



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



## INSEGNAMENTO DI BIOLOGIA (6 CFU)

**Lingua di Insegnamento:** Italiano

**Prerequisiti:** sono richieste conoscenze di matematica, fisica, chimica e biologia che rispondono alla preparazione promossa dalle istituzioni scolastiche che organizzano attività educative e didattiche coerenti con le Indicazioni nazionali per i licei e con le Linee guida per gli istituti tecnici e per gli istituti professionali.

### Obiettivi Generali del Corso Integrato

L'insegnamento di Biologia ha l'obiettivo di fornire agli studenti una preparazione solida e integrata sui fondamenti della biologia, quale base indispensabile per la comprensione dei processi fisiologici e patologici, affrontati nei successivi insegnamenti dell'area biomedica.



## Accesso al Corso di laurea magistrale a ciclo unico in Medicina veterinaria – 2026/2027

L'accesso al Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Medicina Veterinaria (Classe LM-42) – a partire dal 2025 – prevede lo svolgimento di un **semestre filtro ad accesso libero** composto dai seguenti insegnamenti, a cui sono assegnati 6 crediti formativi (CFU) ciascuno:

1. Chimica e propedeutica biochimica;
2. Fisica;
3. Biologia.

Al termine del semestre filtro, gli studenti dovranno aver sostenuto almeno una prova d'esame per ciascun insegnamento e averne superata almeno una con un punteggio minimo di 18/30.

+ Iscrizione al semestre filtro: le procedure operative

+ I Corsi di studio affini dell'Università di Teramo sono:

+ Open Day

- Le lezioni del semestre filtro

Le lezioni si terranno dal **1° settembre al 13 novembre 2026** presso l'Aula 5 del Polo "S. Spaventa" - Campus "A. Saliceti".

Insegnamenti: Chimica e propedeutica biochimica, Fisica, Biologia (6 CFU ciascuno)  
Frequenza obbligatoria (direttive UE 2005/36/CE e 2013/55/UE)

In allegato la guida al caricamento delle presenze delle lezioni.

 Scarica il calendario (105 KB)

 Guida al caricamento delle presenze (831 KB)

+ I Syllabus e le piattaforme di preparazione

+ Modalità di svolgimento degli esami per Medicina Veterinaria

+ Calendario assegnazioni e immatricolazioni

+ Riferimenti normativi

+ Accesso 2025

Ultimo aggiornamento: 01-09-2026

# Biologia

Il programma strutturato con gli obiettivi di ogni insegnamento, sono state predisposte da un'apposita commissione di esperti e allegate al DM 418.

[https://www.unite.it/UniTE/Accesso\\_al\\_Corso\\_di\\_laurea\\_magistrale\\_a\\_ciclo\\_unico\\_in\\_Medicina\\_veterinaria/](https://www.unite.it/UniTE/Accesso_al_Corso_di_laurea_magistrale_a_ciclo_unico_in_Medicina_veterinaria/)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



## Biologia

### Possibili testi di riferimento

**Tutti i libri di testo disponibili in commercio sono ritenuti validi, in particolare quelli più nuovi e quelli che hanno già una notevole diffusione nazionale. Tra questi ultimi si ricordano:**

1. Bruce Alberts, et al., Biologia molecolare della cellula, 7e - Zannichelli Edizioni
2. Bruce Alberts, Karen Hopkin, Alexander Johnson, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter. L'essenziale di biologia molecolare della cellula, 6e - Zannichelli Edizioni
3. Riccardo Alessandro, Cecilia Bucci, Silvia Fasano. Manuale di Biologia e Genetica per il semestre filtro, Edises Edizioni

### Edizioni più recenti



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



## ***Modalità di verifica dell'apprendimento***

Art. 8

*(Definizione del punteggio, valutazione d'esame e rinuncia)*

1. Gli esami di profitto relativi agli insegnamenti di cui all'articolo 6, comma 2, sono valutati in trentesimi, oltre alla lode a cui è attribuito il valore di un punto. Ai fini dell'inserimento nelle graduatorie di cui all'articolo 10, il punteggio è attribuito come segue:

- 1 punto per ogni risposta esatta;
- 0 punti per ogni risposta omessa;
- meno 0,1 (- 0,1) punti per ogni risposta errata.

2. Per la valutazione complessiva dei tre esami di profitto di cui al comma 1, sono attribuiti al massimo novantatré (93) punti.

3. Ai fini della determinazione del voto d'esame per la carriera dello studente, i punteggi conseguiti negli esami di profitto sostenuti durante il semestre filtro si arrotondano all'unità più prossima solo qualora lo studente abbia superato l'esame conseguendo un punteggio uguale o superiore a diciotto su trenta (18/30).

4. Nel caso in cui lo studente sostenga entrambe le prove calendarizzate per il medesimo insegnamento, ai fini della determinazione del punteggio prevale automaticamente la prova in cui lo studente ha conseguito il punteggio più elevato, purché sia pari o superiore a diciotto su trenta (18/30).

5. Entro il giorno successivo alla pubblicazione degli esiti della seconda prova lo studente è tenuto a manifestare la propria volontà di accettare o rifiutare la votazione conseguita in ciascun insegnamento per il quale abbia riportato una votazione pari o superiore a diciotto su trenta (18/30). In mancanza di espressa manifestazione di volontà nel termine di cui al periodo precedente, la votazione si intende accettata. La votazione accettata rileva ai fini dell'inserimento e della collocazione dello studente nelle graduatorie di merito nazionali di cui all'articolo 10.

6. Il rifiuto della votazione determina, in caso di utile collocazione nelle graduatorie di merito nazionali, l'obbligo di conseguire i crediti formativi con riferimento al relativo insegnamento, presso l'ateneo di assegnazione secondo le modalità previste dagli articoli 12 e 13.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



## Orari delle lezioni

CLM Medicina veterinaria - Lezioni SEMESTRE FILTRO A.A. 2026/2027 **AULA 5 POLO DIDATTICO "SILVIO SPAVENTA" - CAMPUS A. SALICETI - COLLEPARCO**  
(dal 1° settembre al 13 novembre 2026 - 11 settimane di lezione)

| ORA          | LUNEDI'                                             | MARTEDI'                                            | MERCOLEDI'                                          | GIOVEDI'               | VENERDI'               |
|--------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 8,30-9,30    |                                                     |                                                     |                                                     | Fisica (sett. 1 - 11)  | Fisica (sett. 1 - 9)   |
| 9.30 - 10,30 | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 2 - 11) | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 1 - 11) | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 1 - 11) | Fisica (sett. 1 - 11)  | Fisica (sett. 1 - 11)  |
| 10,30-11,30  | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 2 - 11) | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 1 - 11) | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 1 - 11) | Biologia (sett. 1- 11) | Fisica (sett. 1 - 11)  |
| 11,30-12,30  | Biologia (sett. 2- 11)                              | Chimica e Propedeutica Biochimica<br>(sett. 1 - 11) | Fisica (sett. 1 - 11)                               | Biologia (sett. 1- 11) | Biologia (sett. 1- 11) |
| 12,30-13,30  | Biologia (sett. 2- 11)                              |                                                     | Fisica (sett. 1 - 11)                               | Biologia (sett. 1- 11) | Biologia (sett. 1- 11) |



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



## DECRETA

### Art. 1

*(Date della sessione degli esami di profitto del semestre filtro a.a. 2026/2027)*

1. La sessione degli esami di profitto del semestre filtro a.a. 2026/2027 di cui all'articolo 7 del decreto del Ministro dell'università e della ricerca 10 luglio 2026, n. 941, relativa ai tre insegnamenti di cui all'art. 6, comma 2, del predetto decreto, è articolata in 2 (due) prove relative a ciascun insegnamento, che si svolgono, secondo il seguente calendario:

- prima prova di Chimica e propedeutica biochimica, di Fisica e di Biologia: **giovedì 10 dicembre 2026, dalle ore 11:00** (fuso orario Italia);
- seconda prova di Chimica e propedeutica biochimica, di Fisica e di Biologia: **lunedì 11 gennaio 2027, dalle ore 11:00** (fuso orario Italia).

Lo studente è tenuto a sostenere almeno una delle due prove previste per ciascuno dei tre insegnamenti di cui all'articolo 6, comma 2, del decreto del Ministro dell'università e della ricerca 10 luglio 2026, n. 941.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



**Unità didattica 1. Le basi dell'organizzazione biologica e molecolare della vita (impegno didattico valutato in CFU= 0,5)**

Descrivere e interpretare:

- L'albero della vita. Gli organismi e la teoria cellulare. Le proprietà fondamentali della materia vivente.
- I virus: Caratteristiche generali. L'acido nucleico, il capside e l'involucro membranoso. Le varie classi di virus animali. Il ciclo litico e lisogenico di un virus batterico. Il ciclo di un virus animale. Il ciclo di un retrovirus. Modalità di entrata e di uscita di un virus da una cellula animale.
- La cellula procariotica: la membrana plasmatica, la parete, la membrana esterna, la capsula, le fimbrie e i pili, i flagelli. I batteri Gram positivi e Gram negativi (la colorazione di Gram). Gli eubatteri e gli archeobatteri. Trasferimento genico orizzontali nei batteri: trasformazione, coniugazione e trasduzione: caratteristiche e importanza biologica.
- La cellula eucariotica: Il sistema delle endomembrane. La generazione del nucleo, l'endosimbiosi per la generazione dei mitocondri. Dagli organismi unicellulari a quelli pluricellulari complessi.
- Le basi della struttura e funzione delle macromolecole biologiche: Gli zuccheri e i carboidrati. I lipidi. Gli amminoacidi, il legame peptidico e le proteine e la struttura delle proteine, con i loro domini proteici e siti attivi. L'esempio degli enzimi con concetti di base e classi principali (es.: chinasi-fosfatasi, ubiquitinasi-deubiquitinasi, acetilasi-deacetilasi). Le principali modificazioni post-traduzionali delle proteine (es.: la fosforilazione, l'acetilazione, la glicosilazione e l'aggiunta di lipidi). I nucleotidi e gli acidi nucleici. Il modello di Watson e Crick e la doppia elica del DNA. Gli RNA: struttura e funzioni. RNA codificanti e non codificanti.  
Gli aspetti di base del metabolismo (i concetti di anabolismo e catabolismo, le reazioni di condensazione e di idrolisi).

**Unità didattica 2. I meccanismi cellulari di trasmissione e controllo dell'informazione genetica e epigenetica (impegno didattico valutato in CFU=0,5)**

Descrivere e interpretare:

- Il genoma delle cellule eucariotiche: I cromosomi lineari delle cellule eucariotiche. Organizzazione minimale di un cromosoma eucariotico. Il DNA centromerico e telomerico.
- La cromatina: I nucleosomi. L'impaccamento del DNA e le proteine istoniche. L'istone H1 e la fibra di 30 nm. L'eucromatina e l'eterocromatina, la metilazione del DNA. Il rimodellamento della cromatina. Le modificazioni post-traduzionali degli istoni e l'epigenetica (l'esempio dell'acetilazione). Le condensine e il ripiegamento della cromatina.
- Il genoma umano: organizzazione e caratteristiche delle sequenze che lo compongono. Sequenze singole, famiglie geniche (globine, RNA ribosomiali), sequenze ripetute, sequenze ripetute in tandem (minisatelliti, microsatelliti), sequenze ripetute intersperse (LINE, SINE e retrovirus endogeni). Gli elementi mobili del DNA.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



### Unità didattica 3. Il flusso dell'informazione (impegno didattico valutato in CFU=1,0)

Descrivere e interpretare:

- La replicazione del DNA nei procarioti e negli eucarioti: il meccanismo semiconservativo. Le origini di replicazione, la formazione del complesso d'inizio e la forcella replicativa. Lo srotolamento del DNA: le DNA elicasi e le topoisomerasi. La primasi e l'innesco della replicazione. Le DNA polimerasi e le attività di correzione degli errori. Il filamento continuo e discontinuo e i frammenti di Okazaki. La rimozione dell'RNA e la DNA ligasi. La funzione dei telomeri e delle telomerasi. I telomeri e la senescenza replicativa.
- I geni: il concetto di gene e l'anatomia del gene procariotico ed eucariotico. Geni policistronici e monocistronici. Promotori ed elementi regolativi in *cis*.
- La trascrizione nei procarioti e la sua regolazione con il modello dell'operone Lac.
- Il controllo dell'espressione genica negli eucarioti: trascrizionale, post-trascrizionale, traduzionale e post-traduzionale.
- La trascrizione negli eucarioti: Le tre RNA polimerasi (I, II, III). I fattori di trascrizione generali. La TATA box. Promotori prossimali e distali (enhancer e silencer). I fattori di trascrizione specifici: l'esempio dei recettori degli ormoni steroidei. Inizio, allungamento e terminazione della trascrizione negli eucarioti.
- La maturazione degli RNA. RNA messaggero: il capping, la poliadenilazione, lo splicing e lo splicing alternativo, lo spliceosoma e gli snRNA. I ribozimi. Editing del RNA. La regolazione della stabilità del messaggero (deadenilazione e decapucciamento, miRNA e RNA interference). La maturazione degli rRNA e dei tRNA.
- La sintesi delle proteine: il meccanismo della traduzione. Gli attori della traduzione: rRNA, tRNA e mRNA. La formazione degli aminoacil-tRNA. I ribosomi. Il codice genetico, i codoni e gli anticodoni. La ridondanza, la degenerazione, la non ambiguità e l'universalità del codice genetico. Le regioni non tradotte del mRNA e la loro funzione regolatoria. I fattori di inizio, di allungamento e di terminazione nella traduzione.
- La maturazione delle proteine: l'importanza del corretto ripiegamento delle proteine. Le proteine chaperon. Gli errori di ripiegamento delle proteine.
- La regolazione dell'attività biologica delle proteine: degradazione delle proteine. Degradazione proteasomica ubiquitina-dipendente. Proteine simili all'ubiquitina.

### Unità didattica 4. I meccanismi cellulari di trasmissione e controllo dei caratteri selvatici e mutati (impegno didattico valutato in CFU= 0,75)

Descrivere e interpretare:

- Le variazioni del genoma: sostituzione, inserzione o delezione di nucleotidi. Mutazioni geniche e cromosomiche. Il fenomeno dell'espansione di sequenze ripetute. Principi generali sui meccanismi di riparazione del danno al DNA su singolo e doppio filamento.
- Gli alleli: Omozigosi, eterozigosi ed eterozigosi composta. Dominanza e recessività. Genotipo e fenotipo. Le leggi di Mendel. I caratteri singoli, la segregazione, l'assortimento indipendente. Dominanza incompleta e codominanza. Alleli multipli (poliallelia, sistema ABO dei gruppi sanguigni). La pleiotropia. Epistasi (rapporti mendeliani atipici). Associazione completa e incompleta. Mappe fisiche e genetiche.
- L'espressione genica modulata dall'ambiente: il concetto di penetranza ed espressività, caratteri poligenici ed eredità quantitativa. Imprinting genomico.
- Cromosomi umani e cariotipo. La diploidia e i cromosomi omologhi. La tecnica del bandeggio. Euploidia ed alterazioni del cariotipo umano: variazioni del numero dei cromosomi (aneuploidia, poliploidia) e della struttura dei cromosomi (traslocazioni, inversioni, delezioni e inserzioni). L'esempio della trisomia del cromosoma 21.
- Gli alberi genealogici. Ereditarietà autosomica (dominante e recessiva), ereditarietà associata al cromosoma X (dominante e recessiva), al cromosoma Y, ereditarietà mitocondriale.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



#### Unità didattica 5. Le strutture cellulari: biogenesi, morfologia e funzioni (impegno didattico valutato in CFU=1,75)

Descrivere e interpretare:

- Le membrane e i loro componenti. Il modello a mosaico fluido. L'importanza del glicocalice. Asimmetria di membrana.
- Il trasporto attraverso la membrana plasmatica. Osmosi, diffusione, trasporto passivo. Le proteine canale e i trasportatori. Il trasporto attivo. L'esempio delle pompe ATPasi e dei trasportatori ABC. Aspetti biologici del potenziale di membrana e del potenziale d'azione.
- Lo smistamento delle proteine: i diversi compartimenti cellulari e le loro relazioni topologiche. I segnali di indirizzamento ai compartimenti.
- Il nucleo: l'involucro nucleare. Il nucleolo e gli altri condensati nucleari. I pori nucleari. Le nucleoporine. Il trasporto nucleare. I segnali di localizzazione nucleare e di esportazione nucleare. Il ruolo delle importine, delle esportine, della proteina Ran, RanGEF e RanGAP. Regolazione dell'importazione nucleare (esempi: recettore degli ormoni steroidei, NfκB, SREBP1). Trasporto degli RNA dal nucleo al citosol.
- I mitocondri: struttura e funzioni. Il genoma mitocondriale e le modalità del flusso dell'informazione nei mitocondri. Aspetti biologici di energia: la glicolisi, la respirazione cellulare (il ciclo degli acidi tricarbossilici, la catena di trasporto degli elettroni, la sintesi di ATP), e il bilancio energetico del processo. Il network mitocondriale e le sue dinamiche: fusione, fissione e le proteine regolatorie. Il trasporto ai mitocondri: i traslocatori TOM, TIM, SAM e OXA per l'importazione delle proteine alla matrice mitocondriale, alla membrana mitocondriale esterna, alla membrana mitocondriale interna e allo spazio intermembrana.
- I perossisomi: struttura e funzioni biosintetiche, cataboliche e detossificanti. Le peculiarità del trasporto ai perossisomi. Il trasporto mediato da sequenze segnale e recettori. Le perossine e la biogenesi dei perossisomi. Patologie legate ai perossisomi (sindrome di Zellweger).
- La via secretoria: il reticolo endoplasmatico liscio e ruvido, il cis-Golgi network, l'apparato di Golgi e il trans-Golgi network. Il trasporto al reticolo endoplasmatico: la sequenza di indirizzamento, SRP ed il suo recettore, il traslocone, la peptidasi del segnale. Le modificazioni delle proteine neosintetizzate nel reticolo endoplasmatico. La glicosilazione ed il suo ruolo nel ripiegamento delle proteine tramite calnexina e calreticulina. Il controllo di qualità del reticolo endoplasmatico (esempi: calnexina e immunoglobuline). Ruolo delle proteine chaperon durante la traduzione ed il trasporto agli organelli. Le risposte UPR e l'attivazione del sistema ERAD. L'esempio della fibrosi cistica. Secrezione costitutiva e secrezione regolata.

- Il traffico vescicolare: formazione delle vescicole. Le proteine di rivestimento e i loro ruoli. L'attracco, l'ormeggio e la fusione di vescicole ai compartimenti bersaglio. Ruolo di NSF, SNAPs, SNARE e RAB. Il ruolo dei fosfolipidi.
- L'endocitosi: endocitosi in fase fluida e mediata da recettori. Endocitosi della transferrina, delle LDL e dell'EGF: differenze e peculiarità. Endosomi precoci di smistamento e di riciclo, endosomi tardivi, corpi multivescicolari e lisosomi. Il trasporto ai lisosomi e il mannosio-6-fosfato. Disfunzioni lisosomiali e malattie di accumulo. L'endocitosi nelle cellule polarizzate. La transcitosi (esempio delle immunoglobuline). La fagocitosi e le sue funzioni.
- L'autofagia: macroautofagia, microautofagia e autofagia mediata da chaperon molecolari. L'esempio della mitofagia. Conseguenze delle alterazioni della via autofagica.
- Il citoscheletro. I microtubuli: Struttura e funzione dei microtubuli. Formazione, allungamento e accorciamento dei microtubuli. Il ruolo del GTP nella stabilità dei microtubuli. Il centrosoma e il complesso γTuRC. Proteine MAP motrici e non motrici. Le dineine e le chinesine. Esempi di alterazioni nelle dineine citoplasmatiche. Le ciglia e i flagelli. I microfilamenti: struttura e funzioni dei microfilamenti di actina. Il processo di polimerizzazione dell'actina: il ruolo dell'ATP e il complesso Arp2/3. Le proteine accessorie dell'actina, le miosine, le proteine di collegamento:



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TERAMO



**Unità didattica 6. La cellula e l'ambiente, la segnalazione cellulare e la trasduzione del segnale (impegno didattico valutato in CFU= 0,75)**

Descrivere e interpretare:

- La matrice extracellulare: struttura e funzioni. Degradazione della matrice extracellulare. Ancoraggio alla matrice tramite le integrine. Le basi generali della meccano-trasduzione e le connessioni con il citoscheletro. L'esempio della fibronectina.
- La comunicazione tra cellule: Il riconoscimento tra cellule e la formazione dei tessuti (caderine e CAM). I diversi tipi di giunzioni cellulari: giunzioni occludenti, giunzioni aderenti, desmosomi ed emidesmosomi, giunzioni comunicanti.
- La segnalazione cellulare: da contatto, autocrina, paracrina, endocrina e sinaptica. La trasduzione del segnale: elementi costitutivi e cascate regolative. I recettori di membrana e i recettori intracellulari. L'esempio dell'ossido nitrico e gli ormoni lipidici. I recettori accoppiati a canali ionici. I recettori accoppiati a proteine G: le proteine G monomeriche e trimeriche nella trasduzione del segnale. Le proteine regolatorie: GEF e GAP. Secondi messaggeri e amplificazione del segnale. Desensitizzazione recettoriale, l'esempio della visione. I recettori dotati di attività enzimatica: i recettori tirosin-chinasici, la via Ras-MAP chinasi. Gli oncogeni e la trasduzione del segnale. Segnalazione del recettore per l'insulina e del recettore per l'EGF. La segnalazione dei fosfoinositidi.

**Unità didattica 7. Il controllo della proliferazione e della sopravvivenza cellulare (impegno didattico valutato in CFU=0,75)**

Descrivere e interpretare:

- Il ciclo cellulare: le fasi e i punti di controllo. Le cicline e le chinasi dipendenti da ciclina e la loro modulazione.
- Il superamento del punto di restrizione e l'entrata in fase S: il ruolo dei fattori di crescita. La ciclina D-Cdk4/6. Fosforilazione di Rb (proteina associata al retinoblastoma) e attivazione di E2F. Gli inibitori del complesso ciclina-CDK. Il danno al DNA e l'attivazione di p53 con l'induzione della riparazione del DNA o dell'apoptosi. Proto-oncogeni, oncogeni e geni oncosoppressori. I virus oncogeni.
- Le fasi della mitosi. L'ingresso in mitosi. La condensazione dei cromosomi. La formazione del fuso mitotico: i microtubuli astrali, del cinetocore e interpolari. I meccanoenzimi della mitosi, il disassemblaggio della lamina nucleare e la dinamica degli organelli intracellulari. Il complesso NDC80. Il movimento dei cromosomi e del fuso mitotico. Il completamento della mitosi: il complesso APC/C o ciclosoma. La degradazione delle cicline e della securina. La separazione dei cromatidi fratelli. La citodieresi. La mitosi asimmetrica.
- Meccanismo molecolare della meiosi delle cellule germinali e sue conseguenze genetiche. Il crossing over. Le differenze tra mitosi e meiosi. Cause di aneuploidia. La meiosi nella gametogenesi umana maschile e femminile. Il concetto della cellula staminale.
- La morte cellulare: necrosi e apoptosi. La via apoptotica intrinseca ed estrinseca. Le caspasi iniziatrix ed esecutrici. La MOMP, il citocromo C e l'apoptosoma. Le proteine pro- e anti-apoptotiche (la famiglia di BCL2). I recettori di morte e le vie di segnalazione.

# Lezione 1

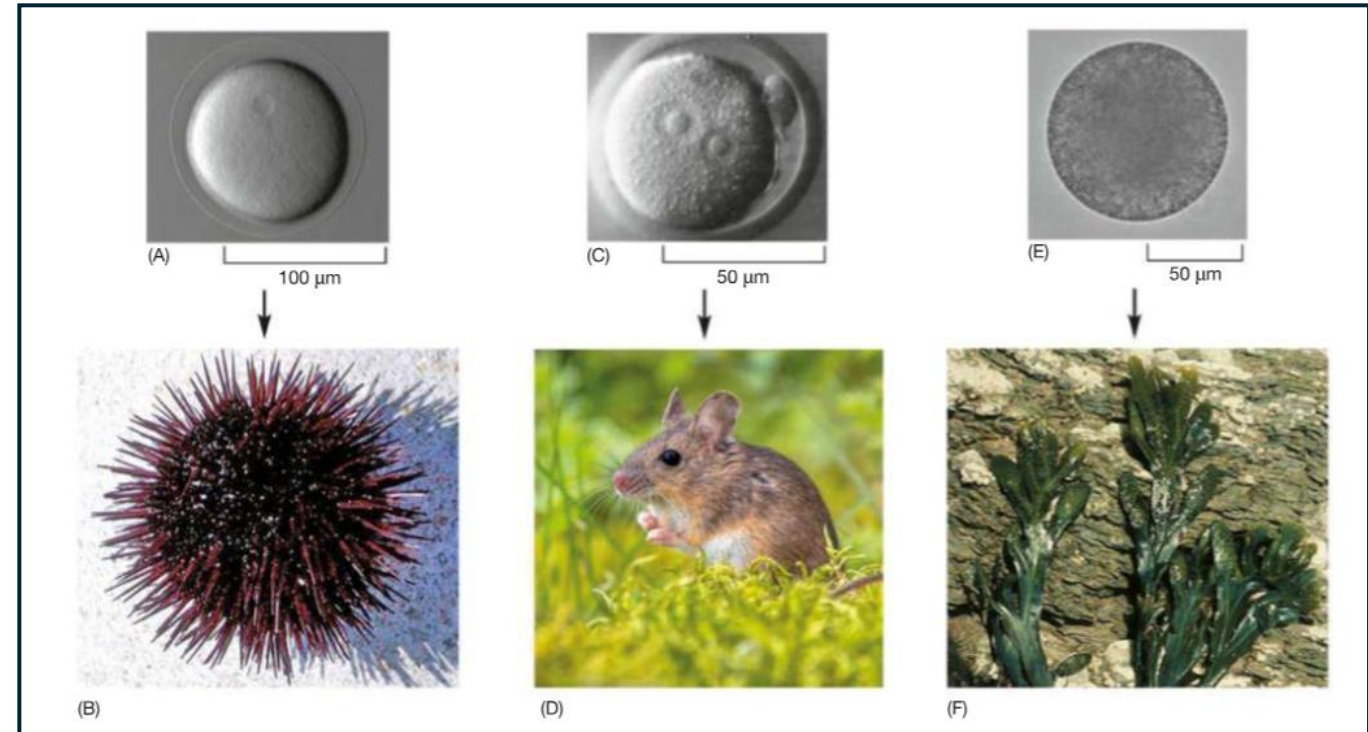
**Unità didattica 1. Le basi dell'organizzazione biologica e molecolare della vita (impegno didattico valutato in CFU= 0,5)**

Descrivere e interpretare:

- L'albero della vita. Gli organismi e la teoria cellulare. Le proprietà fondamentali della materia vivente.
- I virus: Caratteristiche generali. L'acido nucleico, il capside e l'involucro membranoso. Le varie classi di virus animali. Il ciclo litico e lisogenico di un virus batterico. Il ciclo di un virus animale. Il ciclo di un retrovirus. Modalità di entrata e di uscita di un virus da una cellula animale.
- La cellula procariotica: la membrana plasmatica, la parete, la membrana esterna, la capsula, le fimbrie e i pili, i flagelli. I batteri Gram positivi e Gram negativi (la colorazione di Gram). Gli eubatteri e gli archeobatteri. Trasferimento genico orizzontali nei batteri: trasformazione, coniugazione e trasduzione: caratteristiche e importanza biologica.
- La cellula eucariotica: Il sistema delle endomembrane. La generazione del nucleo, l'endosimbiosi per la generazione dei mitocondri. Dagli organismi unicellulari a quelli pluricellulari complessi.
- Le basi della struttura e funzione delle macromolecole biologiche: Gli zuccheri e i carboidrati. I lipidi. Gli amminoacidi, il legame peptidico e le proteine e la struttura delle proteine, con i loro domini proteici e siti attivi. L'esempio degli enzimi con concetti di base e classi principali (es.: chinasi-fosfatasi, ubiquitinasi-deubiquitinasi, acetilasi-deacetilasi). Le principali modificazioni post-traduzionali delle proteine (es.: la fosforilazione, l'acetilazione, la glicosilazione e l'aggiunta di lipidi). I nucleotidi e gli acidi nucleici. Il modello di Watson e Crick e la doppia elica del DNA. Gli RNA: struttura e funzioni. RNA codificanti e non codificanti.  
Gli aspetti di base del metabolismo (i concetti di anabolismo e catabolismo, le reazioni di condensazione e di idrolisi).

# Biologia: Gli organismi e la Vita

- La superficie della nostra terra è popolata da **organismi viventi estremamente diversi**
- I nostri antenati senza conoscere nulla di cellule e DNA, notarono **che avevano qualcosa in comune: la vita**
- Svanita la meraviglia, grazie alle scoperte scientifiche, si è capito che questi **organismi viventi erano accomunati dalla presenza di cellule.**
- Le **cellule piccole unità circondate da una membrana**, in cui è racchiusa una **soluzione acquosa ricca di sostanze chimiche** e che hanno la capacità di **produrre copie di sé** stesse crescendo e dividersi in due.



**Figura 1.1** L'informazione ereditaria contenuta nell'ovocita fecondato determina la natura dell'intero organismo pluricellulare che da esso si svilupperà. Sebbene le loro cellule di partenza sembrano simili esteriormente, un uovo di riccio di mare dà origine a un riccio di mare (A e B), un uovo di topo dà origine a un topo (C e D) e un uovo di un'alga del genere *Fucus*

dà origine a un'alga del genere *Fucus* (E ed F). [A, per gentile concessione di David McClay; B, per gentile concessione di Tim Hunt; C, per gentile concessione di Patricia Calarco, da Martin, G. *Science* **209**, 768-776 (1980), © AAAS; D, Rudmer Zwerver/Shutterstock; E ed F, per gentile concessione di Colin Brownlee.]

B. Alberts et al., *Biologia molecolare della cellula*, 7e - Zanichelli

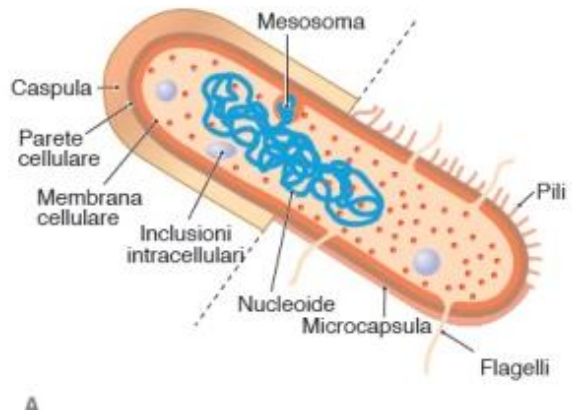
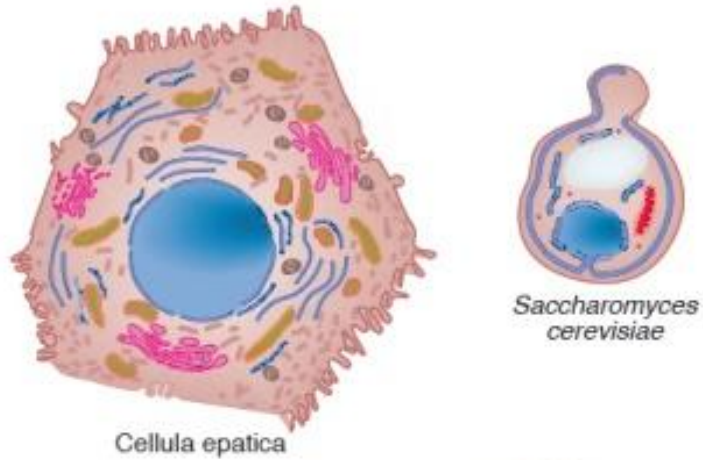
***E.B. Williams «la chiave di ogni problema biologico deve essere ricercato nella cellula, dal momento che ogni essere vivente è, o in qualche momento della sua storia, è stato un cellula»***

# La Teoria cellulare

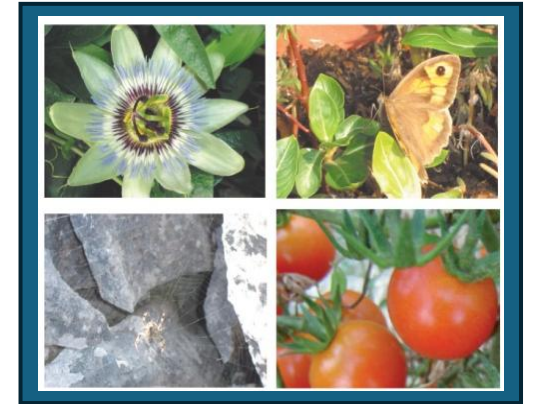
Secondo la “teoria” cellulare, e le correlate quanto ormai consolidate ricerche in materia, si può dunque affermare che:

- tutti gli organismi viventi sono costituiti da una o più cellule;
- le cellule sono le unità funzionali più piccole che costituiscono i viventi;
- le nuove cellule derivano da cellule preesistenti.

Tutte le cellule hanno in comune almeno tre aspetti fondamentali, infatti ciascuna di esse ha un **citoplasma**, possiede un **nucleoide o un nucleo** e una **membrana plasmatica**.

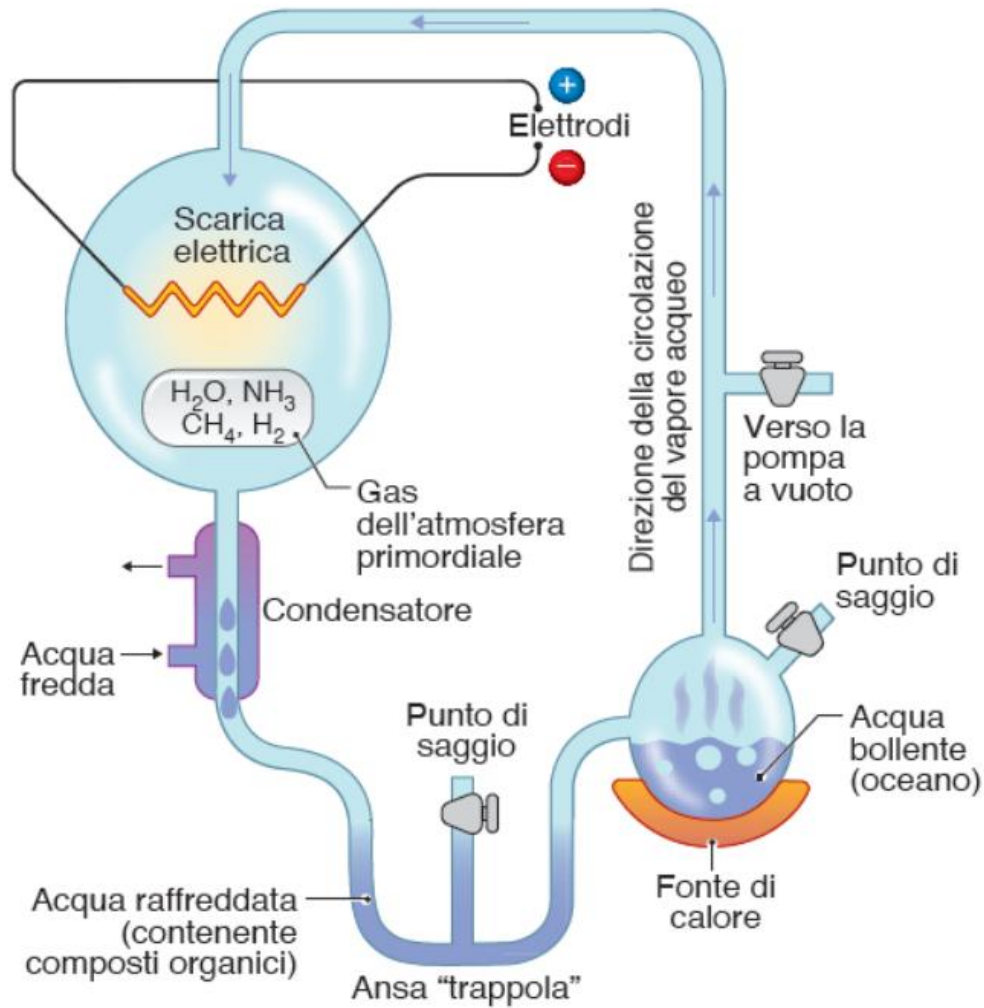


R. Alessandro et al., Biologia e Genetica, Edises



**Robert Hooke, inventore, fisico e naturalista, osservando ad un microscopio rudimentale un pezzo di sughero, noto delle «cellette», come quelle dei detenuti; da qui il termine Cellule.**

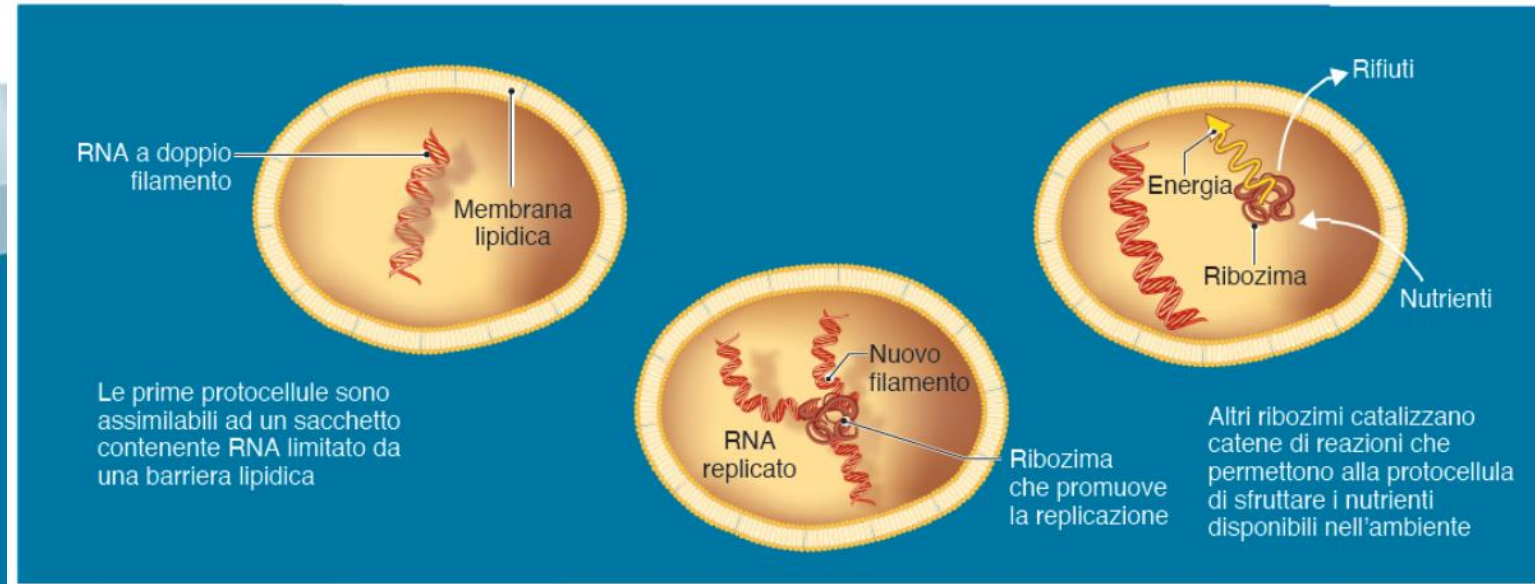
# La Teoria cellulare (II)



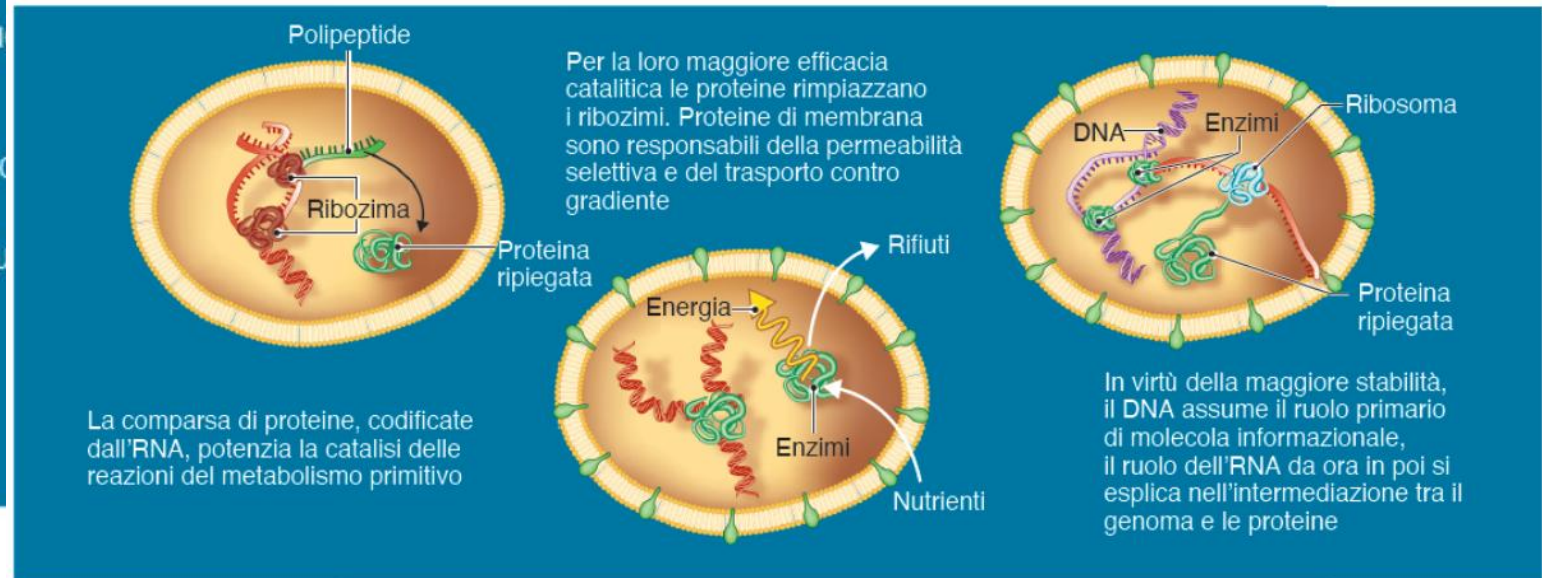
- La **cellula** è l'**unità strutturale e funzionale fondamentale della vita**. La sua scoperta fu resa possibile dallo sviluppo della microscopia, a partire dalle osservazioni di **Robert Hooke** e **Antoni van Leeuwenhoek**.
- Gli esperimenti di **Redi**, **Spallanzani** e **Pasteur** confutarono progressivamente la generazione spontanea, dimostrando che gli organismi derivano da forme di vita preesistenti.
- La **teoria cellulare**, stabilisce che:
  1. **tutti gli organismi sono costituiti da una o più cellule;**
  2. **la cellula è la più piccola unità funzionale dei viventi;**
  3. **ogni cellula deriva da una cellula preesistente.**
- La materia vivente presenta una **organizzazione gerarchica**, dalle molecole alle cellule, ai tessuti, agli organi e agli organismi, ed è caratterizzata da **elevata compartimentalizzazione** e **specificità molecolare**.
- Gli organismi sono **sistemi aperti** che **scambiano materia ed energia con l'ambiente**: il metabolismo comprende **catabolismo** e **anabolismo**.
- La vita richiede inoltre **omeostasi**, **riproduzione**, **trasmissione dell'informazione genetica**, **risposta agli stimoli** e **capacità di adattamento ed evoluzione**.

*L'informazione biologica è conservata principalmente nel DNA e viene utilizzata attraverso il flusso  $DNA \rightarrow RNA \rightarrow proteina$ , collegando eredità genetica, struttura e funzione cellulare.*

# Il mondo a RNA



- ③ Nella fase/regione calda i due filamenti si separano.
- ④ Le membrane si accrescono per incorporazione di nuovi lipidi.
- ⑤ La protocellula si divide in due protocellule figlie.



# La base della Propagazione dell'Informazione: L'Ereditarietà

Sulla terra si stima l'esistenza di **un'unica cellula ancestrale (3.5-3.6 miliardi di anni fa)** che ha dato inizio a tutta l'evoluzione e allo sviluppo di tutte la diversità di cui siamo testimoni

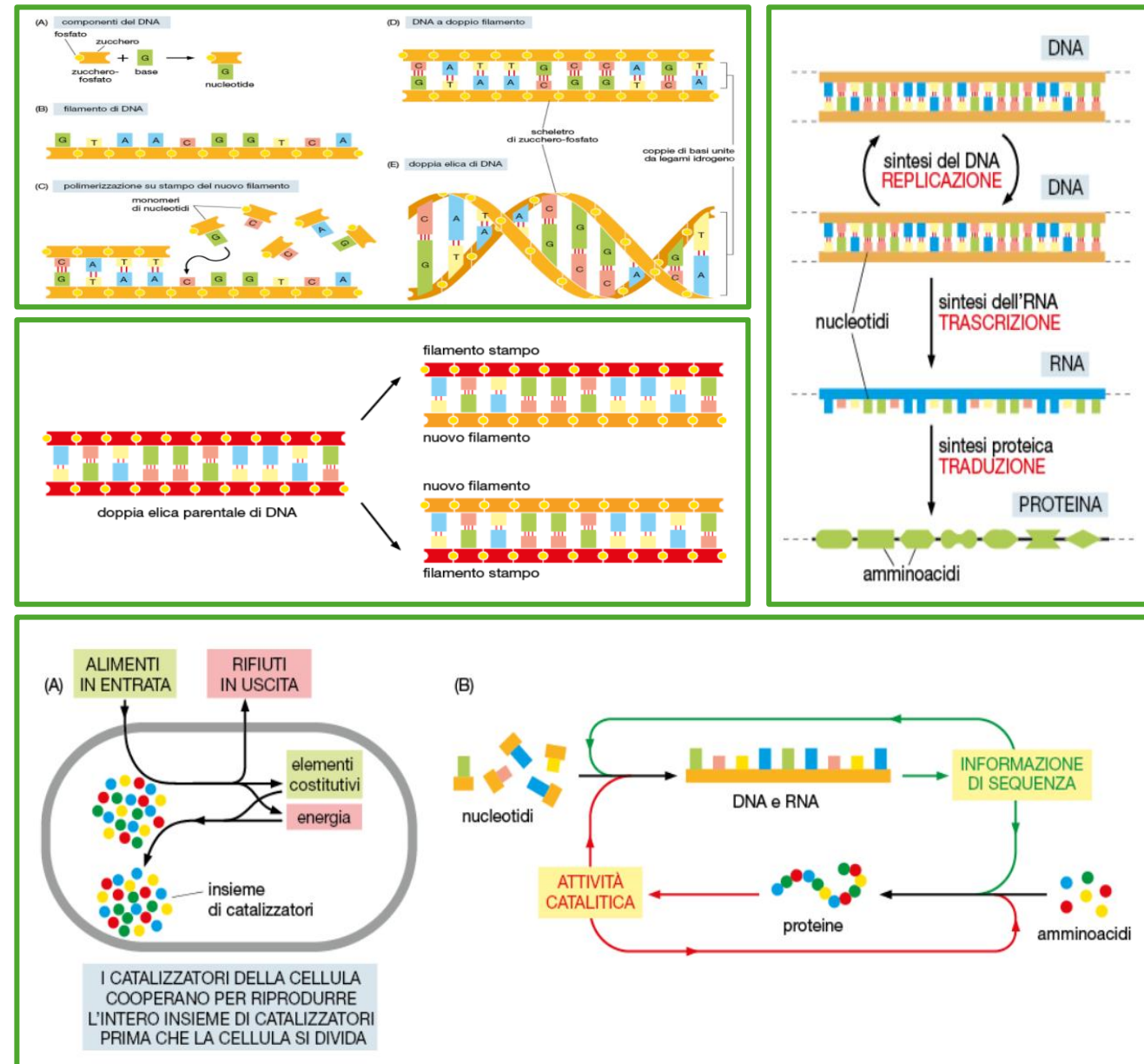
Gli esseri viventi **conservano l'informazione** nel del DNA

Viene **tramandato da una cellula madre a quella figlia** ad ogni divisione, e questo garantisce **l'ereditarietà** dell'informazione per **ricostruire** la stessa cellula

In ogni cellula ci **sono già tutte le informazioni per generare tutte le diverse cellule** di un organismo pluricellulare

Si deve **spendere energia libera dall'ambiente esterno** per portare avanti reazioni che sono volte a creare ordine

**Catalizzatori** in una cellula **facilitano l'incontro** tra la massa di **molecole** che si **muovono tumultuosamente** a caso **urtandosi di continuo**

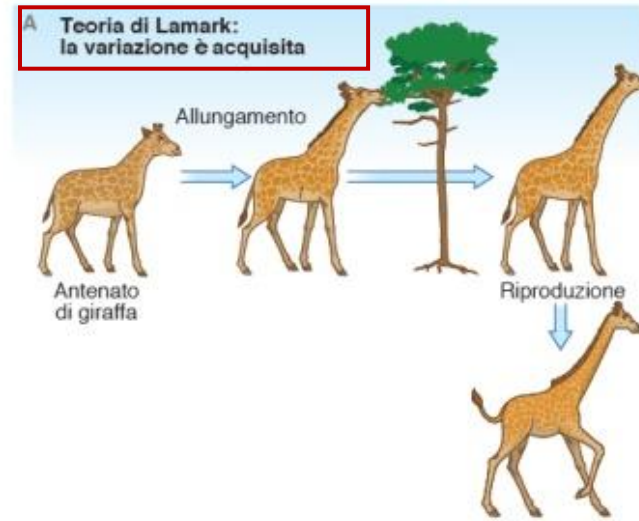


# La Teoria dell'Evoluzione di Darwin

- Durante una **spedizione sulle coste del Sud America**, Darwin ebbe l'occasione di studiare da molto vicino piante ed animali
- **Tutte le forme viventi**, attraverso varie modifiche, **discendono da forme preesistenti** – *Divergenza Graduale*
- Per tanto, **le modifiche acquisite si mantengono e si diffondono** alle generazioni successive – *Maggiore sopravvivenza e successo riproduttivo*
- **L'ambiente rappresenta lo strumento ed il mezzo che consente la selezione positiva** degli organismi che acquisiscono il nuovo tratto.

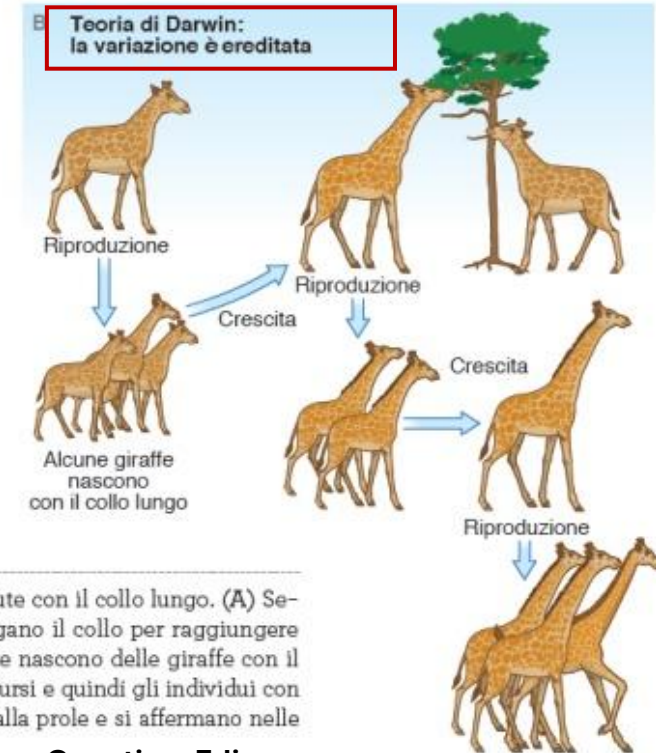
## Lamarck

Eredità dei caratteri acquisiti



## Darwin

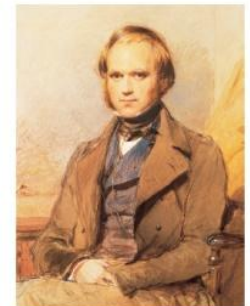
Sopravvivenza o riproduzione differenziale



**FIGURA 2.2** Le due idee di come le giraffe possano essersi evolute con il collo lungo. (A) Secondo Lamarck la variazione è acquisita perché le giraffe allungano il collo per raggiungere le foglie in alto. (B) Secondo la teoria di Darwin occasionalmente nascono delle giraffe con il collo lungo; queste hanno maggiori possibilità di nutrirsi e riprodursi e quindi gli individui con il collo lungo hanno più successo, trasmettono questo carattere alla prole e si affermano nelle varie generazioni.

R. Alessandro et al., Biologia e Genetica, Edises

**C. R. Darwin «[...] attraverso i secoli le specie accumulano delle differenze; ne risulta che nuove specie si formano, e le specie discendenti sono diverse da quelle ancestrali»**



# La Teoria del Neodarwinismo

Come si trasmettono i caratteri ereditari di generazione in generazione?

Perché i caratteri non si mescolano ma rimangono fissi e talvolta scompaiono per riapparire in generazioni successive?

Da dove nasce la variabilità a partire dalla selezione naturale?



**Integra la genetica Mendeliana con la teoria di Darwin, integrando la comprensione dei meccanismi ereditari e delle mutazioni.**

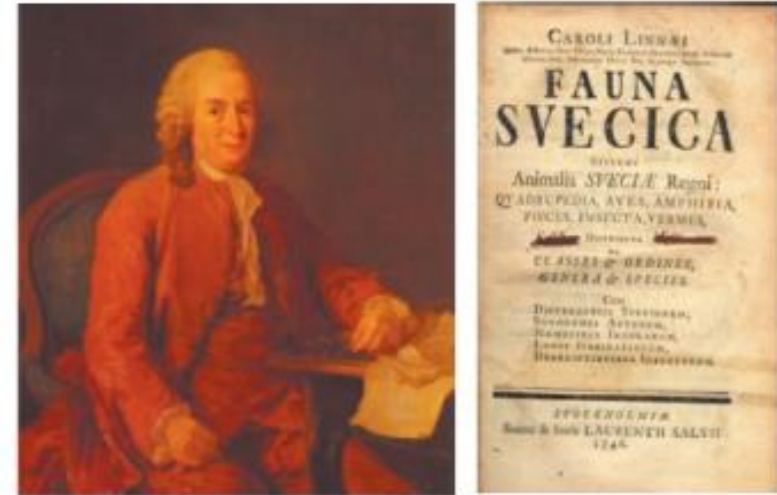
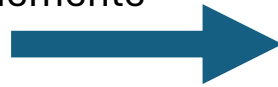
**Il gene come unità di base** e bersaglio della selezione naturale.

**L'evoluzione avviene attraverso la variazione genetica graduale** *all'interno delle popolazioni* e *la selezione naturale favorisce gli individui con caratteristiche più adatte all'ambiente.*

**La deriva genetica**, ovvero il *cambiamento casuale delle frequenze alleliche che influenza l'evoluzione*

# Carolus Linnaeus e la Classificazione delle Specie

- Oltre 200 anni fa, **Carolus Linnaeus**, durante una spedizione in Lapponia, ebbe modo di **catalogare** un'enorme mole di informazioni derivate dalle sue osservazioni – *Systema Naturae*
- Egli si rifaceva al concetto di **Specie Morfologica**, tuttavia non tutti gli individui di una stessa specie hanno somiglianze così evidenti.
- Più di recente E. Mayr propose una definizione basata sul concetto di **Specie Biologica**, tuttora comunemente accettato ed utilizzato dai ricercatori e biologi evuzionisti (si basa sul confronto del DNA)



**E. Mayr «Gruppi di popolazioni che sono naturalmente o potenzialmente interfeconde che sono isolate da altri gruppi simili da un punto di vista riproduttivo»**

La **Tassonomia** è quella branca della biologia che si occupa dell'**identificazione, denominazione e classificazione degli organismi**, sia attuali che fossili, sia dal punto di vista teorico che pratico

## Sistema di Linnaeus ---- Nomenclatura Binomiale

Presenta due nomi in lingua latina: **uno identifica il genere**, **uno la specie**, (e.g. *Homo sapiens*, *Ovis aries*, *Mus musculus*, *Rat norvegicus*, *Drosophila melanogaster*)

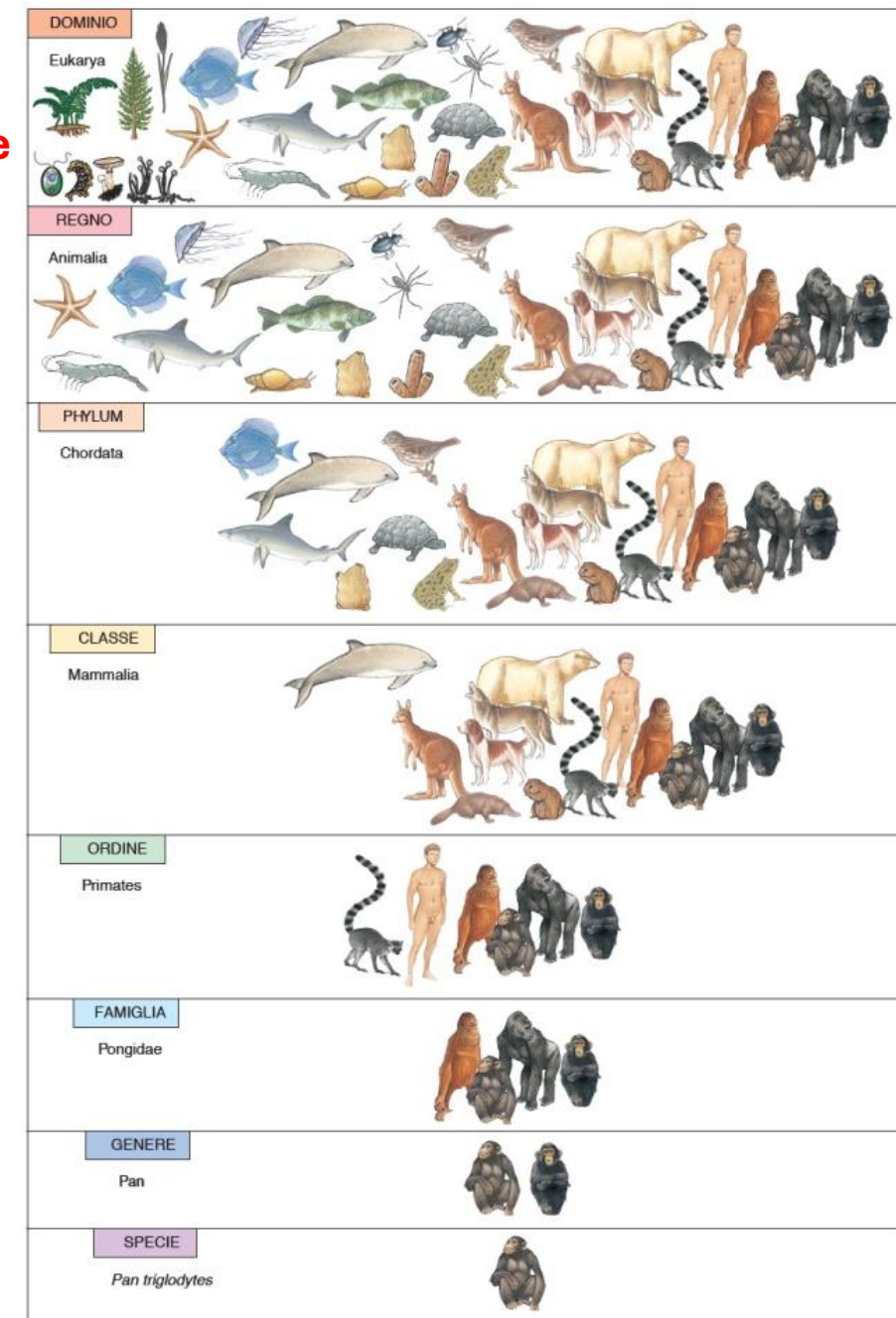
Regole stabilite dalla **Commissione Internazionale della Nomenclatura Biologica (ICZN)**

# L'Albero della Vita

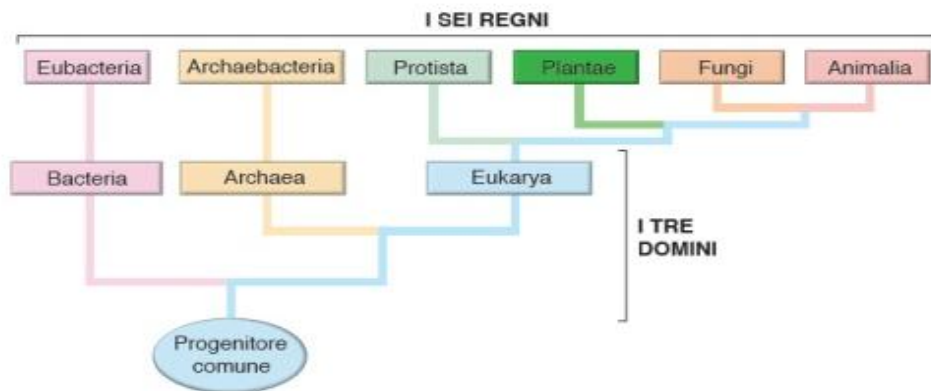
**Dominio > Regno > Phylum > Classe > Ordine > Famiglia > Genere > Specie**

TABELLA 2.1 Inquadramento sistematico degli esseri umani (*Homo sapiens*).

| Categoria | Taxon     | Caratteristiche principali                                                                                                                |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Regno     | Animalia  | Organismi pluricellulari che richiedono come cibo sostanze organiche complesse                                                            |
| Phylum    | Chordata  | Animali con cordone nervoso dorsale cavo, fessure branchiali faringee in qualche stadio del ciclo vitale                                  |
| Classe    | Mammalia  | Piccoli nutriti mediante ghiandole mammarie, pelle ricoperta da pelo, temperatura del corpo elevata, cavità corporea divisa dal diaframma |
| Ordine    | Primates  | Animali arboricoli o loro discendenti, generalmente con dita e unghie appiattite, pollice opponibile, senso dell'odorato mediocre         |
| Famiglia  | Hominidae | Faccia piatta, occhi frontali, visione a colori, locomozione bipede, stazione eretta                                                      |
| Genere    | Homo      | Cervello di ampia dimensione, linguaggio, infanzia lunga                                                                                  |
| Specie    | sapiens   | Mento prominente, fronte alta, peli sparsi sul corpo                                                                                      |



Un ottavo livello di classificazione, una sorta di super regno, è sostituito dai **tre grandi domini** dei ***Bacteria***, ***Archea*** ed ***Eukarya***.



# L'Albero Evolutivo/Albero Filogenetico

La **ricostruzione** e lo studio **delle relazioni evolutive tra i vari organismi**, della biodiversità biologica, costituisce la disciplina denominata **sistematica**, di cui fa parte appunto la tassonomia.

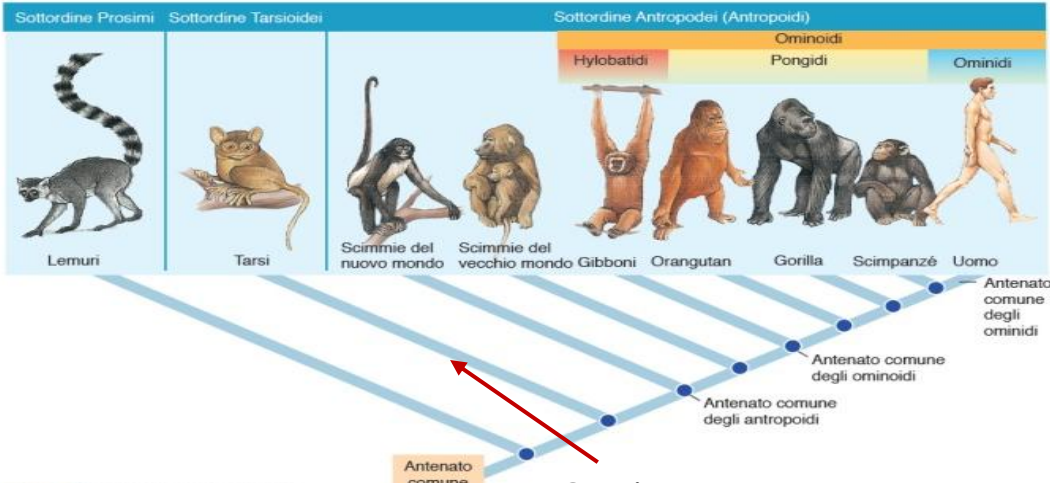


FIGURA 2.6 Evoluzione dei primati.

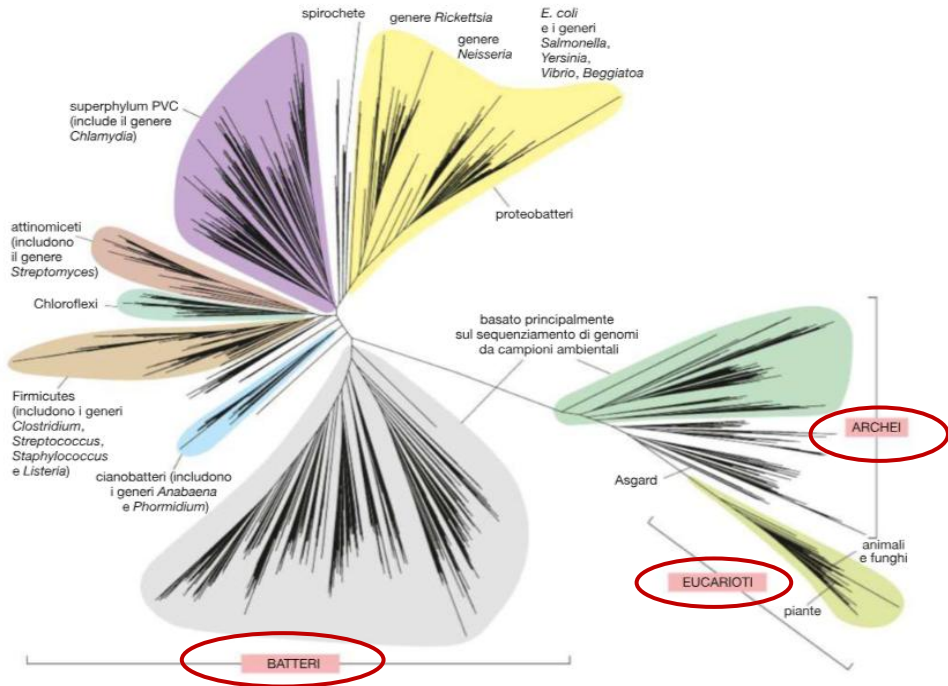
TABELLA 2.2 Differenze nelle sequenze nucleotidiche del DNA come prova di relazioni filogenetiche.

| Coppie di specie di primati                  | Percentuale di divergenza in una sequenza di DNA selezionata |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Uomo-scimpanzé                               | 1,7                                                          |
| Uomo-gorilla                                 | 1,8                                                          |
| Uomo-orango                                  | 3,3                                                          |
| Uomo-gibbone                                 | 4,3                                                          |
| Uomo-macaco (scimmia del Vecchio Mondo)      | 7,0                                                          |
| Uomo-scimmia ragno (scimmia del Nuovo Mondo) | 10,8                                                         |
| Uomo-tarsio                                  | 24,6                                                         |

Ogni ramo rappresenta un evento di speciazione

Fonte: da M. Goodman et al., "Primate Evolution at the DNA Level and a Classification of Hominoids", Journal of Molecular Evolution, Vol. 30, 1990.  
Nota: La **percentuale di divergenza** si riferisce alla differenza tra le sequenze di basi di uno stesso gene in organismi diversi. In questo esempio, l'uomo e lo scimpanzé presentano una divergenza dell'1,7% nelle sequenze di basi del DNA, il che significa che il 98,3% del DNA esaminato è identico. I dati mostrati sono relativi a sequenze non codificanti del gene della  $\beta$ -globina.

In seguito al completamento del **sequenziamento** si è sviluppata la **tassonomia e sistematica molecolare** che ci ha permesso anche di capire che il dominio degli Archea fosse più vicino a quello degli Eukarya che dei Bacteria (**separazione dei tre domini possibile grazie a confronto del rRNA**)



- Un **carattere** condiviso tra due specie che è stato ereditato viene detto **omologo**.
- Un **carattere** che compare nei discendenti di una specie e non nella forma ancestrale viene detto **derivato**.

# Procarioti propriamente detti: Eubatteri

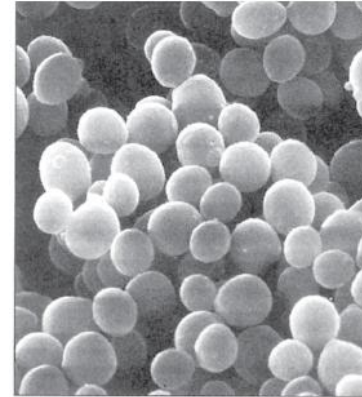
I **procarioti** sono i più semplici organismi. Sono tutti esseri **unicellulari**, anche se a volte possono presentarsi in forme di **aggregazione o gruppi** costituiti da centinaia di individui.

Le cellule procariotiche possono avere **forme diverse**, a sfere, a bastoncelli, a spirale, a virgola e presentano il citoplasma circondato da una **membrana plasmatica** e, nella maggior parte dei casi, racchiuso da una **parete cellulare rigida**.

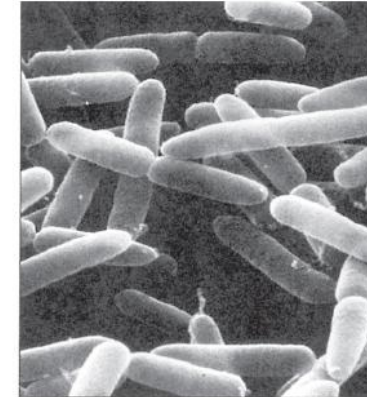
L'intero **citoplasma** è composto principalmente da **acqua, ioni e molecole** in soluzione ed ha un'**organizzazione** e di organuli delimitati da membrane.

Sono presenti i **ribosomi** ed il **DNA**, sotto forma di un **singolo cromosoma circolare**, è libero nel citoplasma in una **regione detta nucleotide**.

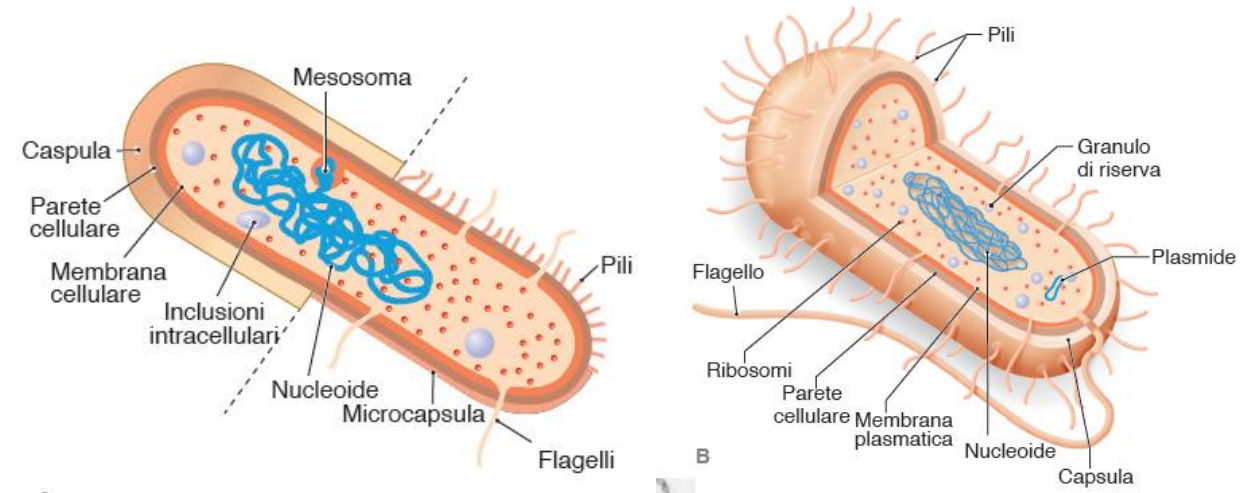
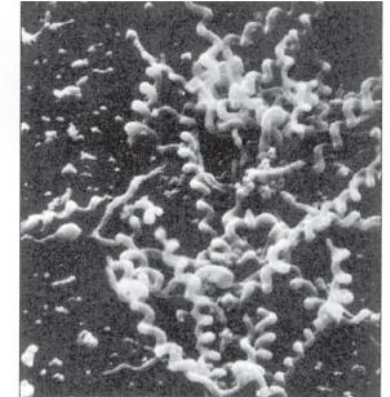
**Cocchi**  
(sferica)



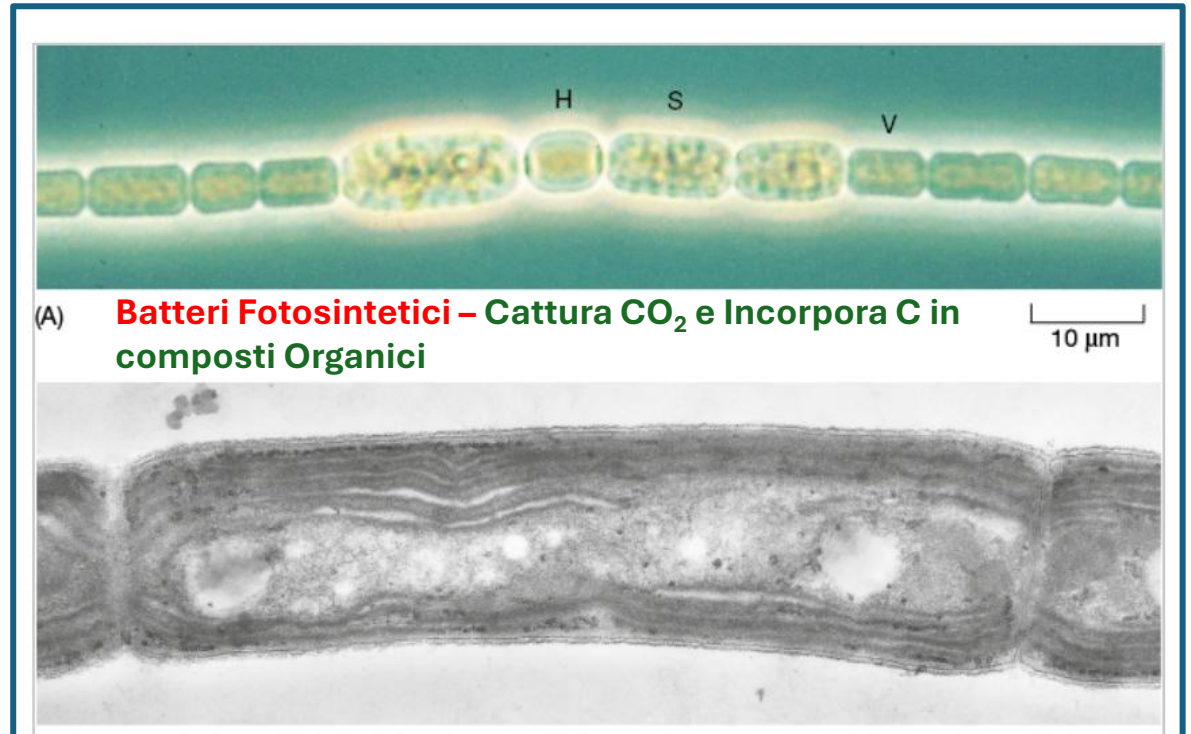
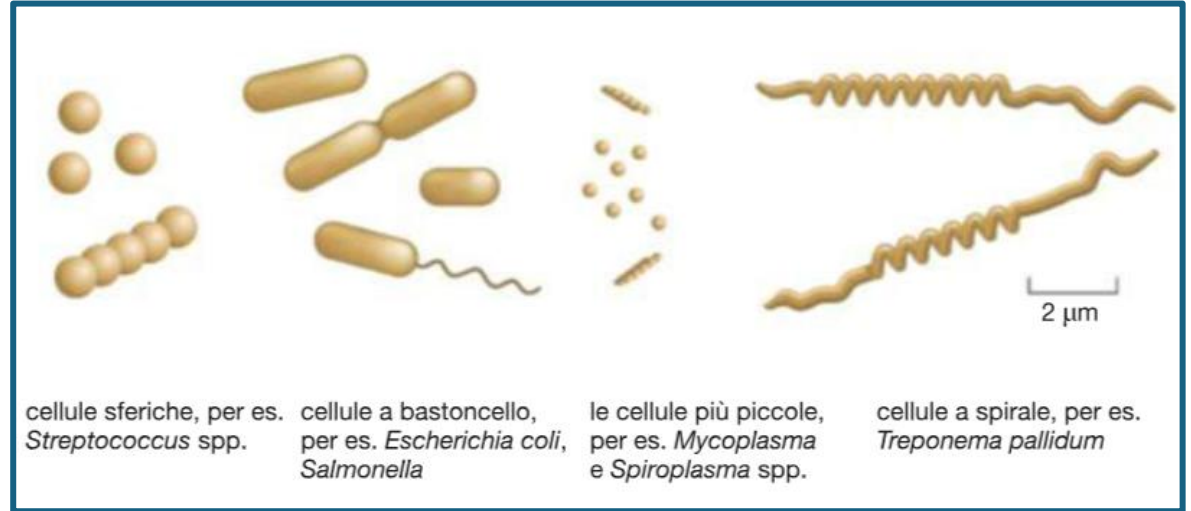
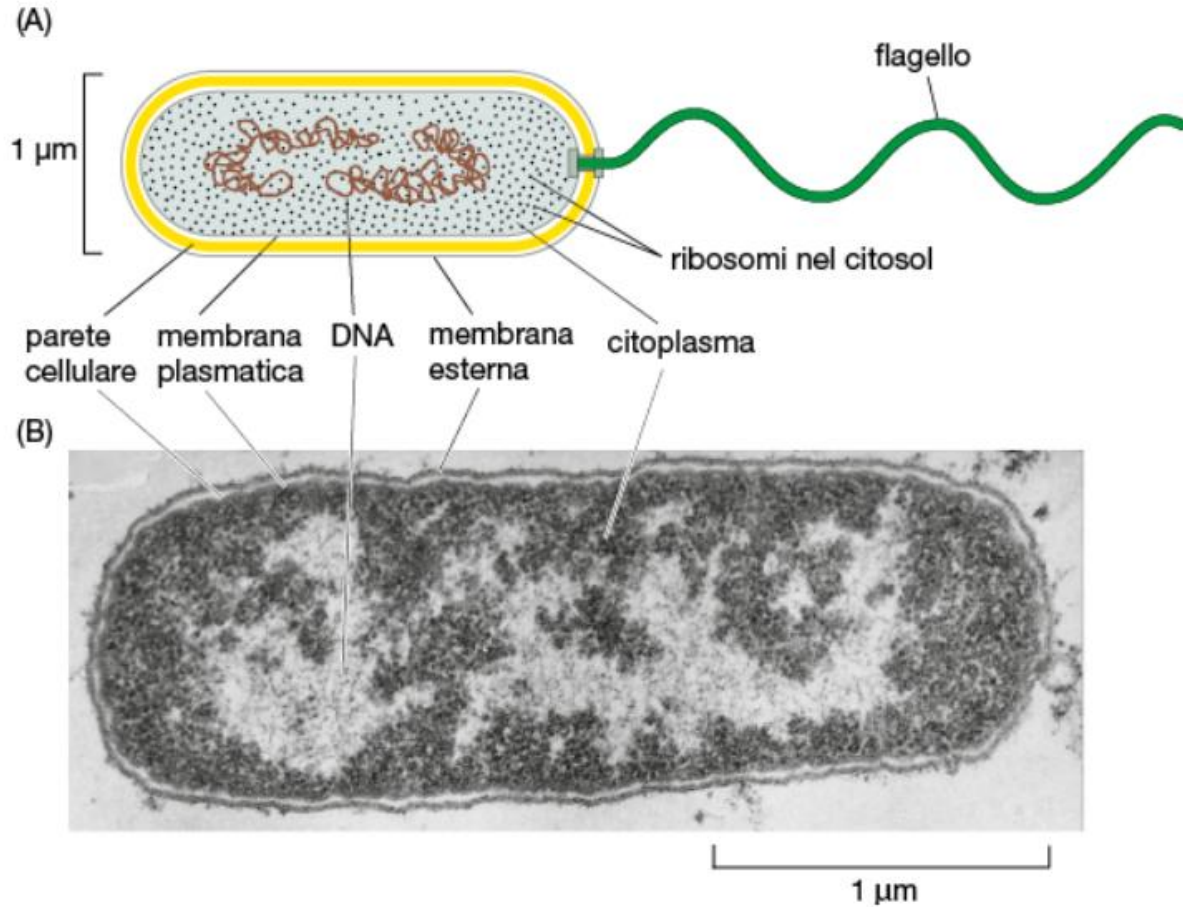
**Bacilli**  
(bastoncelli)



**Spirilli**  
(spirale)



# Procarioti propriamente detti: Eubatteri



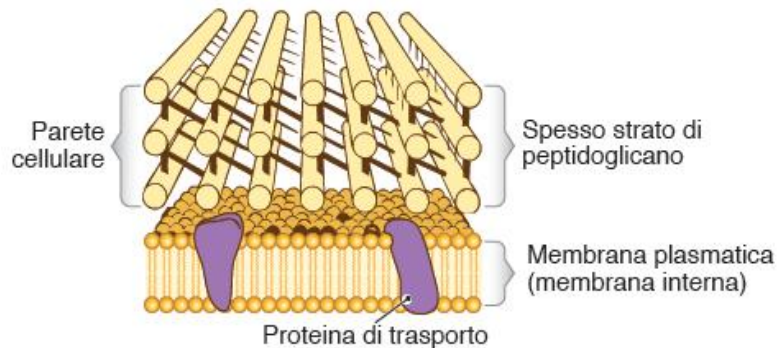
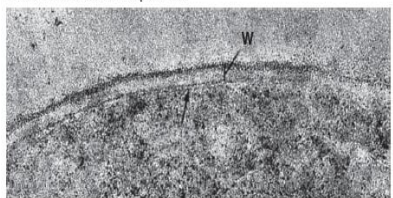
# Cellula Procariotica: Parete Cellulare

La **parete cellulare** è uno strato rigido che protegge la cellula e ne mantiene la forma. È composta da **peptidoglicano**, una matrice di **zuccheri legati** trasversalmente da corte **unità polipeptidiche**

Tutti i batteri sono **classificati in due tipi in base** alle differenze nella costituzione della parete, empiricamente evidenziabili tramite l'uso della **colorazione di Gram** (*Christian Gram*)

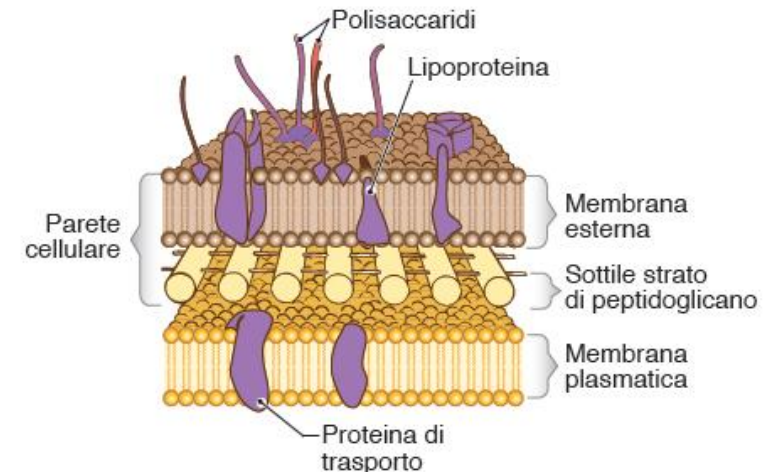
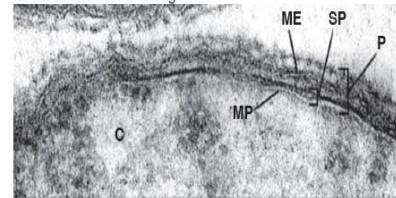
**Gram-positivi** che **adsorbono** e mantengono la **colorazione** al violetto di genziana (tra questi **Streptococcus** e **Staphylococcus**) hanno una parete costituita da un **monostrato spesso di peptidoglicani**

Parete cellulare Gram-positiva



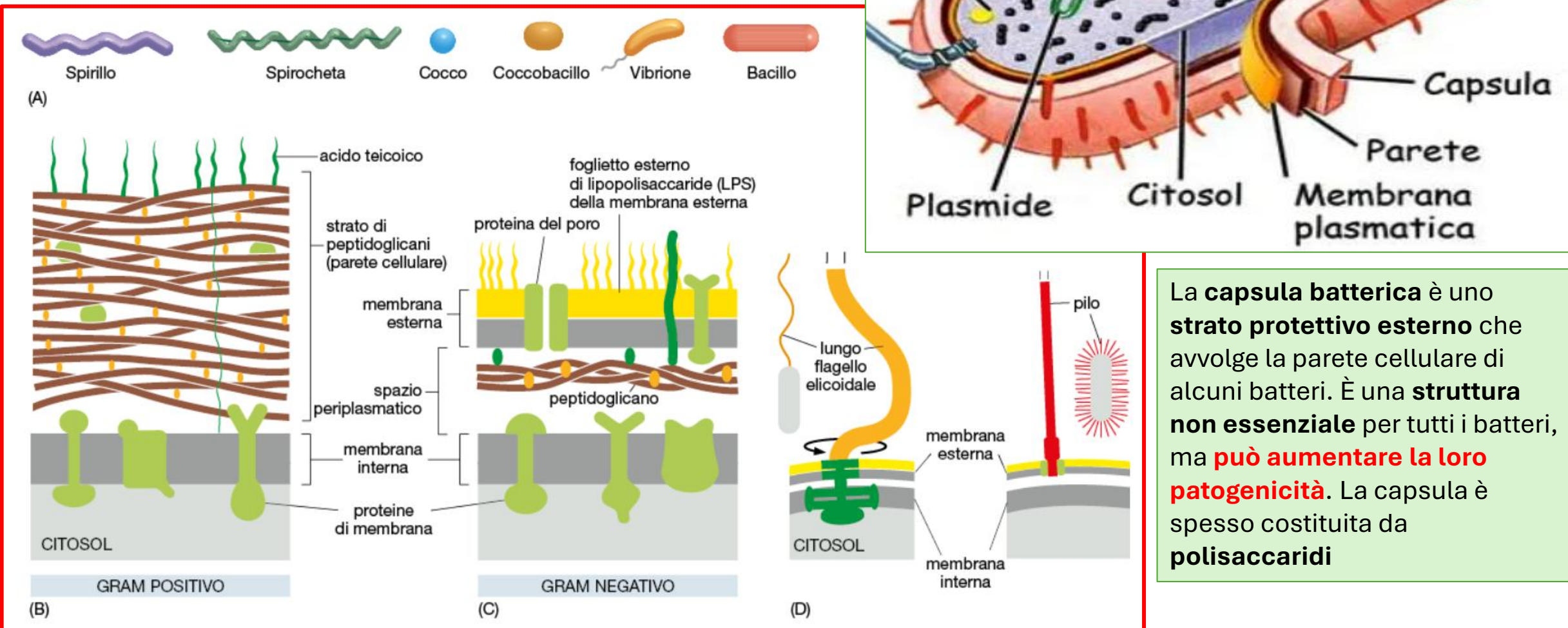
**Gram-negativi** che **perdono la colorazione** (tra questi **Escherichia coli** e **Salmonella**) hanno una parete più complessa in cui **uno strato di peptidoglicano** è **compreso tra due membrane**, interna ed esterna, di natura fosfolipidica.

Parete cellulare Gram-negativa



# Cellula Procariotica: Parete Cellulare e Capsula

B. Alberts et al., Biologia molecolare della cellula, 7e - Zanichelli



La **capsula batterica** è uno **strato protettivo esterno** che avvolge la parete cellulare di alcuni batteri. È una **struttura non essenziale** per tutti i batteri, ma **può aumentare la loro patogenicità**. La capsula è spesso costituita da **polisaccaridi**

# Cellula Procariotica: Membrana e Strutture Collegate

La **membrana plasmatica** dei procarioti **svolge diverse funzioni**: separazione fisica e funzionale tra interno ed esterno della cellula sia di trasporto

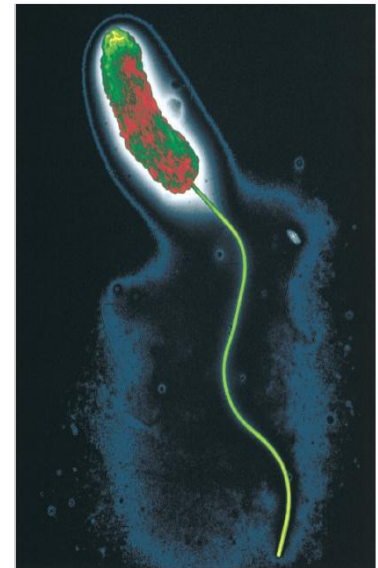
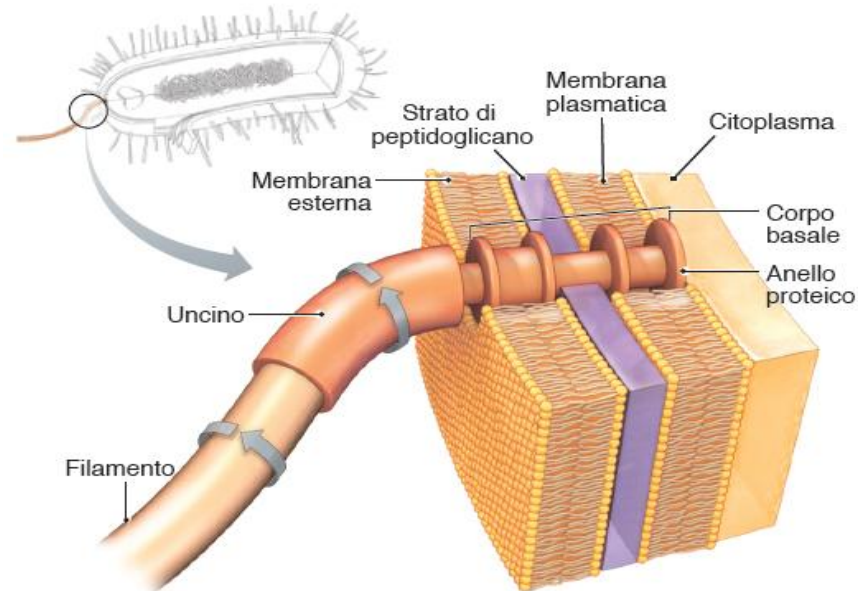
Il **mesosoma**, è **un'invaginazione a forma spirale** della membrana plasmatica dei procarioti. Dopo la duplicazione del DNA, il mesosoma, in due punti differenti, funge da punto di **ancoraggio per ciascuna molecola di DNA duplicata**, assicurando la **segregazione corretta** in ognuna delle cellule figlie.

Nei **cianobatteri**, batteri fotosintetici tali ripiegamenti della membrana **contengono pigmenti coinvolti nella fotosintesi**; negli **aerobi** o le strutture necessarie alla **produzione di ATP**

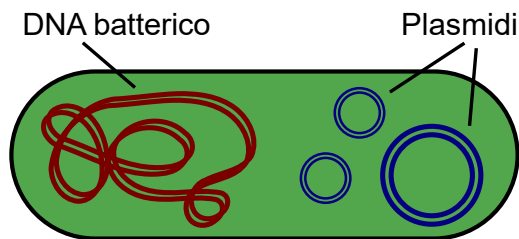


I procarioti hanno la possibilità di muoversi tramite caratteristiche **strutture atte alla locomozione** che protrudono dalla superficie cellulare fino a 12  $\mu\text{m}$  circa: **i flagelli**, costituiti da una proteina, **la flagellina**.

Altre strutture filamentose presenti sulla membrane sono i **pili**, che permettono ai batteri di **aderire alle superfici** e di aderire tra di loro grazie ad una **proteina detta adesina** che si trova alla loro estremità. I pili o fimbriae svolgono un ruolo fondamentale nel **processo di coniugazione**.



# Cellula Procariotica: Plasmidi e Trasferimento Orizzontale

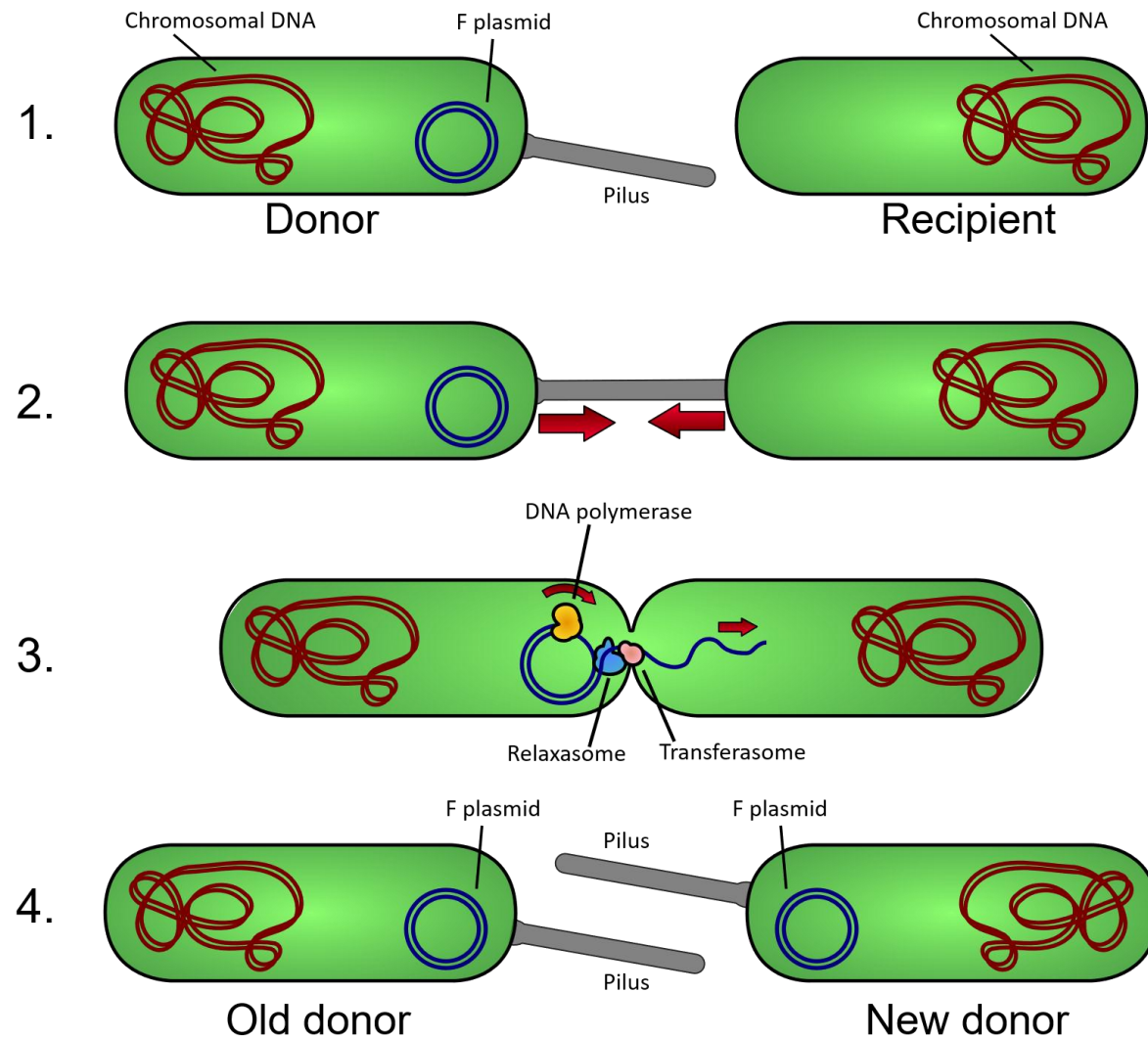


I **plasmidi** sono ulteriori **molecole di DNA circolari**, di numero variabile con capacità di **replicazione autonoma**

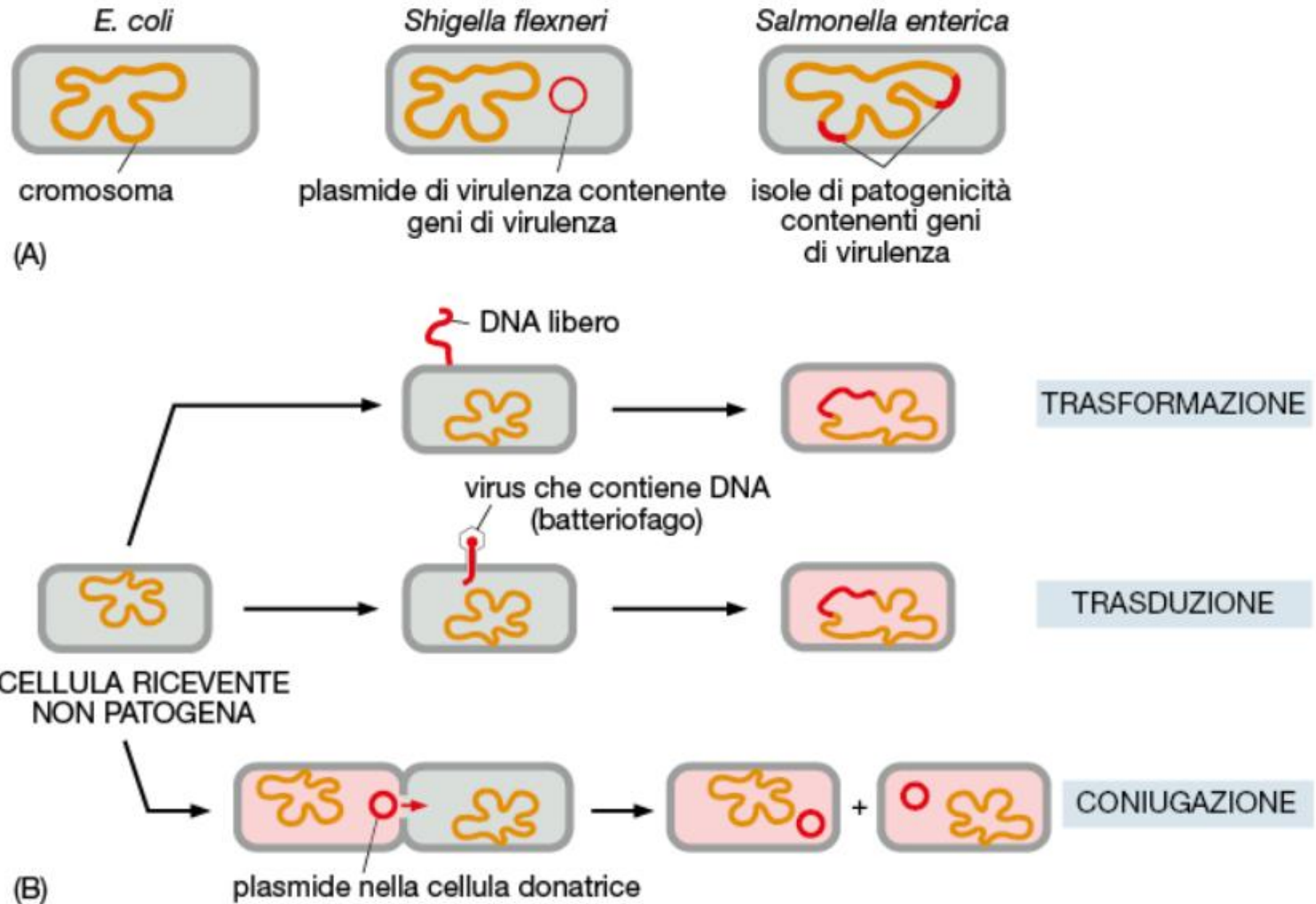
Contengono **geni che conferiscono** alla cellula delle proprietà peculiari (**resistenza agli antibiotici**) e sono **capaci di passare da una cellula all'altra** (trasferimento orizzontale)

Il **trasferimento orizzontale** rappresenta un rapido quanto efficiente ed efficace **processo evolutivo** sia nei batteri che negli archeobatteri in grado di **incrementare la diversità**.

Il **trasferimento verticale** passaggio di geni da genitori a figli.



# Meccanismi di Trasferimento Orizzontale (dei geni di Virulenza)



# Procarioti più Antichi: Gli Archaea

Gli **Archaea** sono **microrganismi procarioti** simili ai Batteri in termini di dimensioni e **manca** di **membrana nucleare e organelli**, ma si distinguono per strutture e composizione molecolare.

La loro **parete** contiene uno **pseudopeptidoglicano** con legami e componenti diversi **oppure** rivestimenti alternativi di **proteine, glicoproteine o polisaccaridi**.

Le **similitudini con gli eucarioti** includono: la presenza di **introni** nei geni, **RNA polimerasi** strutturalmente **simile** a quella eucariotica, e **tRNA con metionina** come primo amminoacido (**invece della N-formilmetionina batterica**).

Alcune teorie ipotizzano che gli **eucarioti** siano nati da un evento di **endosimbiosi** tra un **batterio (avrebbe formato il mitocondrio)** e un **archeobatterio (avrebbe formato il nucleo)**.



Alcuni (**estremofili**) vivono in condizioni proibitive un probabile retaggio di epoche lontane.

- In acque estremamente salate (**alofili**)
- Capaci di produrre metano (**metanogeni**)
- Capaci di vivere in ambienti senza ossigeno (**anaerobi**)
- In sorgenti sulfuree ad 80 °C e a pH acido (**termoacidofili**)
- Capaci di sopravvivere sotto i -10 °C (**psicrofili**)



# Cellula Eucariotica

R. Alessandro et al., Biologia e Genetica, Edises

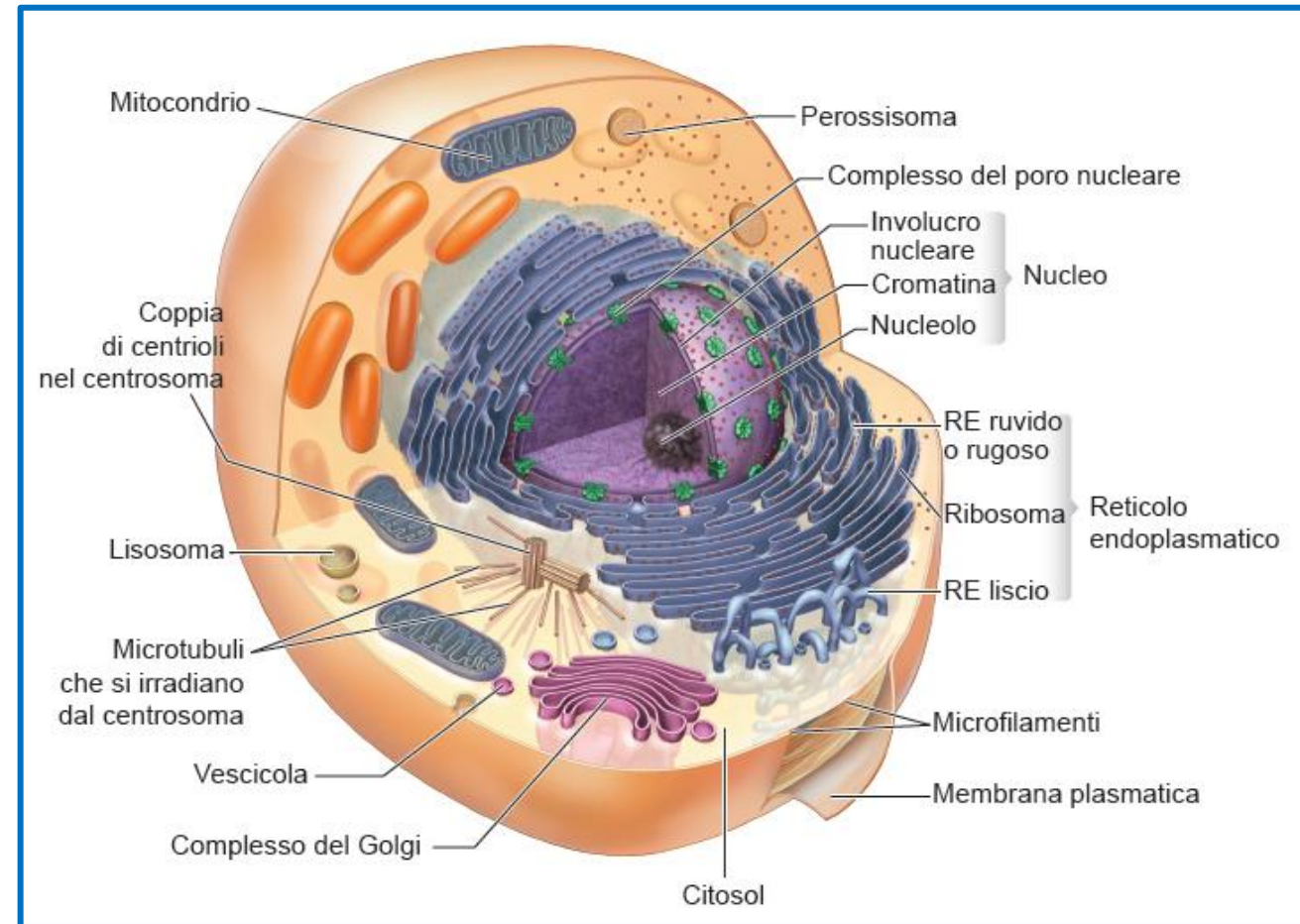
Le cellule eucariotiche sono più grandi e complesse delle cellule procariotiche. La loro peculiarità è la **compartimentalizzazione: presenza di organuli delimitati da membrane**, che permettono lo svolgimento simultaneo ma indipendente di diversi processi biochimici.

## Vantaggi:

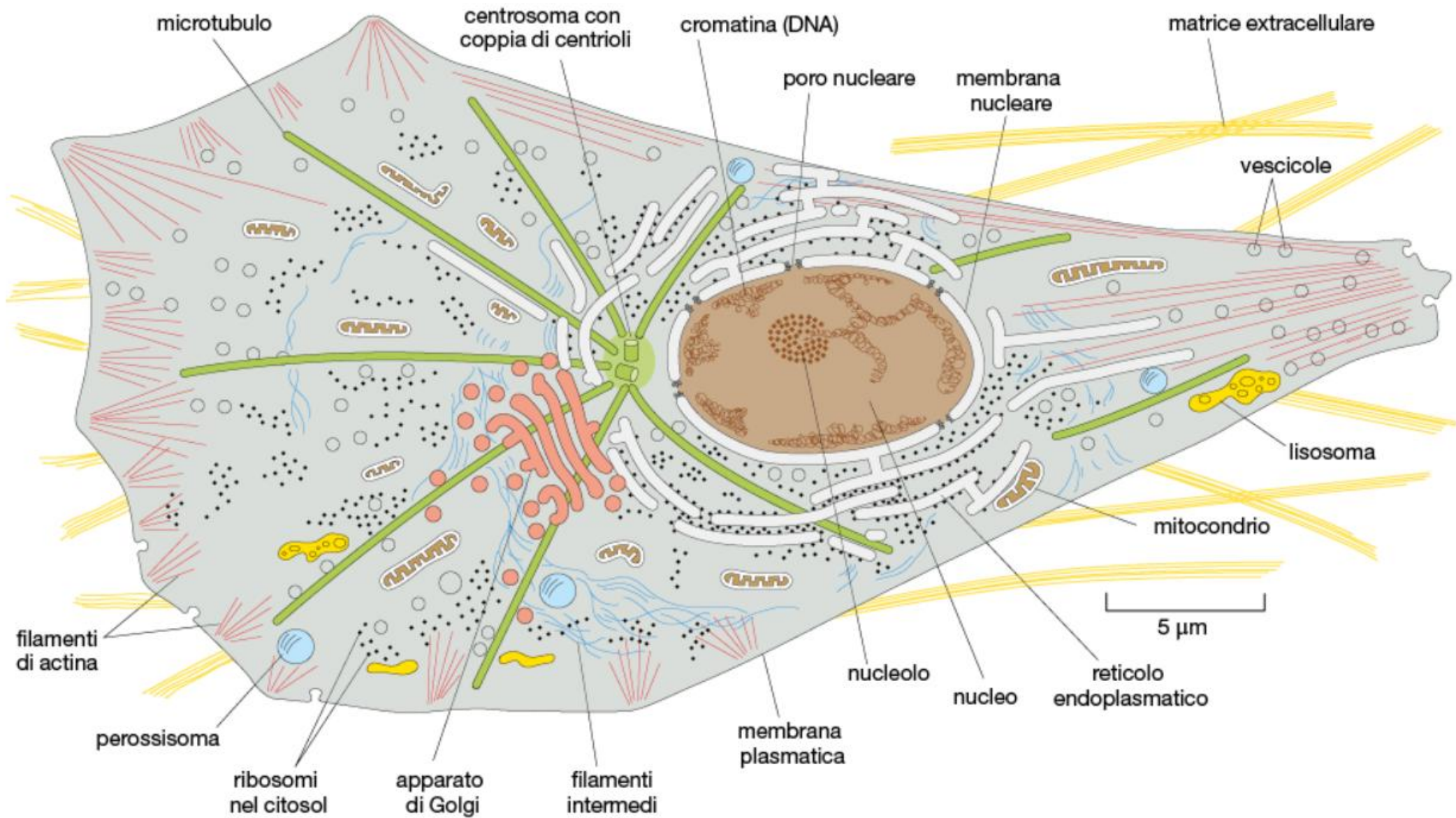
- **Creazione di microambienti specifici** per ogni organulo (pH, concentrazione ionica, redox).
- Maggiore efficienza delle reazioni biochimiche grazie a **concentrazione di enzimi e substrati**.
- **Separazione delle reazioni pericolose**: es. degradazione nei **lisosomi**, ossidazioni nei **perossisomi**.

## Rischi:

- **Necessità di un coordinamento complesso** tra organuli.
- Materiali e proteine devono essere **trasportati tramite vescicole (carrier)**.
- **Esistenza di percorsi funzionali (pathway)**:
  - **Secretorio** → biosintesi e secrezione.
  - **Endocitotico** → interazione con l'ambiente e turnover molecolare.
- **Problema dell'identità degli organuli** da mantenere, nonostante il continuo traffico di membrane.



# Cellula Eucariotica

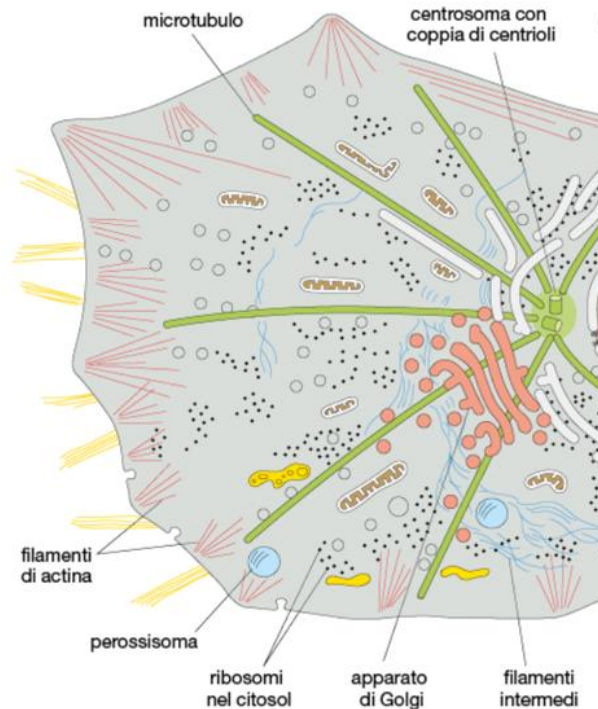


# Cellula Eucariotica



## Nucleo

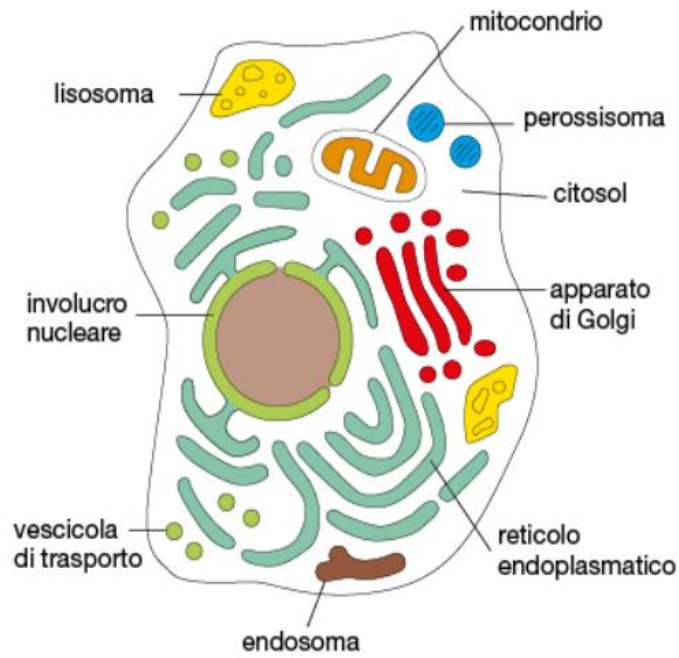
- Compartimento delimitato da doppia membrana (**involucro nucleare**).
- Contiene quasi tutto il DNA → organizzato in **cromosomi** con proteine associate.
- Involucro nucleare perforato da **pori nucleari** → traffico bidirezionale di grandi molecole con il citoplasma.



## Citoscheletro

- Rete di filamenti proteici:
  - conferisce resistenza meccanica;
  - separa i cromosomi durante la divisione cellulare;
  - controlla forma e movimento cellulare.
- Assenza di parete cellulare rigida → forma flessibile, movimenti rapidi, **fagocitosi**.

# Cellula Eucariotica

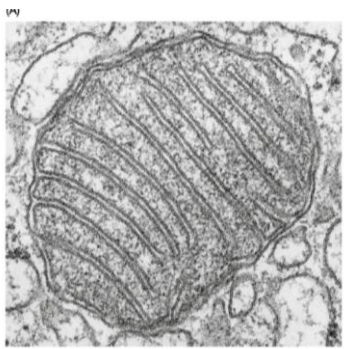
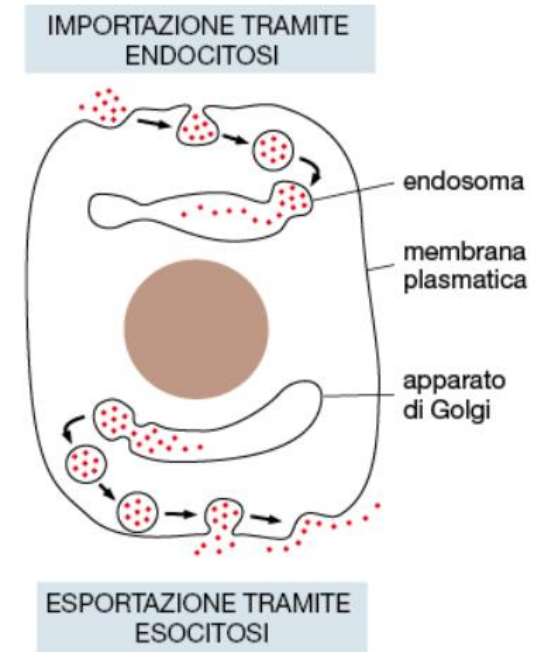


## Organuli a membrana singola

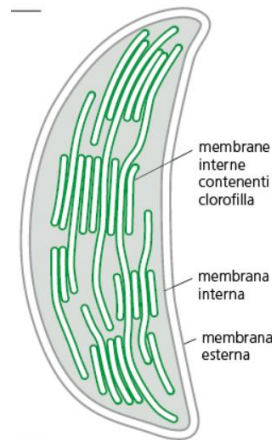
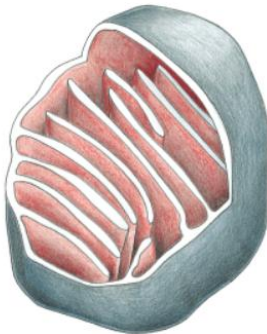
- **Reticolo Endoplasmatico (RE):** sintesi di lipidi e proteine di membrana.
- **Apparato di Golgi:** modifica, confeziona e smista molecole dal RE.
- **Lisosomi:** digestione intracellulare.
- **Perossisomi:** degradazione di molecole tossiche con perossido di idrogeno.

## Traffico vescicolare:

- **Endocitosi:** ingresso materiale esterno.
- **Esocitosi:** rilascio materiale all'esterno.



(B)



## Organuli a doppia membrana

- **Mitocondri:** ossidazione zuccheri e grassi → produzione di ATP.
- **Cloroplasti (piante e alghe):** fotosintesi → carboidrati da  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

# Cellula Eucariotica

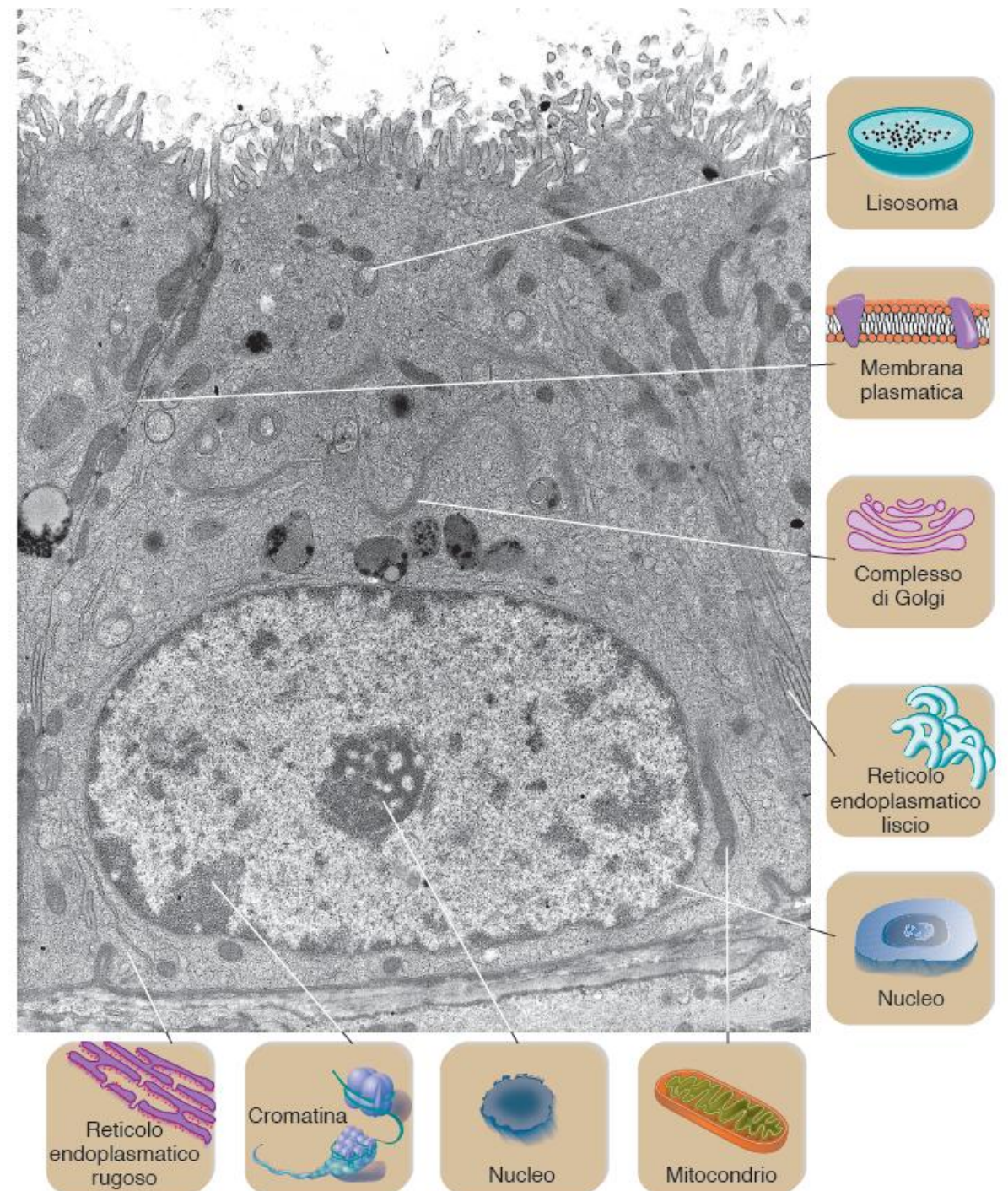
## Citosol e organuli senza membrana

### ❖ Citosol, contiene:

- ribosomi + principale sede del metabolismo.
- Gli organuli con membrana
- ioni, metaboliti e proteine, sede di molte attività cellulari.

### ❖ Condensati biomolecolari

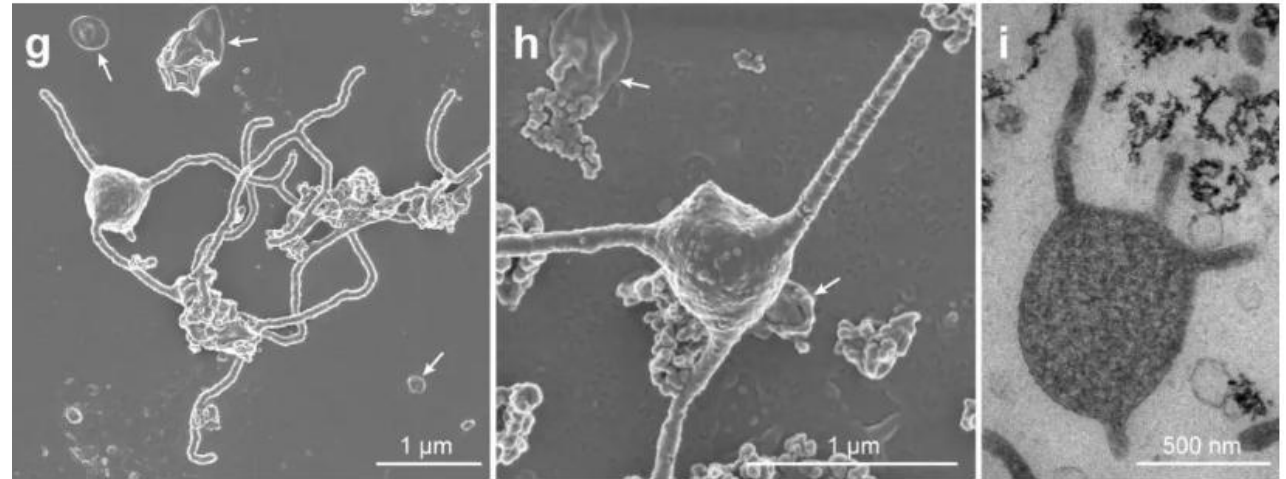
- compartimenti non delimitati da membrana (es. **nucleolo**, sede di assemblaggio dei ribosomi).



# Cellula Eucariotica: Origini e Teoria dell'Endosimbiosi

## ◆ Evento chiave evolutivo (~2 miliardi di anni fa):

- Fusione tra una cellula **archea** e un **batterio aerobio** → nascita della prima cellula eucariote.
- Prima di allora: solo procarioti per ~1,5 miliardi di anni.



## ◆ Mitocondri :

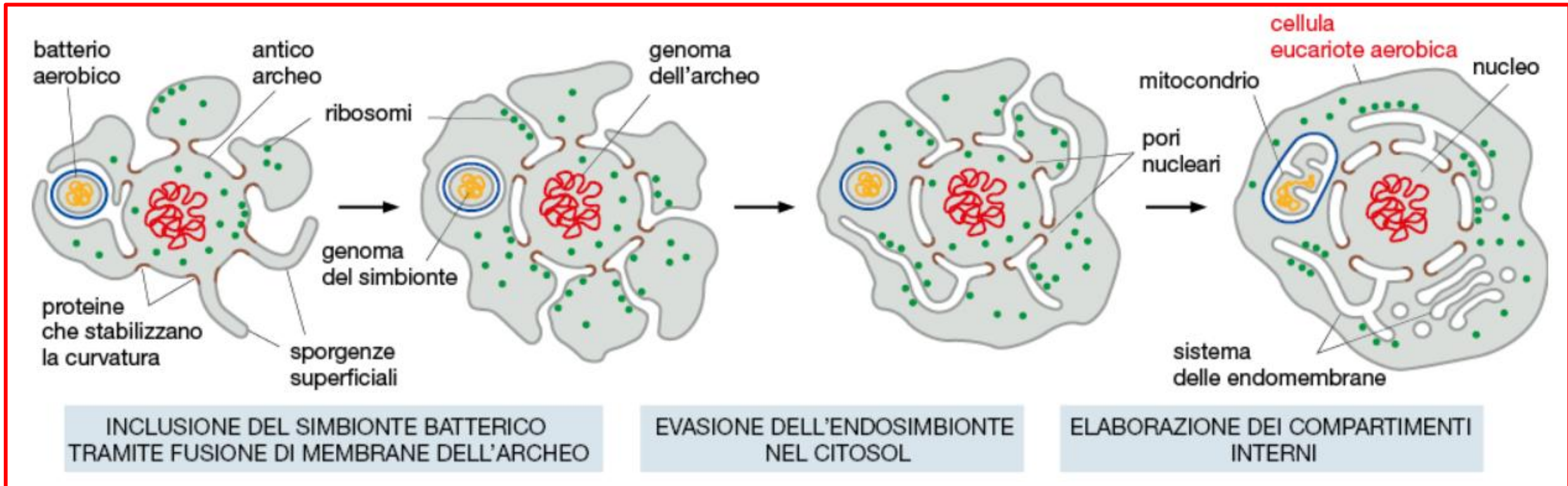
- simili a batteri per **dimensioni** e **divisione autonoma**;
- presenza di **DNA proprio** con geni batterici;
- **ribosomi e fattori di traduzione** simili a quelli batterici.
- Funzione: uso di O<sub>2</sub> per ottenere energia (fosforilazione ossidativa).

## ◆ Ruolo degli Archei Asgard

- Archei attuali della famiglia **Asgard** mostrano **geni simili** a quelli **eucariotici**.
- Il primo **Asgard coltivato** (dopo 12 anni di isolamento):
- **anaerobio** con **protuberanze ramificate**;
- **vive in simbiosi** con altri **procarioti**.
- Ipotesi: tali protuberanze avrebbero favorito la cattura del batterio aerobio.

# Cellula Eucariotica: Teoria dell'Endosimbiosi

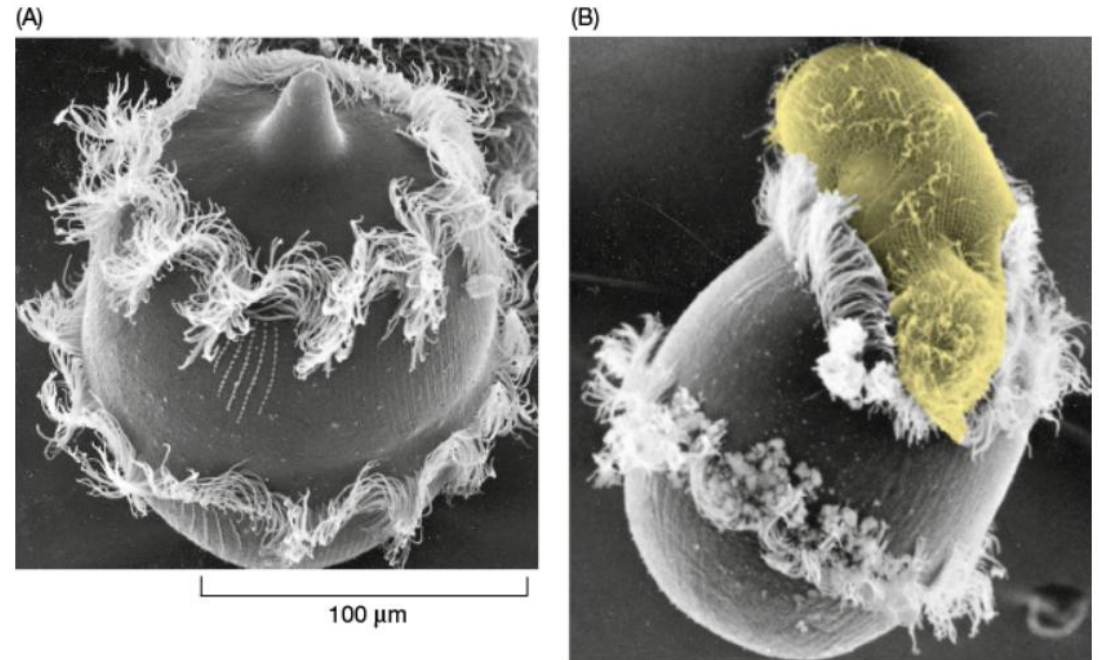
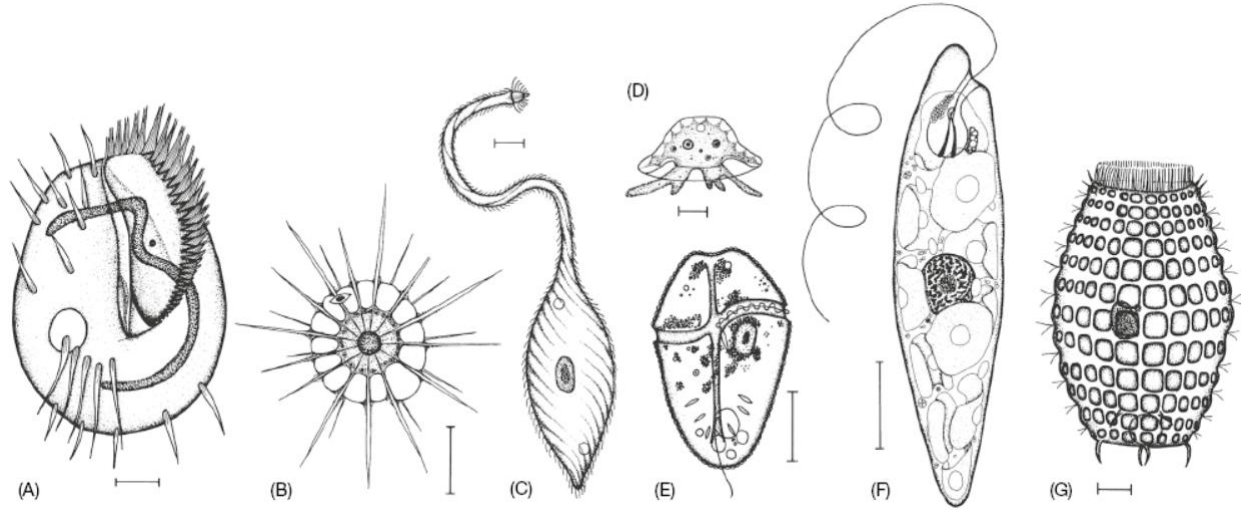
- ◆ **Modello ipotetico : Archeo Asgard con protrusioni → ingloba batterio aerobio ectosimbionte.**
  1. Fusione delle protrusioni → **batterio diventa endosimbionte.**
  2. L'endosimbionte **perde la membrana** archeale e **rimane nel citosol** → **si evolve in mitocondrio.**
  3. **Le protrusioni archeali** avrebbero **originato** anche **nucleo e organuli** a membrana singola (es. RE).



# Cellula Eucariotica Unicellulare

## ◆ Diversità funzionale

- I **genomi** degli eucarioti unicellulari risultano **più diversificati** di quelli di animali e piante.
  - Ciò dimostra che **sono comparsi prima nell'albero genealogico** eucariote.
  - Alcuni sono **cacciatori** (predatori di altre cellule).
  - Altri sono **fotosintetizzatori**.
  - Altri ancora sono **spazzini** (nutrizione per fagocitosi di detriti).
- 
- ## ◆ Strutture complesse nonostante siano cellule singole:
- **setole sensoriali, fotorecettori**
  - **cilia mobili** e appendici simili a gambe
  - **dardi pungenti**
  - **fasci contrattili** simili a muscoli

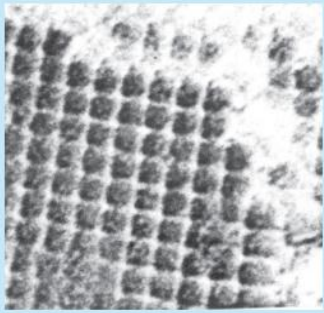


# Virus

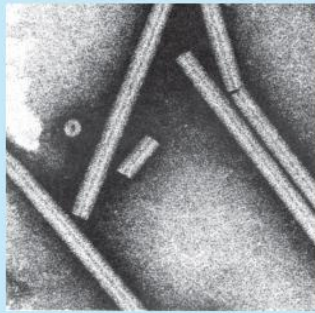
I primi segni clinici di malattie virali sono noti da secoli, ma solo alla fine del XIX secolo, con lo sviluppo della **germ theory** da parte di Koch e Pasteur, è iniziata una ricerca sistematica che ha portato alla **nascita della virologia**

Studi pionieristici tra il 1892 e il 1917 (Iwanowski, Beijerinck, Loeffler, Frosch, Landsteiner, Popper, Twort e d'Herelle) hanno dimostrato che molte malattie in animali, piante, batteri e altri organismi sono causate da **virus**, entità **ultramicroscopiche**, **non cellulari e filtrabili** (filtri di porcellana in grado di trattenere i batteri più piccoli)

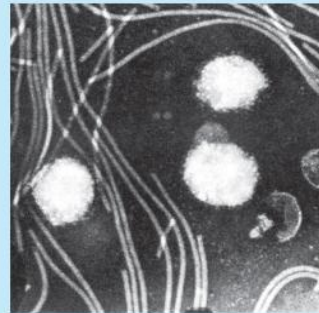
Inizialmente definiti "virus filtrabili", oggi sappiamo che i virus sono **entità genetiche** che si trovano **al confine tra il mondo vivente e non vivente**.



Poliovirus  
A Virus ad RNA



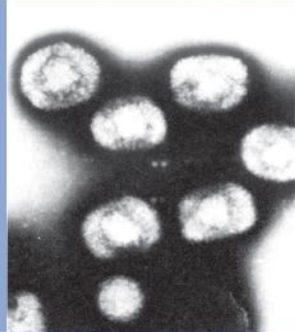
Virus del mosaico  
del tabacco



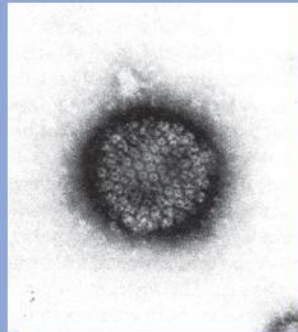
Virus  
del sarcoma  
di Rous



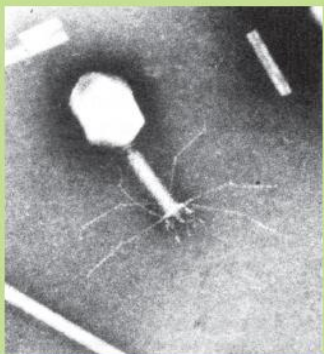
Papillomavirus  
B Virus a DNA



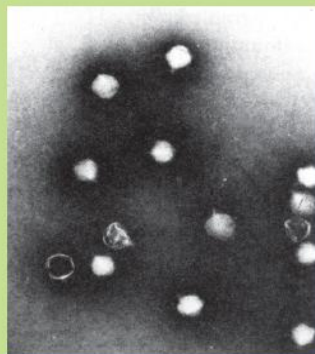
Virus del vaiolo



Virus dell'herpes  
simplex



Fago T4  
C Batteriofagi a DNA



Fago T7



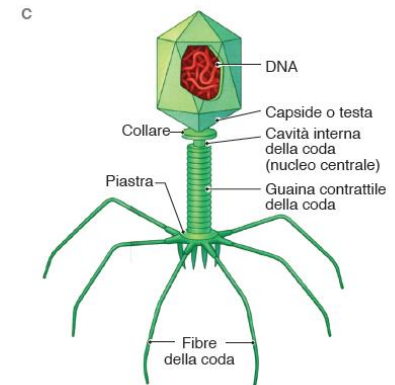
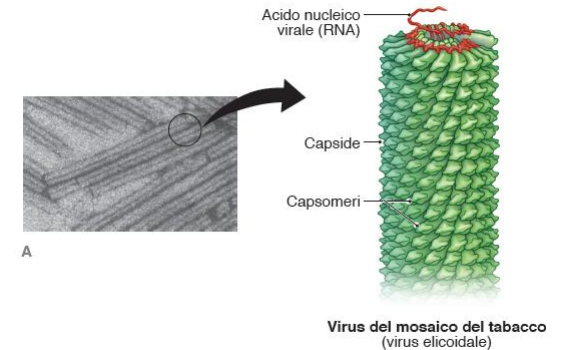
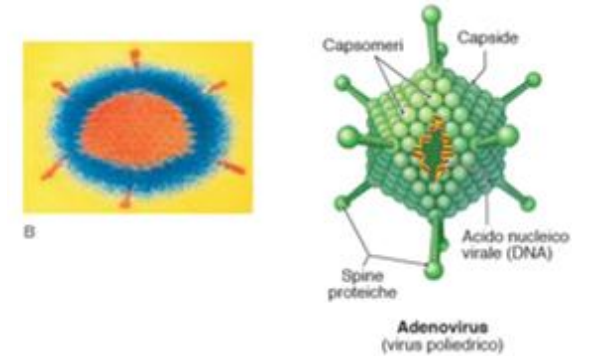
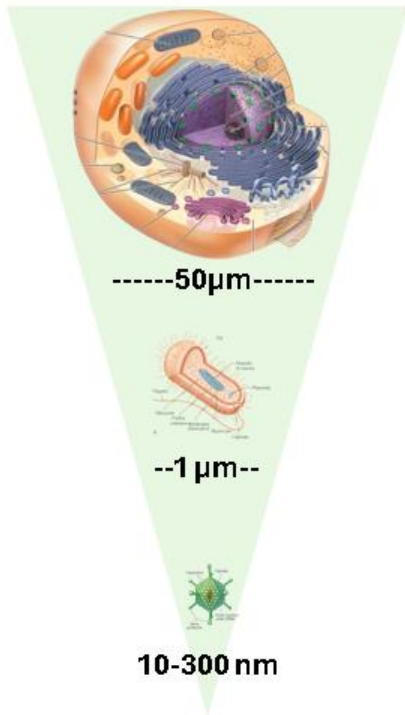
Fago λ

# Virus: Dimensioni e Morfologia

I **virus** hanno dimensioni estremamente ridotte, visibili solo al **microscopio elettronico** (limite ~5 nm). Variano dai **10 nm** (virus dell'afta epizootica) ai **250-300 nm** (virus del vaiolo), quindi molto più piccoli di batteri (1  $\mu\text{m}$ ) e cellule animali (50  $\mu\text{m}$ ).

Dal punto di vista **morfologico**, i virus presentano forme principali:

- **Icosaedrica (cubica)**: struttura quasi sferica formata da 20 triangoli equilateri di natura proteica che racchiudono il genoma.
- **Elicoidale (filamentosa)**: elica cava di proteine aggregate, spesso in interazione con l'acido nucleico elicoidale. La larghezza tipica è 15-19 nm.
- **Complesse**: comprendono i **Poxvirus** (200-400 nm, forma ovale o "a mattone") e i **batteriofagi**, che mostrano morfologie variabili. Un esempio è il **fago T4**, lungo circa 200 nm e largo 80-100 nm.



# Virus: Composizione chimica e Struttura

I virus rappresentano forme di aggregazione molecolare molto semplici, ma allo stesso tempo altamente organizzate. **Non sono in grado di replicarsi autonomamente (parassiti endocellulari obbligati)**. Sono costituiti da:

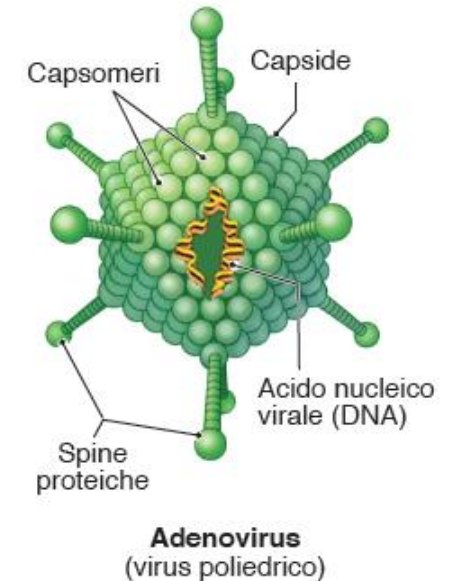
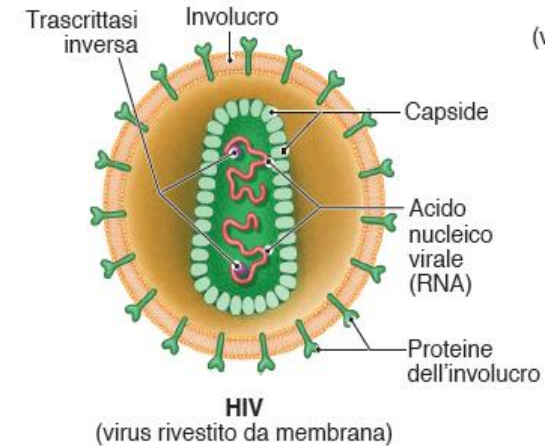
- un **acido nucleico** (DNA o RNA, mai entrambi nello stesso virione)
- un rivestimento proteico, il **capside**, formato da unità ripetute dette **capsomeri**
- **in alcuni casi da un involucro esterno (envelope)** con glicoproteine e lipidi, derivato in parte dalla cellula ospite e in parte codificato dal genoma virale.
- L'insieme **di acido nucleico e capside** prende il nome di **nucleocapside**.

Si distinguono:

- **virus nudi**: formati solo dal nucleocapside;
- **virus con envelope**: con involucro aggiuntivo esterno.

Nello **stato extracellulare**, il virus è detto **virione**: una particella infettiva completa, stabile, che grazie al capside protegge l'acido nucleico da danni chimici o enzimatici.

Nello **stato intracellulare**, il virus perde la propria individualità: capside ed eventuale envelope vengono degradati. Resta **solo l'acido nucleico** che può **integrarsi in quello della cellula ospite (provirus)**



# Virus: Tipi e Specificità dell'Ospite

La **specificità di ospite (host range)** dipende dall'interazione tra le **proteine virali di attacco** e i **recettori cellulari**. Alcuni virus hanno un **ospite molto ristretto** (es. virus del raffreddore → solo cellule epiteliali del tratto respiratorio umano). Altri possiedono un **ospite ampio**, potendo infettare **cellule simili in specie diverse** (es. virus influenzale → uomo, maiale, polli, anatre, uccelli selvatici).

**TABELLA 2.3** Classificazione dei virus animali sulla base delle caratteristiche dell'acido nucleico.

| Classe | Acido nucleico <sup>a</sup>              | Esempio                                                                              | Patologie                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I      | DNA a doppio filamento (dsDNA)           | <i>Adenovirus</i><br><i>Papovavirus</i><br><i>Herpesvirus</i><br><br><i>Poxvirus</i> | Malattie respiratorie<br>Papilloma (condilomi, tumori alla cervice)<br>Herpes simplex I (vescicole labiali), Herpes simplex II (vescicole genitali), varicella zoster;<br>virus di Epstein-Barr (mononucleosi, linfoma di Burkitt)<br>Vaiolo |
| II     | DNA singolo filamento (ssDNA)            | <i>Parvovirus</i>                                                                    | Rosolia                                                                                                                                                                                                                                      |
| III    | RNA a doppio filamento (dsRNA)           | <i>Reovirus</i>                                                                      | Diarrea, malattie respiratorie                                                                                                                                                                                                               |
| IV     | RNA a singolo filamento positivo (RNA +) | <i>Picornavirus</i><br><i>Togavirus</i>                                              | Virus del raffreddore (rinovirus); virus enterici<br>Encefaliti; febbre gialla                                                                                                                                                               |
| V      | RNA a singolo filamento negativo (RNA -) | <i>Ortomixovirus</i><br><i>Rabdovirus</i><br><i>Paramyxovirus</i>                    | Influenza<br>Rabbia<br>Morbillo                                                                                                                                                                                                              |
| VI     | RNA a singolo filamento                  | <i>Retrovirus</i>                                                                    | Leucemie (HTLV-1), AIDS (HIV)                                                                                                                                                                                                                |
| VII    | DNA a doppio filamento                   | <i>Hepadnavirus</i>                                                                  | Epatite B                                                                                                                                                                                                                                    |

<sup>a</sup> ds: doppio filamento (*double strand*); ss: singolo filamento (*single strand*).

La principale differenza tra **RNA a singolo filamento positivo (+) e negativo (-)** risiede nella loro relazione con l'mRNA virale.

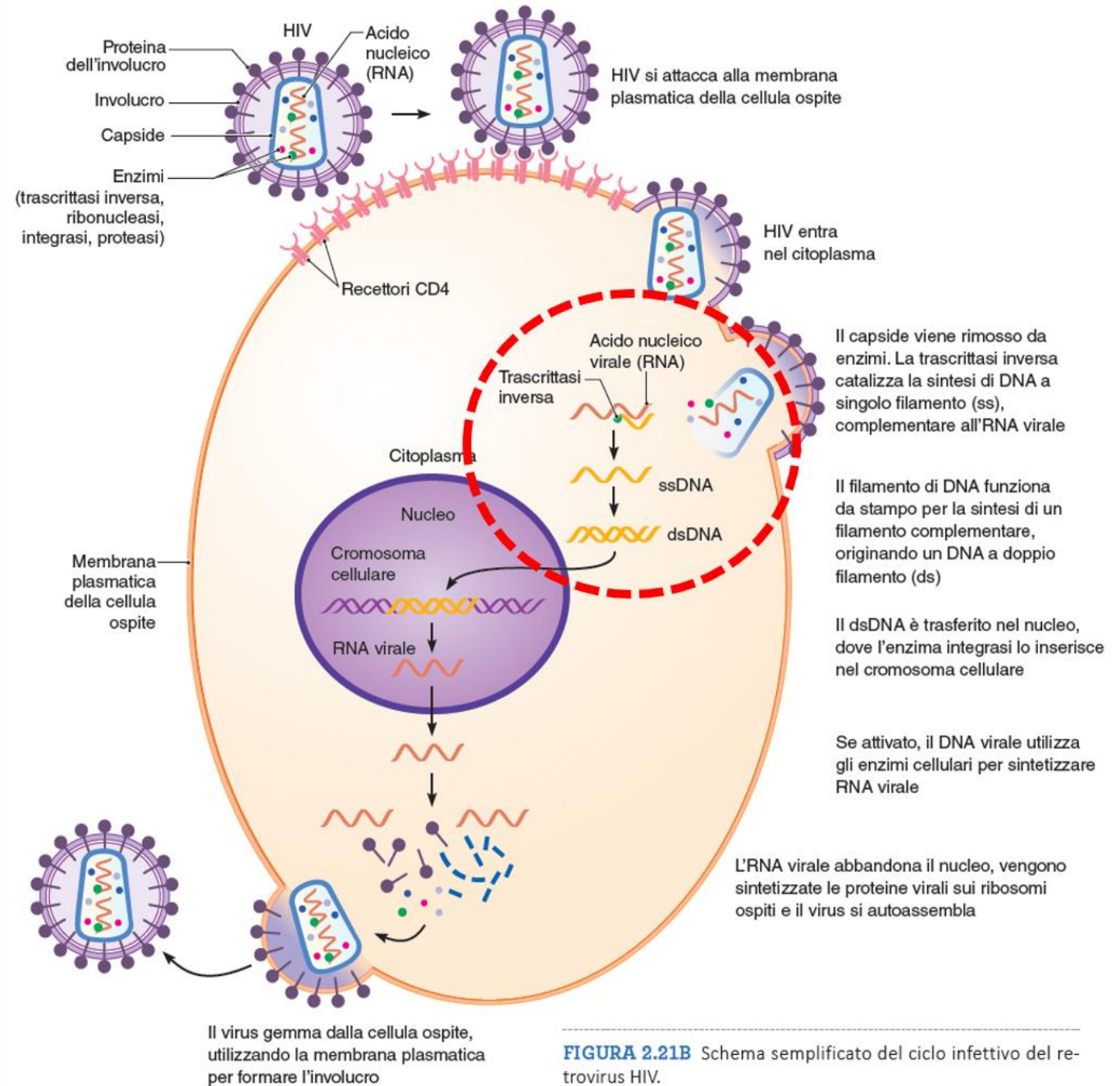
- **ssRNA (+)** ha la stessa sequenza dell'mRNA virale e **può essere tradotto direttamente** in proteine.
- **ssRNA (-)** **non può essere tradotto** direttamente e deve prima essere trascritto in ssRNA (+) complementare (antigenoma) da una **RNA polimerasi RNA-dipendente**.

# Virus An

I virus non possiedono un metabolismo autonomo, quindi dipende dalla cellula ospite. Il loro replicativo comprende:

## Virus ad RNA

- 1 Attacco:** legame con i recettori della cellula ospite.
- 2 Penetrazione:**
  - Endocitosi (formazione di una vescicola rivestita da clatrina e fusione con un endosoma).
  - Fusione (pH basso della vescicola causa fusione della membrana plasmatica della cellula ospite).
- 3 Uncoating:** degradazione dell'involucro nel citoplasma.
- 4 Replicazione:** il virus si replica nel citoplasma o nel nucleo.
- 5 Assemblaggio:** il virus si assembla nel citoplasma.
- 6 Rilascio:**
  - Lisi cellulare
  - Gemmazione



# Virus Oncogenici

Alcuni virus possono indurre **trasformazione cellulare** → integrazione nel genoma con crescita cellulare incontrollata e **immortalizzazione** → insorgenza di tumori.

**Meccanismo oncogenico:** i geni virali causano effetti negativi a causa della loro interazione con **geni soppressori tumorali e oncogeni**, regolatori critici del ciclo cellulare.

- **Virus a DNA:**
  - SV40, Polioma
  - HPV (tumori benigni e maligni, incl. cervice uterina)
  - Virus epatite B
  - Epstein-Barr (linfoma di Burkitt)
- **Virus a RNA:**
  - Retrovirus con **trascrittasi inversa** e oncogeni virali (versioni alterate di geni cellulari)
  - HTLV-1 → leucemie e linfomi
  - HIV-1 → AIDS

**TABELLA 2.4** Virus oncògeni umani.

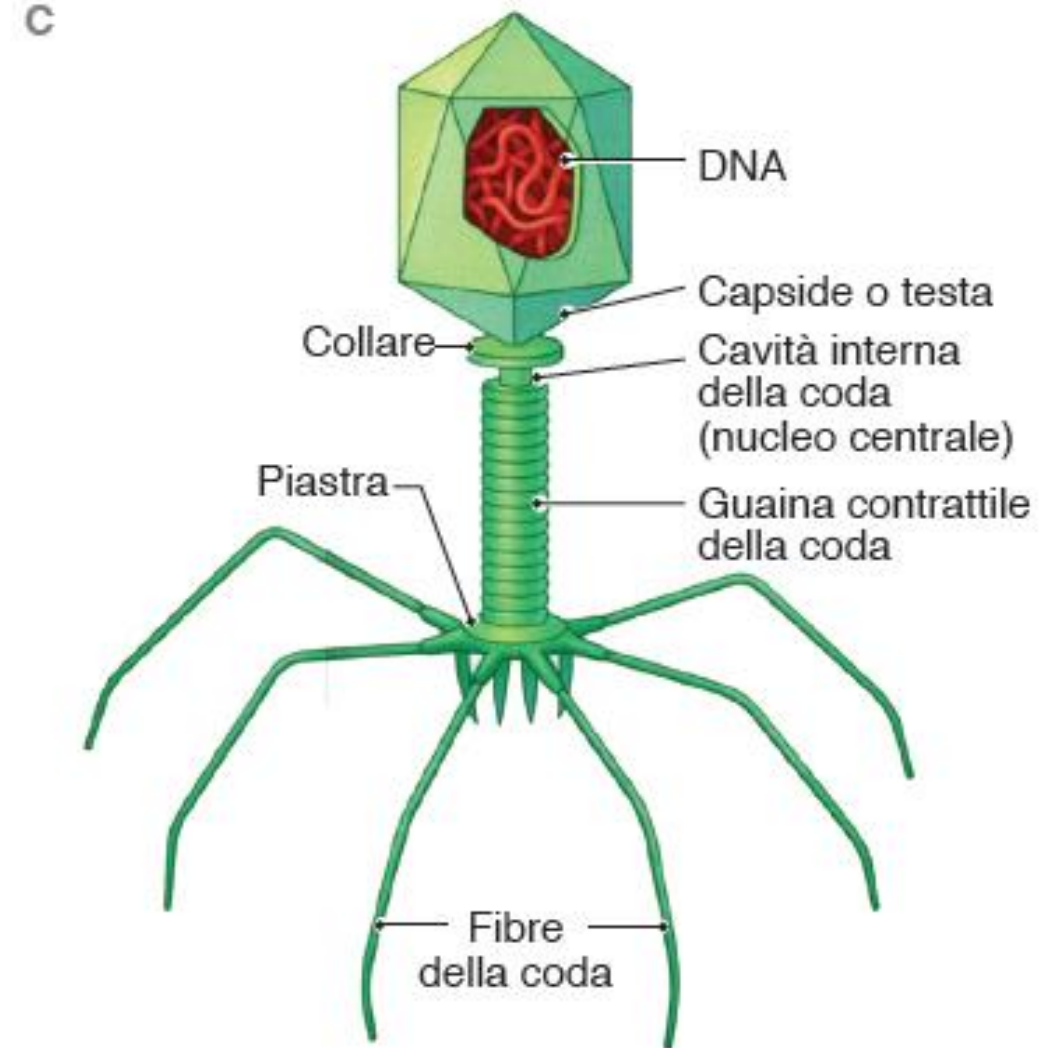
R. Alessandro et al., *Biologia e Genetica*, Edises

| Famiglia e tipo di genoma | Virus                                                               | Tumori associati                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Herpesviridae (DNA)       | Virus di Epstein-Barr (EBV)<br>Herpes virus umano di tipo 8 (HHV-8) | Linfoma di Burkitt, carcinoma nasofaringeo, linfoma di Hodgkin<br>Sarcoma di Kaposi |
| Papovaviridae (DNA)       | Papillomavirus umano (HPV-16, HPV-18)                               | Tumore della cervice                                                                |
| Hepadnaviridae (DNA)      | Virus dell'epatite B (HBV)                                          | Carcinoma epatocellulare                                                            |
| Poliomaviridae (DNA)      | Poliomavirus delle cellule di Merkel (MCV)                          | Carcinoma a cellule di Merkel                                                       |
| Flaviviridae (RNA)        | Virus dell'epatite C (HCV)                                          | Carcinoma epatocellulare                                                            |
| Retroviridae (RNA)        | Virus della leucemia delle cellule T di tipo 1 (HTLV-1)             | Leucemia e linfoma delle cellule T dell'adulto                                      |

# Virus: Batteriofagi

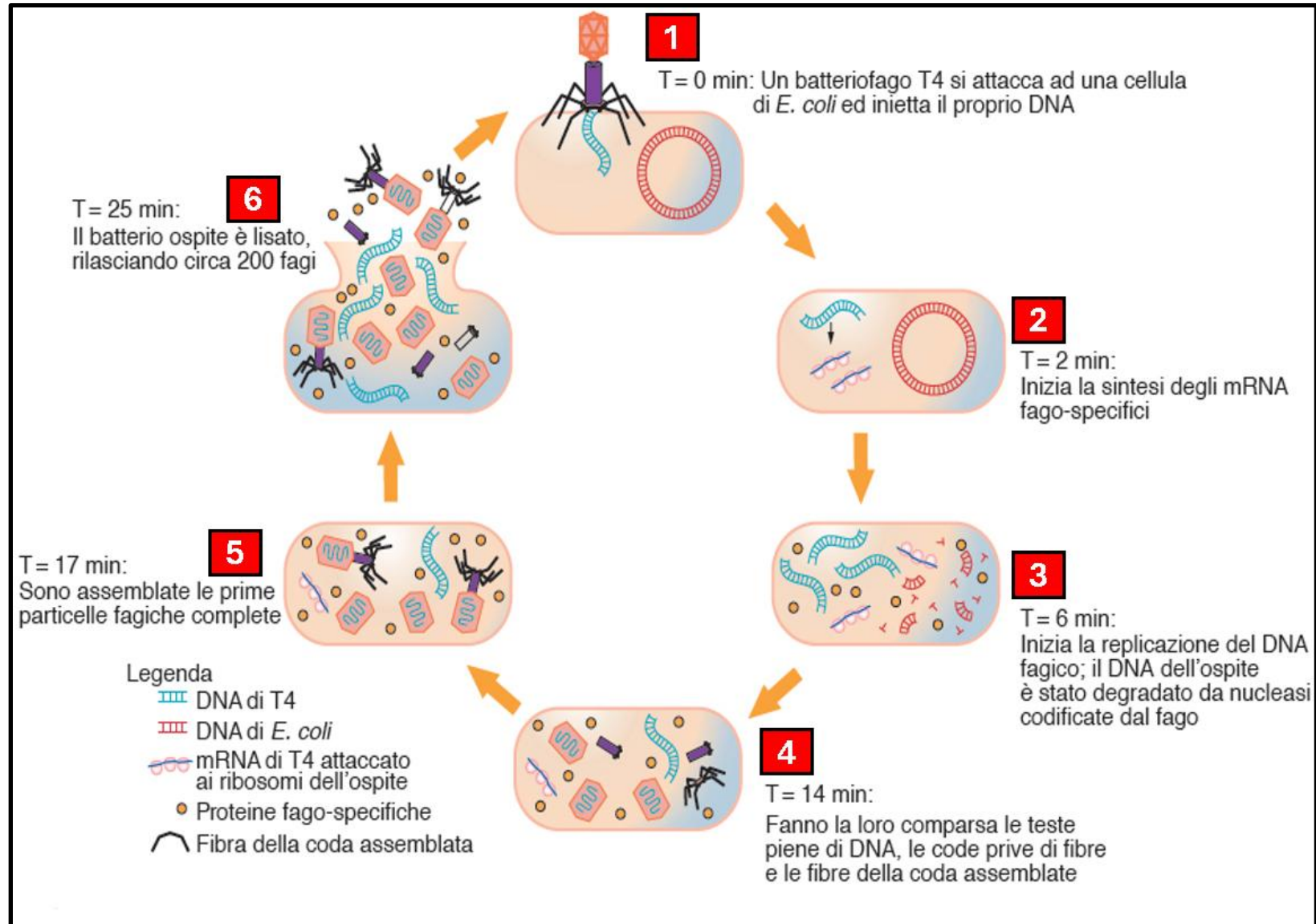
I **batteriofagi (fagi)** sono virus che infettano i batteri.  
Presentano:

- una **testa (capside)** di forma variabile – Contiene l'acido nucleico;
- Molti fagi possiedono una **coda** – formata da un **core cavo** a simmetria elicoidale, **attraverso cui passa l'acido nucleico** durante l'infezione; nei fagi complessi (es. fago T4), la coda è **rivestita da una guaina contrattile**,
- Testa e coda sono legati tramite un **collo con collare**
- All'estremità si trova la **piastra basale** con **spine e fibre** utilizzate per riconoscere e legarsi a recettori specifici della cellula batterica.



# Batteriofagi – Ciclo Litico

- 1 Attacco:** il fago si ancora al batterio tramite fibre della coda → recettori specifici.
- 2 Penetrazione:** iniezione diretta del DNA fagico.
- 3 Replicazione (ciclo litico, es. fago T4):**
  - **Periodo di eclisse:** sintesi di mRNA fagico → proteine precoci (DNA dell'ospite degradato).
  - **Espressione geni tardivi:** proteine strutturali + enzimi per la lisi.
- 4 Maturazione:** autoassemblaggio testa-coda + impacchettamento DNA.
- 5 Rilascio:** lisozima e proteine tardive rompono la cellula batterica → 100–200 nuovi fagi.
- 6 Burst time:** 20–40 min.



# Batteriofagi – Ciclo Lisogenico

Tipico dei fagi **temperati** (es. Fago  $\lambda$ )

- **Profago**: DNA virale integrato nel cromosoma batterico.
- La cellula ospite (**batterio lisogeno**) replica **anche il DNA virale** senza produrre fagi attivi.
- **Proteine di repressione** bloccano i geni virali → mantenimento in **latenza per molte generazioni**.
- **Induzione**: **stimoli avversi** (raggi UV, agenti mutageni) **inattivano i repressori** → il profago si libera e inizia un ciclo litico.

