_2$ ).

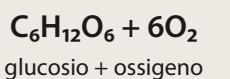


Il glucosio e l'ossigeno sono estremamente importanti per la vita: il primo è la principale molecola fonte di energia per i viventi, il secondo è necessario perché possa avvenire la respirazione cellulare in quasi tutti gli organismi viventi. Oltre che nelle piante, la fotosintesi avviene anche nelle alghe e nei batteri fotosintetici, le cui cellule contengono clorofilla e altri pigmenti fotosintetici.

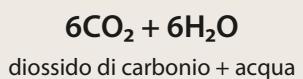
**Organismi autotrofi e organismi eterotrofi** • In merito alla capacità di produrre energia (per lo più mediante la fotosintesi) i viventi vengono suddivisi in organismi **autotrofi** e organismi **eterotrofi**.

Tipo di organismi	Caratteristiche
<b>ORGANISMI AUTOTROFI</b>  <b>a)</b>  <b>b)</b>  <b>c)</b> <b>a) Piante b) Alghe c) Batteri fotosintetici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organismi capaci di produrre le sostanze necessarie per il loro nutrimento in maniera autonoma, partendo da sostanze più semplici come il diossido di carbonio e l'acqua.</li> <li>Comprendono piante, alghe e batteri fotosintetici.</li> <li>In ecologia sono detti organismi <i>produttori</i>.</li> </ul>
<b>ORGANISMI ETEROTROFI</b>  <b>a)</b>  <b>b)</b>  <b>c)</b>  <b>d)</b> <b>a) Batteri b) Protozoi c) Funghi d) Animali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organismi incapaci di produrre le sostanze necessarie per il loro nutrimento, devono utilizzare quelle prodotte dagli organismi autotrofi.</li> <li>Comprendono batteri, protozoi, funghi e animali.</li> <li>In ecologia sono detti organismi <i>consumatori</i>.</li> </ul>

**La respirazione cellulare libera energia dal glucosio** • La respirazione cellulare è il più importante processo che permette agli organismi viventi di utilizzare l'energia chimica contenuta nel glucosio (il processo si chiama respirazione cellulare perché avviene all'interno delle singole cellule). Il glucosio è il «carburante» di questa reazione, la quale per procedere ha anche bisogno dell'ossigeno prodotto dalla fotosintesi. Questi reagenti vengono convertiti in diossido di carbonio e acqua (prodotti); in contemporanea, viene rilasciata energia di pronto uso per la cellula.



liberazione  
di energia →

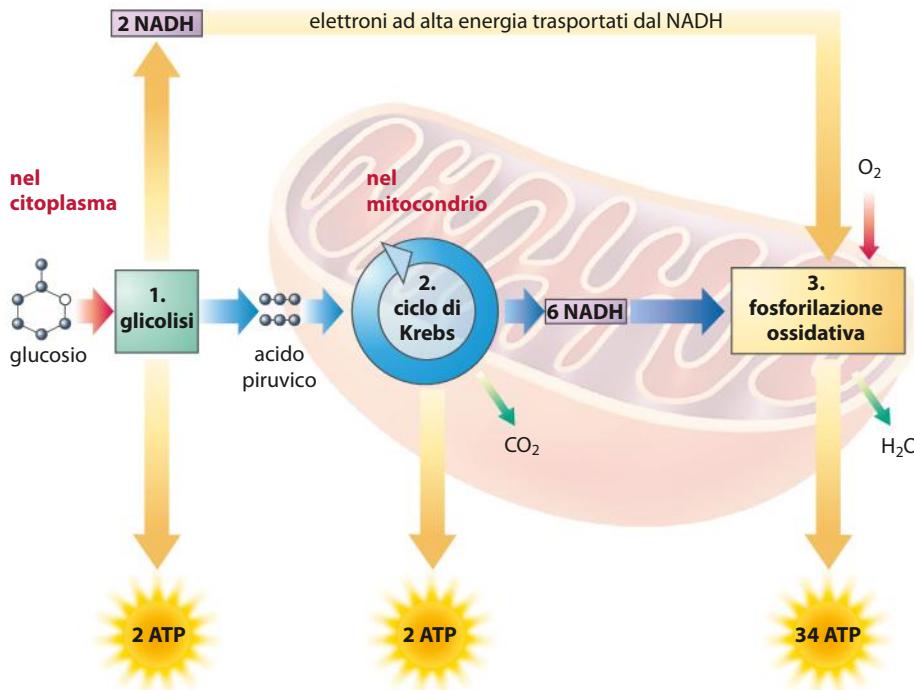


La liberazione dell'energia chimica contenuta nel glucosio avviene gradualmente, in più passaggi, mediante complesse reazioni a catena. Nel corso di queste fasi, ogni prodotto della reazione precedente diventa il reagente di quella successiva e ogni fase produce un certo numero di molecole di ATP (*adenosintrifosfato*). In ciascuna molecola di ATP è concentrata una buona dose di energia utile per le attività cellulari (il legame con il «gruppo fosfato», P, è altamente energetico). Al bisogno, la cellula è infatti in grado di liberare dall'ATP le «dosi» di energia da spendere.

Puoi seguire le tre fasi della respirazione cellulare nella **figura 1.21**:

- ▶ **Glicolisi.** In questa fase, che si svolge nel citoplasma cellulare) ciascuna molecola di glucosio (che ha sei atomi di carbonio) viene scissa in due molecole di acido piruvico (a tre atomi di carbonio), liberando una piccola quantità di energia chimica che viene immagazzinata nei *legami fosfato* ad alta energia di due molecole di ATP. Vengono anche prodotte due molecole di un altro composto, chiamato NADH, che entrerà in gioco nella terza fase del processo.
- ▶ **Ciclo di Krebs.** L'acido piruvico «entra» in un ciclo di reazioni a catena che si svolge nella matrice dei mitocondri, producendo altri due ATP e altri sei NADH; si libera diossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ).
- ▶ **Fosforilazione ossidativa.** Questa fase, che si svolge anch'essa nel mitocondrio, necessita della presenza di ossigeno ( $\text{O}_2$ ) e libera acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). È qui che si produce la massima quantità di ATP e quindi si immagazzina molta energia per i bisogni cellulari.

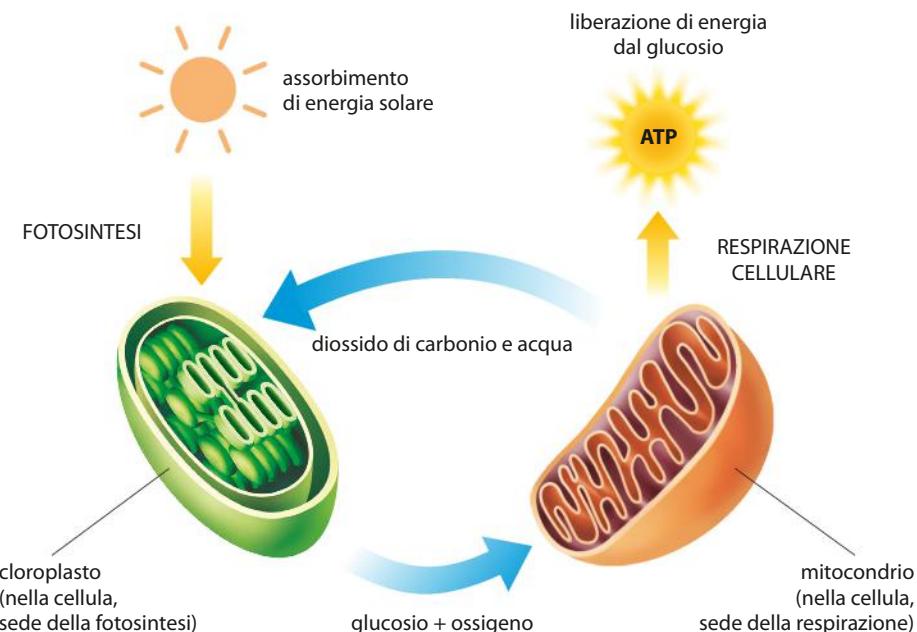
**Figura 1.21** Schema generale della respirazione cellulare suddivisa nelle sue tre fasi. La produzione totale di ATP è di 38 molecole per ogni molecola di glucosio consumata.



**La fermentazione avviene in assenza di ossigeno** • La respirazione cellulare viene svolta in ogni cellula sia degli organismi autotrofi sia di quelli eterotrofici. La maggior parte degli organismi vive infatti in presenza di ossigeno (organismi *aerobi*). Tuttavia, alcuni batteri (detti *anaerobi*) e alcuni funghi microscopici (i lieviti) riescono a vivere anche in assenza di ossigeno e producono energia

ricorrendo a un processo alternativo chiamato **fermentazione**. Rispetto alla respirazione cellulare, le molecole di acido piruvico prodotte dalla glicolisi non si avviano al ciclo di Krebs ma vengono trasformate per fermentazione in altre sostanze, come l'alcol etilico (*fermentazione alcolica*, per esempio nella produzione del vino e della birra) o l'acido lattico (*fermentazione lattica*, per esempio nella produzione di yogurt e formaggi).

**Confronto fra la fotosintesi e la respirazione cellulare** • La fotosintesi e la respirazione cellulare sono reazioni molto complesse con numerosi passaggi intermedi (nelle due formule generali appena viste sono indicati solo i reagenti e i prodotti finali). Si può comunque notare che i reagenti della fotosintesi (di ossigeno e acqua) corrispondono ai prodotti della respirazione cellulare, mentre i prodotti della fotosintesi (glucosio e ossigeno) corrispondono ai reagenti della respirazione. Anche dal punto di vista dell'assorbimento e della liberazione di energia il loro comportamento è *opposto*: infatti, la fotosintesi assorbe energia (dalla luce) mentre la respirazione la libera (dal glucosio).



### Provaci tu

**FOTOSINTESI E RESPIRAZIONE** Indica per ogni processo le caratteristiche che lo descrivono.

- a. È svolta solo dagli organismi autotrofi.
- b. È svolta sia dagli organismi autotrofi sia da quelli eterotrofi.
- c. Produce diossido di carbonio e acqua.
- d. La sua fonte di energia è la luce.
- e. Estrae energia dal glucosio.
- f. Richiede per il suo innesco particolari pigmenti, come la clorofilla.

Fotosintesi	Respirazione
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Lezione 6

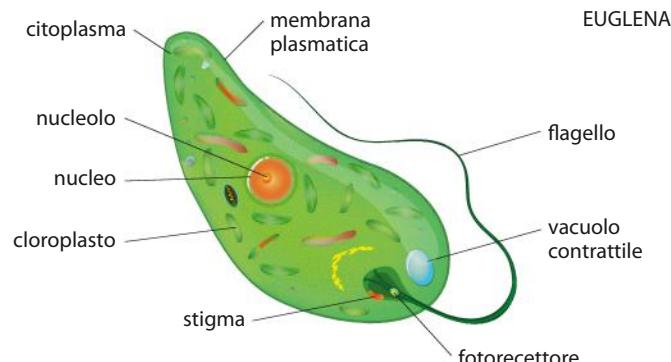
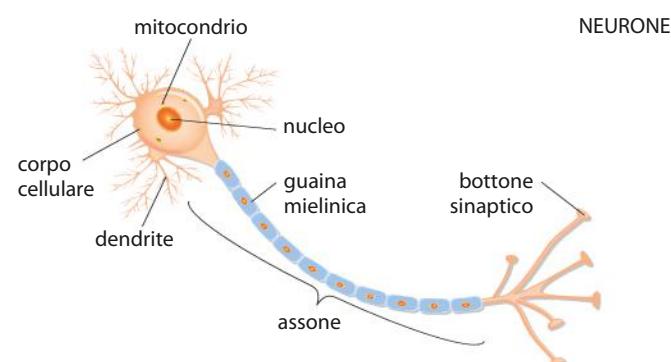
# Organismi unicellulari e organismi pluricellulari

**Caratteristiche degli organismi unicellulari e pluricellulari** • Si chiamano organismi **unicellulari** quelli formati da una sola cellula, mentre quelli formati da più cellule sono detti organismi **pluricellulari**. Sono unicellulari:

- ▶ tutti i procarioti, cioè i batteri (tra cui quelli fotosintetici) e gli archei;
- ▶ tra gli eucarioti, i protozoi (come le amebe e i parameci), alcune alghe (come l'euglena) e alcuni funghi (come i lieviti).

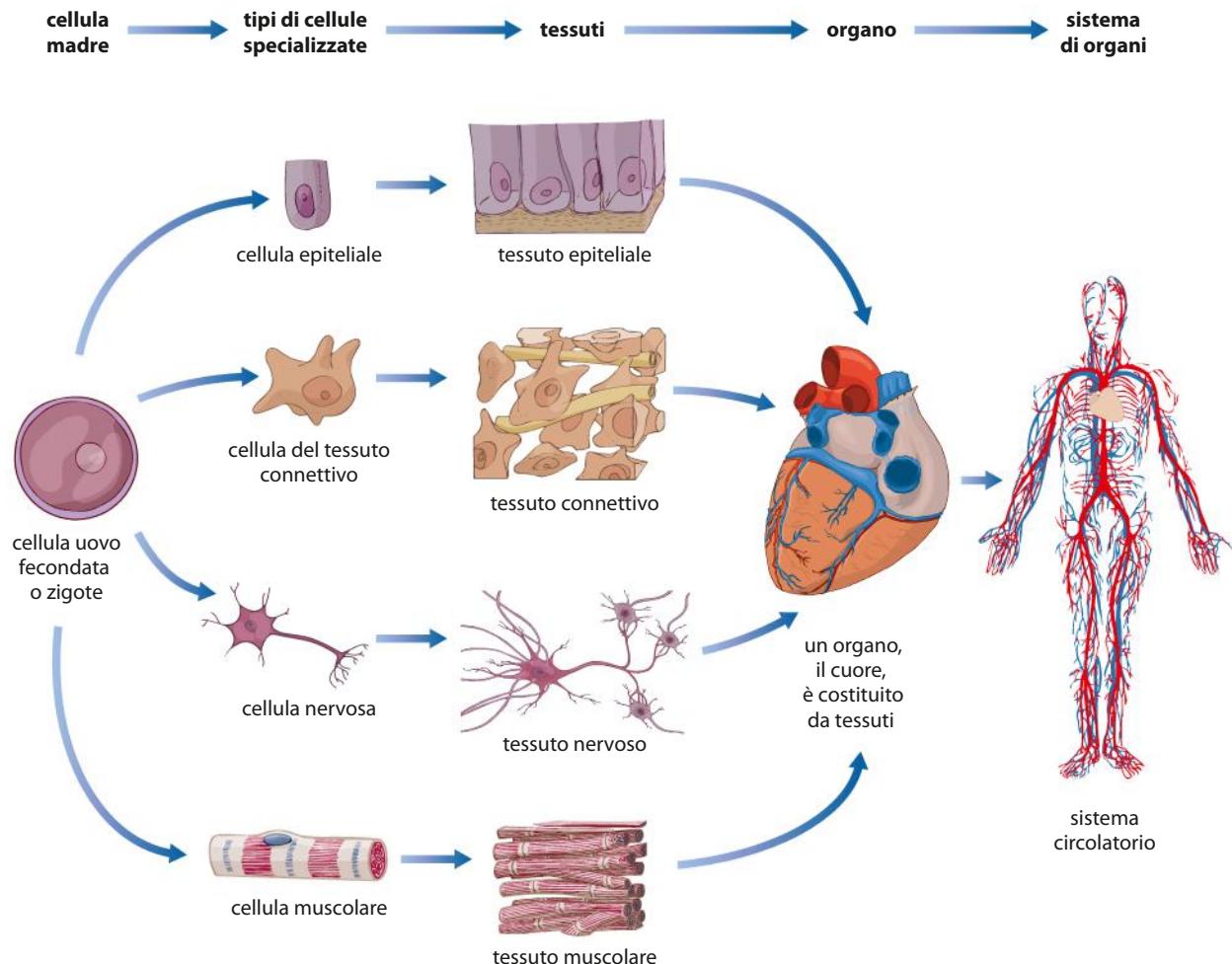
Diversamente, tutti gli animali e tutte le piante, oltre a molti protisti e funghi, sono organismi pluricellulari.

Indipendentemente dal fatto che gli organismi unicellulari siano costituiti da cellule procariotiche o eucariotiche, essi differiscono per alcuni aspetti funzionali di base da tutti gli organismi pluricellulari.

Tipo di organismi	Caratteristiche	Esempi
<b>Unicellulari</b>	Una singola cellula svolge tutte le funzioni necessarie per la vita e la riproduzione dell'organismo.	<p>La singola cellula è dotata di strutture che le consentono di muoversi (ciglia o flagelli) e di svolgere tutte le altre funzioni, compresa quella riproduttiva. Nel disegno, un'euglena (<i>Euglena viridis</i>), un'alga unicellulare che contiene cloroplasti e svolge la fotosintesi.</p>  <p><b>EUGLENA</b></p>
<b>Pluricellulari</b>	Negli organismi pluricellulari le singole cellule possono andare incontro a <b>differenziazione</b> , cioè specializzarsi per svolgere compiti particolari e perdere la capacità di svolgerne altri. Nei protisti e nei funghi, anche negli organismi pluricellulari, non si ha la differenziazione e le singole cellule non si specializzano.	<p>Presenti negli animali, i neuroni sono cellule specializzate per la conduzione degli impulsi nervosi. In un organismo complesso le funzioni che i neuroni non sono in grado di assolvere sono svolte da altre cellule a loro volta specializzate.</p>  <p><b>NEURONE</b></p>

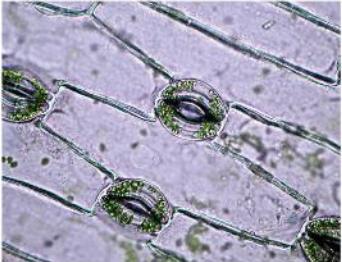
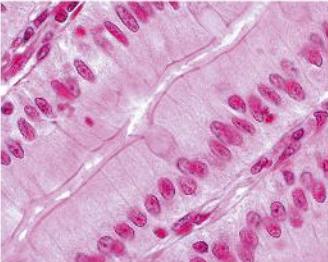
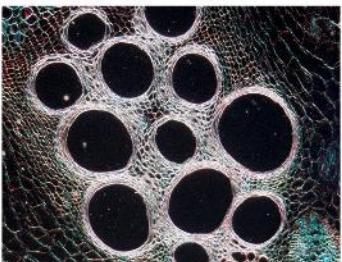
**Figura 1.22** Organizzazione generale degli organismi pluricellulari più complessi, dalla singola cellula all'intero organismo. È preso come esempio l'organizzazione del sistema circolatorio degli esseri umani.

**L'organizzazione degli organismi pluricellulari** • Un organismo pluricellulare, in generale, svolge le stesse funzioni di uno unicellulare, seppure in modo più elaborato. In particolare, nelle piante e negli animali le cellule sono specializzate a svolgere precise funzioni, e sono organizzate in **tessuti**, che formano **organi**, a loro volta parte di **apparati** o di **sistemi** di organi. In altre parole, l'organizzazione del corpo degli organismi pluricellulari è molto ben differenziata per struttura e funzione (**>figura 1.22**).



**I tessuti sono costituiti da cellule specializzate** • I **tessuti** delle piante e degli animali sono formati da gruppi di cellule specializzate, in grado di svolgere particolari funzioni *in modo coordinato*. Non tutti gli organismi pluricellulari, però, contengono tessuti: molte alghe, per esempio, pur essendo pluricellulari non formano veri e propri tessuti ma solo aggregati di cellule. Le cellule che fanno parte di un tessuto hanno caratteristiche molto simili fra loro, corrispondenti alla funzione per la quale sono specializzate. Anche se perdono la capacità di svolgere altre funzioni particolari, esse mantengono comunque le capacità necessarie per la loro sopravvivenza e, nella maggior parte dei casi, quelle necessarie alla loro riproduzione.

Confrontiamo adesso due tipi di tessuti (di rivestimento e di sostegno) negli animali e nelle piante:

<b>Tessuti di rivestimento</b>	Sono formati da cellule strettamente addossate, senza spazi fra una e l'altra ( <b>a</b> e <b>b</b> ). Questa compattezza protegge e isola i tessuti interni.		
<b>Tessuti di sostegno</b>	Le cellule sono contenute in strutture rigide. Nelle piante ( <b>c</b> ) la parete cellulare è inspessita, mentre nel tessuto osseo ( <b>d</b> ) le cellule sono immerse in una matrice compatta.		

Più tessuti possono concorrere a formare un organo specializzato per un ruolo complesso.

**Gli organi sono fatti di più tessuti** • Negli organismi unicellulari tutte le funzioni vitali sono svolte dagli organuli presenti nella stessa cellula. In quelli pluricellulari i tessuti sono assemblati in modo da formare gli **organi**, i quali svolgono funzioni specializzate complesse. Per esempio, nel caso della digestione, negli organismi pluricellulari sono presenti vari organi (composti da diversi tessuti), ognuno dei quali svolge un particolare compito: lo stomaco è un organo che effettua la prima demolizione delle proteine, contiene e rimescola il cibo e lo ri-versa nell'intestino, altro organo che prosegue la digestione. Per svolgere queste funzioni, lo stomaco è costituito da tessuti di tipo diverso: quello ghiandolare produce sostanze che degradano le proteine, quello muscolare permette il rime-scolamento del cibo.

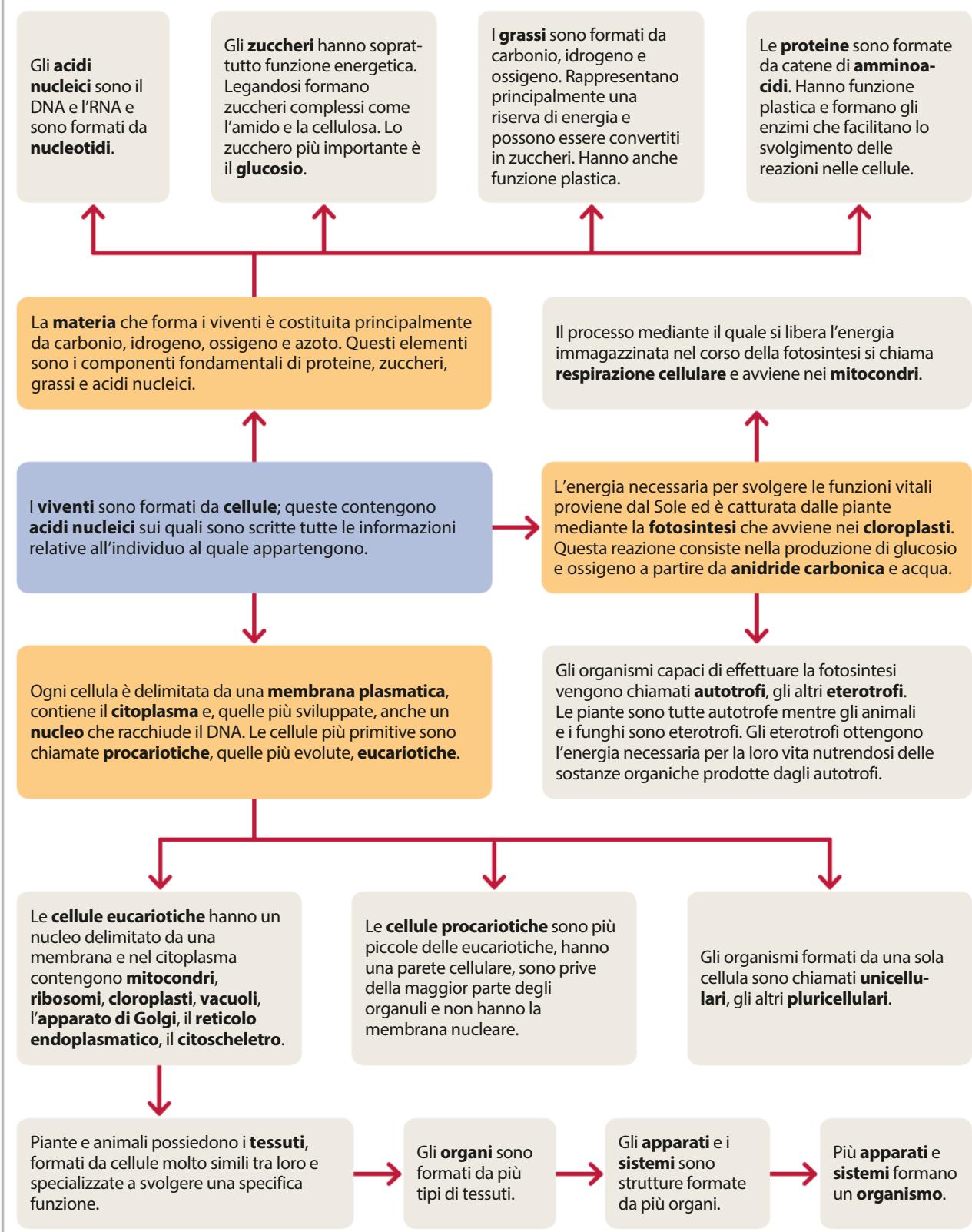
**Gli apparati e i sistemi sono fatti di più organi** • Un insieme di tessuti e or-gani che collaborano fra loro per svolgere una definita funzione forma un **ap-parato** o un **sistema**. L'apparato digerente, per esempio, è formato da più or-gani ognuno dei quali svolge una particolare funzione: all'interno dello stomaco avviene la prima demolizione delle proteine, che viene completata in un altro organo, l'intestino, con l'ausilio di altri organi (fegato, pancreas, ecc.).

### Provaci tu

**ORGANIZZAZIONE DEGLI ORGANISMI PLURICELLULARI** Sapendo che lo schema si riferisce a un organismo pluricellulare complesso, completalo inserendo i termini mancanti. Ogni freccia dello schema significa «formano». Attenzione: in uno dei riquadri si possono inserire due termini diversi.



# Mappa di sintesi



# Conoscenze e competenze

## ● Lezione 1

**ESERCIZIO 1** Completa il testo sottolineando i completamenti corretti da scegliere tra quelli indicati in parentesi.

Le strutture ordinate sono presenti (**solo negli organismi viventi/sia negli organismi viventi sia nel mondo non vivente/solo nel mondo non vivente**). Le dimensioni degli organismi viventi sono (**simili/molto diverse**). Gli organismi viventi si somigliano tra loro più nell'aspetto (**delle parti microscopiche/esteriore**). Gli acidi nucleici sono importanti per gli organismi viventi perché contengono (**informazioni/sostanze nutritive**). La composizione e la struttura degli acidi nucleici sono (**diverse/simili**) nei vari organismi viventi.

## ● Lezione 2

**ESERCIZIO 1** Scrivi per ogni caratteristica il tipo di biomolecola alla quale si riferisce tra:

proteine – acidi nucleici – lipidi – carboidrati

**Attenzione: qualche caratteristica può essere valida per più di un tipo di biomolecola.**

- a. .... : hanno funzione energetica e strutturale.
- b. .... : hanno funzione strutturale e funzionale.
- c. .... : le loro unità costitutive sono gli amminoacidi.
- d. .... : le loro unità costitutive sono i nucleotidi.
- e. .... : contengono informazioni che vengono trasmesse.
- f. .... : ne è un esempio la cellulosa.

## ● Lezione 3

**ESERCIZIO 1** Scrivi accanto a ognuna delle seguenti definizioni l'elemento cellulare corrispondente.

- a. .... : sintetizzano le proteine.
- b. .... : hanno il compito di rifornire di energia la cellula.
- c. .... : delimita la cellula.
- d. .... : principali componenti della membrana plasmatica.

- e. .... : sulla sua membrana sono attaccati i ribosomi.

- f. .... : parte della cellula eucariotica contenente tutte le informazioni.

## ● Lezione 4

**ESERCIZIO 1** Indica con delle crocette quali sono gli elementi che permettono di differenziare le cellule eucariotiche da quelle procariotiche.

Elementi di distinzione

- a. Presenza di un nucleo delimitato da una membrana.
- b. Presenza della membrana plasmatica.
- c. Possibilità di formare organismi pluricellulari.
- d. Presenza di mitocondri.
- e. Presenza di una parete cellulare.

Sì	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ● Lezione 5

**ESERCIZIO 1** Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (v) o false (f).

- a. La fotosintesi consuma diossido di carbonio. V F
- b. Le piante di giorno utilizzano l'energia luminosa mediante la fotosintesi e di notte l'energia chimica mediante la respirazione cellulare. V F
- c. La respirazione cellulare avviene solo negli organismi eterotrofi. V F
- d. La fotosintesi è svolta solo dalle piante. V F
- e. Tutti gli organismi viventi hanno bisogno di ossigeno per vivere. V F

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

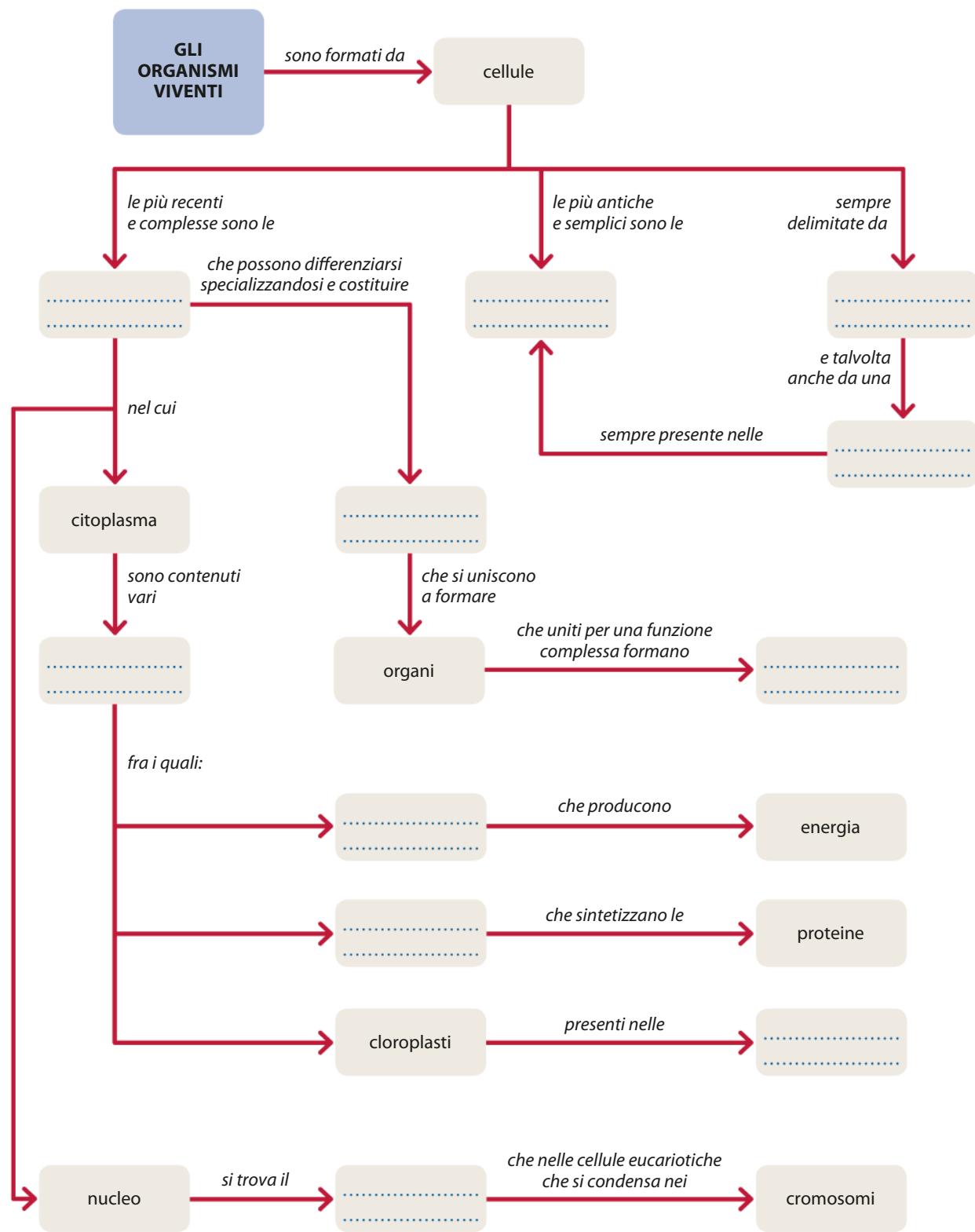
## ● Lezione 6

**ESERCIZIO 1** Completa il testo seguente sottolineando i termini corretti da scegliere fra quelli indicati nelle parentesi.

Gli organismi più sviluppati sono formati da cellule (**procariotiche/eucariotiche**). Negli organismi (**unicellulari/pluricellulari**) la singola cellula ha la capacità di svolgere tutte le funzioni necessarie per la vita dell'organismo; in questo tipo di organismi (**si svolge/non si svolge**) il fenomeno della differenziazione. I tessuti sono formati da insiemi di cellule con caratteristiche (**simili/diverse**). Un organo è formato da tessuti (**simili/diversi**) fra loro.

## ● Sviluppo delle competenze

### COMPLETA LA MAPPA



**L'ENERGIA NEI VIVENTI**

- 1) Collega con delle frecce le tre immagini in modo da rappresentare il flusso di energia tra gli elementi illustrati.



- 2) Sopra ogni collegamento indica in che forma si trova l'energia che viene trasmessa.
- 3) Indica come si chiamano i processi di trasformazione dell'energia che vengono effettuati dai due tipi di organismi (animale e pianta).

4) Indica quale processo libera diossido di carbonio e quale processo lo assorbe.

5) Indica quale processo libera ossigeno e quale processo lo assorbe.

**LE CELLULE E I TESSUTI** Spiega se le seguenti affermazioni sono corrette o sbagliate motivando sempre la risposta.

- 1) L'ingresso e l'uscita delle sostanze nella cellula è regolato dalla parete cellulare e dalla membrana plasmatica. Tutte le sostanze utili attraversano liberamente queste due strutture senza che la cellula intervenga attivamente.

4) I tessuti sono formati da cellule simili specializzate a svolgere principalmente una particolare funzione. Un organo è formato da un solo tipo di tessuto.

- 2) Le cellule procariotiche hanno un DNA circolare che si trova racchiuso dentro un nucleo.

5) Tutti gli organismi svolgono più o meno le stesse funzioni; negli unicellulari a tutte queste funzioni provvede una singola cellula, nei pluricellulari intervengono diversi organi.

- 3) Tutti gli organismi pluricellulari sono formati da cellule eucariotiche organizzate in tessuti.