

Composizione e organizzazione della materia vivente

Le caratteristiche salienti del fenomeno vita vanno attribuite alla rigida organizzazione: strutturale, spaziale e gerarchica che ne regola le interazioni.

Il grande biologo Joseph Needham disse: "Il problema dell'organizzazione è il problema centrale della biologia nonché l'enigma fondamentale".

Le molecole biologiche sono costituite da atomi, il cui corretto orientamento reciproco è assicurato da legami chimici.

Gli atomi interagiscono grazie agli **elettroni di valenza o di legame**, ossia gli elettroni dello **strato più esterno**, l'interazione può avvenire seguendo due strade diverse:

-scambio di elettroni;

-la messa in comune, ossia alla condivisione di un certo numero di particelle subatomiche.

Nel caso in cui i due atomi hanno scarsa propensione a cedere elettroni, il completamento del guscio esterno di elettroni (**ottetto**) avviene attraverso la **condivisione di una o più coppie di essi**.

Con tale condivisione viene a crearsi una forza attrattiva di grande intensità conosciuta come legame covalente, un legame molto forte dal punto di vista energetico e importante in base al fatto che la nuvola elettronica comune può essere equamente suddivisa fra gli atomi oppure stazionare preferenzialmente in prossimità di uno di essi. Tale fenomeno prende il nome di **polarizzazione** essa è l'artefice delle attrazioni molecolari ed è decisiva per l'insorgenza di interazioni deboli dette intramolecolari (ad esempio i legami a ponte di idrogeno).

La polarizzazione di una singola molecola biologica favorisce la completa o parziale compatibilità di essa quel mezzo acquoso (idrofiliata). Polarità ed idrofiliata dunque sono inscindibili.

Molecole elettricamente neutre possono interagire attraverso legami deboli, ossia interazioni idrofobiche: forze attrattive simili alle forze di Van der Waals infatti le interazioni idrofobiche perdono di intensità con l'aumento della distanza tra entità chimiche interagenti.



Nel primo caso i due atomi interagenti **acquisiscono una carica elettrica che risulterà: positiva per l'atomo che cede elettroni e negativa per quello che l'acquista**. I due atomi risulteranno attratti dalla forza derivante dal fronteggiarsi delle cariche di segno opposto, questo tipo di forza attrattiva è detta legame ionico o salino, essa viene facilmente contrastata dalla solvatazione del composto in un solvente polare ad esempio l'acqua.



Quindi possiamo dire che le forze attrattive intermolecolari possono essere suddivise in:

- legami forti, ossia covalenti;**
- legami deboli, a ponte di idrogeno e interazioni**

Molecole biologiche:

La composizione della materia vivente include: carbonio, ossigeno, idrogeno, azoto zolfo e fosforo.

Il protoplasma è la sostanza vivente che costituisce la cellula; comprende il nucleoplasma e il citoplasma.

Esso prevede componenti chimici classificati in: composti inorganici (acqua e sali minerali) e composti organici (zuccheri, grassi, proteine, acidi nucleici). Le molecole ascrivibili alla componente organica del protoplasma possono essere distinte in quattro famiglie:

Acqua 80%
Proteine 15%
Lipidi 2,5%
Glucidi o zuccheri 1%
Acidi nucleici 1%
Sali universali 0,5%
C+H+O+N 98%

Osserviamo gli elementi nel dettaglio

-L'acqua (H₂O)

è un solvente altamente polare data la simmetria delle nuvole elettroniche comuni a ossigeno e idrogeno, sull'ossigeno stazionerà una carica negativa mentre i due idrogeni risulteranno elettricamente positivi.

-L'ossigeno fa 2 legami covalenti con i rispettivi idrogeni per cui gli elettroni dei legami sono verso l'ossigeno che si carica negativamente

-L'idrogeno si carica positivamente

quando due molecole d'acqua interagiscono si forma il legame idrogeno più debole di quello covalente

A basse temperature i legami idrogeno sono più stabili: nel ghiaccio le molecole d'acqua sono bloccate in un reticolo tridimensionale formati da legame a idrogeno legame idrogeno si formano anche nelle interazioni idrofobiche. Le molecole idrofobiche non interagiscono con l'acqua perché fatte da molecole apolari ovvero C-H. Il carbonio non riesce ad attrarre gli elettroni dell'idrogeno dell'acqua, ha bassa elettronegatività a differenza dell'ossigeno.

Sostanze ioniche in acqua si dissociano completamente **Sostanze polari** in acqua pur facendo legami idrogeno mantengono la loro integrità.

Glucidi

I **Glucidi** anche detti idrati di carbonio sono composti ternari di: **carbonio, idrogeno e ossigeno**.

Gli zuccheri più semplici o

monosaccaridi, presentano catene carboniose corte formate da cinque (pentosi) o sei (esosi) atomi di carbonio, contenenti un gruppo aldeidico (aldosi) o un gruppo chetonico (chetosi) per la presenza di numerosi ossidril (OH).

Le catene carboniose monosaccaridiche si ripiegano in struttura ciclica, grazie la formazione di un ponte d'ossigeno tra C 1 e 5 o tra 2 e 5. La cellula tende però a raggruppare i monosaccaridi in molecole polimeriche più complesse, come oligosaccaridi (dieci venti unità monomeriche) o polisaccaridi.

Tra i **polisaccaridi** di riserva vanno ricordati: il **glicogeno**, presente nella cellula animale e l'amido in quella vegetale. Il classico polisaccaride strutturale è rappresentato dalla

cellulosa, composto della parete cellulare propria della cellula vegetale. Il glicogeno, l'amido e la cellulosa sono tutti omopolimeri ossia macromolecole costituite dall'unione di unità monosaccaridiche uguali tra loro (alpha-d-glucosio, per il glicogeno e l'amido; beta-d-glucosio, per la cellulosa).

Gli **eteropolimeri** invece risultano formati dal concatenarsi di unità di base differenti, quali i glicosaminoglicani (GAG). I GAG sono lunghe catene polisaccaridiche composte da **unità disaccaridiche chi si ripetono**. I **glicosaminoglicani** sono ricchi di gruppi acidi per la presenza di diverse unità zuccherine, di gruppi solforici e carbossilici. Dall'interazione tra GAG e molecole proteiche prendono origine i proteoglicani.

Sia i GAG sia i proteoglicani sono **molecole extracellulari** che rappresentano la parte più rilevante della matrice connettivale.

Le **glicoproteine**, cioè **molecole proteiche associate a corti residui oligosaccaridici**, a massa molecolare più contenuta possono entrare nella costituzione delle membrane cellulari dove rappresentano antigeni di superficie.

Fra i glucidi il **Glucosio**, monosaccaride aldoso ed esoso, rappresenta una delle principali fonti energetiche cellulari; infatti molte cellule tendono ad accumularlo nel proprio citoplasma sottoforma di polimeri (glicogeno nelle cellule animali e amido in quelle vegetali).

Lipidi

Il **lipidi** sono composti organici caratterizzati da notevole eterogeneità di struttura, essi vengono definiti: **semplici** quando presentano idrofobicità, al contrario, sono definiti **complessi** quando sono caratterizzati da residui idrofili...:son capaci quindi di conferire a questi composti un carattere anfipatico ossia presenza di zone polari ed apolari.

I **fosfolipidi** rappresentano i lipidi complessi di maggior rilevanza cellulare, essi presentano una struttura simile a quella dei trigliceridi e hanno una spiccata anfipaticità. Tale caratteristica è attribuita alla presenza di un residuo fosforico idrofilico posto ad esterificare una delle tre funzioni alcoliche del glicerolo. Al residuo fosforico si uniscono diverse molecole polari e similmente a quanto avviene nei trigliceridi, le due rimanenti funzioni alcoliche vengono esterificate da altrettanti acidi grassi a lunga catena carboniosa, andando a costituire la zona idrofobica del fosfolipide. Dunque la molecola fosfolipidica viene rappresentata da una **testa globulare idrofilica (polare) costituita da residuo fosforico unito a molecole polari e da due lunghe code**

idrofobiche rappresentate dalle catene carboniose di due acidi grassi. La testa polare ha il compito di creare in seno alla molecola lipidica un'area idrofila quindi capace di interagire con il solvente acquoso e indurre le unità fosfolipidiche ad assumere l'organizzazione laminare(palizzata). (Con le catene di acidi grassi che si associano tra loro).

Tra i lipidi semplici di interesse biologico vanno i trigliceridi (esteri del glicerolo) in cui le tre funzioni alcoliche del glicerolo sono esterificate da altrettante molecole di acidi grassi a lunga catena carboniosa.

I **trigliceridi** invece sono grassi neutri, molecole prive di cariche elettriche e dunque idrofobiche e a causa di ciò queste possono essere stivate nel citoplasma sotto forma di goccioline lipidiche ed essere utilizzate dalla cellula come fonte energetica.

Proteine(protidi)

Le **proteine** sono eteropolimeri ovvero molecole costituite dall'assemblaggio di costituenti e dello sviluppo spaziale, risultano suddivisibili in due grandi categorie:acido **desossiribonucleico** (dna) e acido **ribonucleico** (rna). Gli acidi nucleici sono definiti **polinucleotidi**, i nucleotidi sono le unità di base. Ogni nucleotide risulta esser composto da **una base azotata, da un pentoso (monosaccaride cinque atomi di carbonio) e da un radicale fosforico**. Nel dna il pentoso è il desossiribosio mentre nell'rna è il ribosio. Le basi adottate si dividono in: purine e pirimidine. (Struttura ciclica)

I legami peptidici che caratterizzano la catena polipeptidica vengono instaurati tra il carbonio del gruppo carbossilico di un amminoacido e l'azoto del gruppo amminico dell'amminoacido successivo: la successione lineare forma un asse da cui sporgono residui amminoacidici.

La presenza/assenza di cariche elettriche determina le **modalità di ripiegamento** della catena polipeptidica: la configurazione spaziale determina il ruolo biologico di una molecola proteica.

Le modalità vengono raggruppate in 4 tipi:

1) **struttura primaria**, ordine degli amminoacidi posti in catena.

2) **struttura secondaria**, comprende i ripiegamento spaziali della catena proteica: foglietti beta e alfa-eliche.

3) **struttura terziaria**, propria delle proteine globulari, prevede ripiegamenti imposti dall'instaurarsi di legami covalenti intracatena.

4) **struttura quaternaria**, riguarda molecole complesse tenute unite da legami covalenti intracatena.

•Acidi nucleici

Gli **acidi nucleici** sono eteropolimeri che, in funzione delle unità di base costituenti e dello sviluppo spaziale, risultano suddivisibili in due grandi categorie:acido **desossiribonucleico** (dna) e acido **ribonucleico** (rna).

Gli acidi nucleici sono definiti **polinucleotidi**, i nucleotidi sono le unità di base. Ogni nucleotide risulta esser composto da **una base azotata, da un pentoso (monosaccaride cinque atomi di carbonio) e da un radicale fosforico**.

Nel dna il pentoso è il desossiribosio mentre nell'rna è il ribosio. Le basi adottate si dividono in: purine e pirimidine. (Struttura ciclica)

Purine: Adenina e Guanina, ad anello doppio.

Pirimidine: Timina, Citosina e Uracile, ad anello singolo.

Le due purine compaiono in DNA e RNA mentre le pirimidine presenti nel DNA sono Timina e Citosina, nell'RNA al posto della Timina troviamo l'Uracile.

Nella formazione del nucleotide, il radicale fosforico esterifica il gruppo alcolico portato dal carbonio 3 della molecola zuccherina.

La catena polipeptidica viene formata per esterificazione del gruppo alcolico zuccherino (posizione 5 del nucleotide) da parte del residuo fosforico già legato in posizione 3 del pentoso proprio di un secondo nucleotide. Il radicale fosforico viene a trovarsi a ponte tra i nucleotidi legando i relativi zuccheri in posizione 3 e 5. Quindi ai due capi della catena resteranno libere la posizione 3 da un lato e 5 dall'altro.

-Struttura dell'RNA

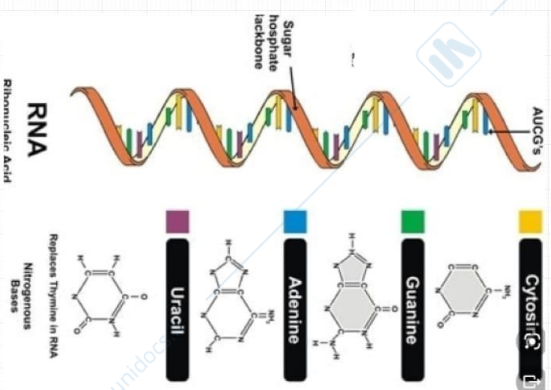
L'**RNA** è un polinucleotide con un singolo filamento.

In base al ruolo cellulare giocato l'rna può essere raggruppato in tre categorie:

- **rna messaggeri(mrna)**: coinvolti nel trasporto dell'informazione dal nucleo al citoplasma, sede della sintesi proteica ovvero il luogo della decodificazione dell'informazione.

- **rna ribosomiale(rrna)**: coinvolti nella costruzione di ribosomi.

- **rna transfer(trna)**, ovvero adattatori molecolari utilizzati per far corrispondere a una data al tripletta



-Struttura del DNA

La molecola di **DNA** è formata da due catene antiparallele avvolte ad elica.

Le basi si legano grazie a legami ad idrogeno grazie alla loro "**complementarietà**": A-T e C-G. Durante l'autoduplicazione del DNA la **doppia elica** si apre liberando le due catene polipeptidiche costituenti. Ogni singolo filamento fungerà da stampo (duplicazione semiconservativa) per la costruzione del filamento complementare che, grazie alla complementarietà delle basi, non potrà che essere identico a quello mancante.

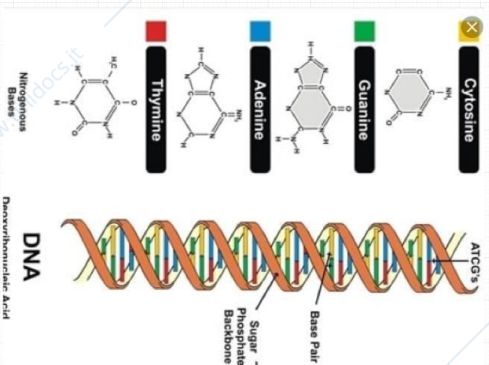
Ogni organismo è costituito da una propria costituzione proteica, la trasmissione di tali informazioni (ereditarie) avviene attraverso il DNA. Le proteine differiscono per tipo e sequenza di aminoacidi, l'informazione per la costruzione del set proteico è presente nel DNA sotto forma di una sequenza di nucleotidi.

Esiste una precisa correlazione tra ciascun aminoacido e una tripla (sequenza di tre nucleotidi) : **codice genetico**.

I 4 nucleotidi presenti nel DNA, presi **tre alla volta**, danno luogo a 64 combinazioni differenti, più che sufficienti per codificare ciascuno dei 20 aminoacidi vitali.

A causa della degenerazione del codice genetico, un singolo aminoacido può corrispondere a più triplette.

Il tratto di DNA contenente l'informazione per la costruzione di una data catena polipeptidica si dice **gene**.



Tecniche di base per lo studio delle cellule

Data la complessità organizzativa dei viventi l'approccio sperimentale per lo studio deve prevedere indagini rivolte a diversi livelli organizzativi: approccio morfologico e molecolare.

L'approccio morfologico è di tipo descrittivo e permette di determinare l'organizzazione protoplasmatica, ossia la forma degli elementi cellulari. Tuttavia tale approccio non ci aiuta ad individuare i meccanismi di svolgimento di relazioni spaziali e strutturali.

Lo strumento d'indagine dell'approccio morfologico è il microscopio:

La **differenza** sostanziale tra i due sta nel loro potere di risoluzione e, di conseguenza nell'ingrandimento. L'ingrandimento di lavoro e il potere di risoluzione risultano essere funzione della lunghezza d'onda della radiazione utilizzata (minore è la lunghezza d'onda e maggiore è la capacità risolutiva dell'apparecchio).

Il microscopio ottico ha potere massimo si risoluzione pari a 0,2 micron e di norma è utilizzato per l'osservazione di cellule viventi o fissate e sezioni di tessuti o organi.

-**elettronico**, dove il campione in esame viene colpito da un fascio di elettroni. Il microscopio elettronico ha un potere di risoluzione raggiungibile compreso tra 0,2 e 0,3 nanometri, esso pur non permettendo lo studio di campioni viventi è indispensabile per l'acquisizione dei dati necessari a uno studio dettagliato dei diversi organuli cellulari fino a giungere a fornire informazioni sulla morfologia delle principali molecole biologiche (isolate e purificate). I

Preparazione dei campioni per l'indagine microscopica:

- fissazione;
- inclusion e sezionamento (taglio);
- colorazione.

La **fissazione** ha due scopi: arrestare le attività metaboliche negli elementi cellulari costituenti il campione e mantenere la sua integrità morfologica.

Questi scopi possono esser raggiunti sia con mezzi chimici (alcol ecc...) sia con mezzi fisici (congelamento).

Inclusione e sezionamento rappresentano due operazioni interconnesse. Se da un lato l'indagine microscopica prevede la riduzione del campione in sezioni sottili tanto da farsi attraversare dalla sorgente luminosa o dal fascio di elettroni, dall'altro l'operatore si trova a maneggiare un campione poco consistente e difficile da sezionare con precisione.

Per cui l'inclusione ha il compito di conferire maggior consistenza all'oggetto in esame per poter esser sezionato.

Il sezionamento avviene grazie a specifiche apparecchiature:

- microtomi (a lama metallica-microscopia ottica);**
 - ultramicrotomi (a lama di vetro o di diamante-microscopia elettronica).**
- Colorazione**(contrasto per la microscopia elettronica) acquista significato in considerazione della omogeneità protoplasmatica nei confronti della luce(oelettroni).

Allo scopo di creare disomogeneità nei confronti delle radiazioni è necessario fornire di filtri interni il campione/preparato da analizzare, ciò significa impregnare le diverse strutture di coloranti in grado di assorbire radiazioni di lunghezza d'onda specifica.

In microscopia elettronica sarà possibile ottenere il contrasto necessario utilizzando sostanze elettrion-opache che, legandosi con affinità differente alle strutture in esame, daranno immagini in bianco e nero ma caratterizzate da un'ampia gamma di grigi.

Questa fase del processo permette di osservare l'organizzazione

La cellula

La cellula è l'unità di base della biologia.

La cellula:

- Ha dimensioni ridotte per facilitare gli scambi, resi possibili dal rapporto superficie/volume attuale.
- aumentando il volume diminuisce questo rapporto.
- Perché la capacità di scambio è proporzionale alla superficie, se una cellula cresce oltre un limite non sarà più capace di assumere sostanze;
- dipende dal movimento casuale delle molecole per diffusione. L'aumento di volume rende maggiore la distanza tra superficie e il suo interno questa viene detta diffusione sufficiente;
- è necessario mantenere adeguate concentrazioni locali di sostanze di enzimi coinvolti nei diversi processi cellulari;
- le cellule sono sistemi complessi governati da processi complessi;
- sono organizzati in maniera ottimale;
- hanno un programma genetico;
- diverse cellule di un organismo attivano un programma diverso pur avendo stessa qualità e quantità di DNA. Tale programma fa riferimento al tessuto di appartenenza;
- assegnano, producono ed utilizzano energia.
- effettuano reazioni chimiche (metabolismo) e meccaniche;
- rispondono agli stimoli esterni e si adattano a essi;
- hanno sistemi per autoregolarsi (regolare l'equilibrio=Iomeostasi);
- quelle staminali possono decidere in cosa differenziarsi. Staminali per eccellenza è la cellula nuovo.

Nel 1665 Robert Hooke analizzando un pezzo di sughero dei pori che denominò cellule (piccole camere).

Nel 1839 Scheiden e Schwann formularono i primi due principi della Teoria Cellulare

- Gli organismi sono formati da cellule
- La cellula è l'unità strutturale della vita.

Nel 1885 Rudolf Virchow enunciò il terzo principio:

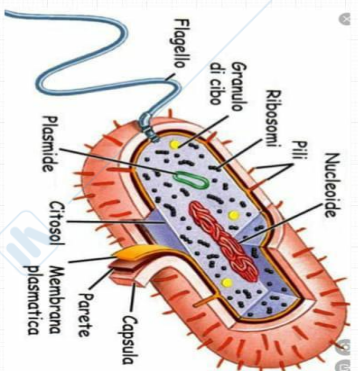
- Le cellule derivano da cellule preesistenti

- si possono riprodurre con riproduzione o assessuale=mitosi. Non c'è lo scambio di materiale genetico
- sessuale=genera nuove cellule che daranno origine a nuovi organismi. Vi è scambio di materiale genetico.

Le cellule si dividono in:

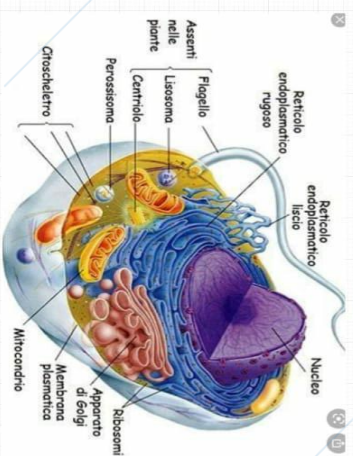
procariti (batteri):

- un batterio è una cellula vegetale hanno:
- membrana plasmatica
- informazione genetica codificata da DNA con codice genetico
- meccanismi simili per trascrizione e traduzione e fotosintesi
- vie metaboliche condivise



eucarioti (protisti, funghi, piante):

- La cellula è divisa in nucleo e citoplasma
- Hanno:
- cromosomi complessi formati da DNA e proteine
- organelli citoplasmatici membranosi complessi
- organelli specializzati per respirazione e fotosintesi
- citoscheletro con microtubuli ovvero fibre che formano il fuso. Esso ha diverse funzioni di sostegno.
- flagelli e ciglia
- pareti cellulari con cellulosa
- divisione che utilizza il fuso contenente microtubuli per separare i cromosomi
- due copie di gene
- riproduzione sessuale richiedente meiosi
- capacità di interagire con l'esterno.



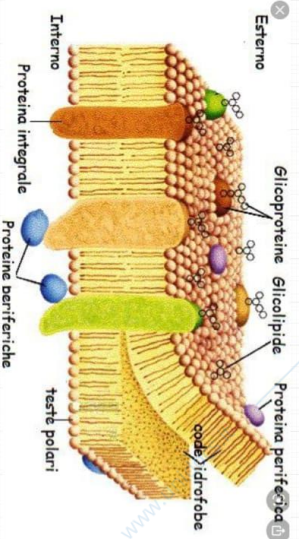
Cellula eucariotica

Membrana plasmatica o plasmalemma

Ogni cellula eucariotica è circonscritta da una membrana limitante, detta membrana plasmatica o plasmalemma lipoproteica che la separa dall'ambiente circostante. La membrana plasmatica è costituita da **tre strati**, in particolare è costituita da un **doppio strato fosfolipidico** infatti la formazione laminare che si è venuta a creare appare strutturata in modo da presentare **due superfici idrofobiche (le teste dei fosfolipidi) rivolti verso il mezzo acquoso (extra ed endocellulare) e uno strato idrofobico intermedio costituito dalle code degli acidi grassi**.

Intorno ai primi anni '70, Singer e Nicholson proposero un modello di membrana, detto a **mosaico fluido**.

In questo modello le proteine si trovano più o meno immerse nel film lipidico. Le proteine estrinseche di membrana poggiano sulle teste dei fosfolipidi, aderendo alla componente lipidica per semplice attrazione elettrostatica. Le proteine intrinseche o integrali, si trovano immerse per tratti più o meno estesi nel doppio strato fosfolipidico. Alcune proteine, dette di **transmembrana**, attraversano lo stato lipidico sporgendosi sia dalla superficie citoplasmatica sia da quella esterna del plasmalemma. Il passaggio dei materiali attraverso la membrana, viene assicurato da **canali idrofobici** scavati nel contesto di una singola proteina transmembrana. La fluidità della membrana è dovuta al fatto che ogni singola molecola è mobile. Lipidi e proteine non rappresentano i soli contenuti della membrana plasmatica. È importante considerarle anche la **componente polisaccaridica** sotto forma di **glicoproteine** e lipidi sotto forma di **glicolipidi**. Per tale complesso di residui glucidici di superficie è stato coniato il nome di **glicosale**, il quale è impegnato in varie funzioni, tra cui il riconoscimento tra cellule, l'adesione cellulare, e le interazioni cellula-matrice extracellulare.



Trasporto di membrana

Attraverso il doppio strato lipidico possono passare per **diffusione** soltanto acqua e piccole molecole apolari. Per favorire scambi, attraverso la membrana, di ioni e metaboliti, esistono specifiche **proteine trasportatrici**, ciascuna specializzata nel trasporto di una data specie molecolare. Essi si distinguono in proteine canale e proteine carrier.

Le **proteine canale**, permettono alla molecola da trasportare, di passare attraverso un poro acquoso presente nella struttura proteica e così di passare attraverso la membrana. La loro apertura può essere indotta da uno **stress meccanico**, da un **cambiamento di potenziale o da un ligando ovvero una molecola diversa da quella trasportata**. Il trasporto attraverso una proteina canale avviene sempre **seguendo il gradiente elettrochimico**, cioè la **differenza di concentrazione (della specie da trasportare) ai due lati della membrana, e dalla carica elettrica assoluta ai due lati della**

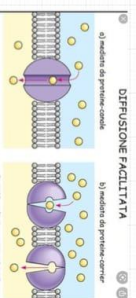
Le **proteine carrier** si legano alla

molecola da trasportare in **corrispondenza di un determinato sito** il quale è esposto verso l'ambiente e quindi cambiando la propria conformazione permettono il rilascio della molecola verso l'altro lato della membrana. Per quanto riguarda le proteine carrier, il trasporto può avvenire o in modo **passivo** cioè a **spese del gradiente elettrochimico**, o in modo **attivo**, cioè **contro il gradiente** stesso. In tal caso è richiesta energia, sottoforma di idrolisi dell'atp. Nel trasporto attivo, il cambiamento della proteina carrier non può essere introdotto dal legame con uno ione chi segue il gradiente, ma introdotto dal idrolisi di ATP, infatti in questo caso la proteina carrier è un enzima ATPasico. Un esempio è quella della pompa sodio potassio, la quale serve per trasferire all'esterno 3 molecole di sodio, mentre porta all'interno due molecole di potassio. Questa pompa serve a mantenere un gradiente del sodio e a creare una differenza di potenziale a livello della membrana che serve per la trasmissione

La membrana è **semipermeabile** (cioè lascia passare solo il solvente non il soluto). Si avrà, quindi, solo il passaggio di acqua verso la zona più concentrata di soluto fino ad arrivare ad avere la stessa concentrazione di soluto si due lati della membrana. Questo fenomeno prende il nome di osmosi. la membrana non è solo permeabile, a volte, lascia passare anche il soluto ovvero ioni e piccole molecole. Questo avviene grazie ai trasporti.

Attivo

- non c'è il passaggio di queste cose e avviene senza ATP
- avengono contro gradiente di concentrazione ovvero della concentrazione più alta quella più bassa
- Richiede energia
- È unidirezionale
- dipende da proteine di membrana capaci di legare in modo selettivo è specifico per determinate sostanze per esempio la pompa sodio potassio



Le soluzioni possono essere:

isotonica: dove devono vivere le cellule rispetto al citoplasma non c'è né guadagno e perdite

ipertonica l'acqua esce dalla cellula che si raggrinzisce.

ipotonica: l'acqua tende ad entrare per osmosi nella cellula che si gonfia e scoppiati

isotonica che quella ideale si ha la stessa concentrazione interna esterna di soluti

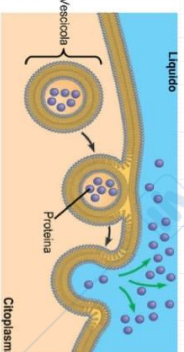
Passivo

- si ha questo passaggio.
- avengono secondo gradiente di concentrazione e non richiedono consumo di energia
- Esempi:
 - Omeostasi;**
 - Diffusione semplice** Non ha bisogno di aiuto, le molecole passano tranquillamente;
 - **D. facilitata** utilizza proteine di trasporto che indicano il movimento delle molecole di soluto attraverso membrana e non richiede energia in base alla funzione si divide in carrier (trasportatori) e canale;

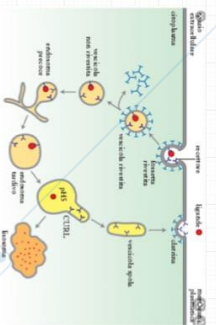
Processi che coinvolgono la membrana.

L'esocitosi cioè la fuoriuscita di materiale prodotto nella cellula e secreto (funge da proteine di combustione) nell'ambiente extracellulare, presenta la composizione della membrana cellulare.

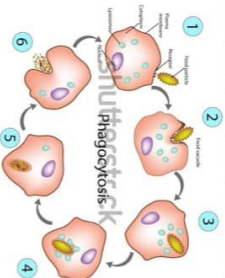
Quando il materiale deve uscire si fonde con la membrana che si apre e fa uscire il contenuto. Esso funge da proteine di comunicazione e lavorerà e si legherà alla membrana di altre cellule.



Endocitosi ovvero il **processo inverso** dell'esocitosi ma non simmetrico. **Porta dentro il citosol, materiale esterno alla cellula.** Avviene perché sulla membrana esistono i recettori specifici che si legano generando il complesso ligando-recettore e si forma la **vescicola secretoria** che materializza nel citoplasma il ligando del recettore. Inizialmente la vescicola secretoria è rivestita da **clatrina** ovvero una proteina. Essa da la forma a cestello al doppio strato fosfolipidico. Dopo il processo, la clatrina ritorna al suo stato iniziale ovvero in superficie, fa la struttura tridimensionale per facilitare inglobazione.



Fagocitosi ovvero può essere mediata da recettori di clatrina dipendenti. È un processo non proprio di tutte le cellule, protegge l'organismo da attacchi esterni per esempio i batteri. È un processo di incubazione del batterio, che verrà poi degradato dai lisosomi ovvero proteine enzimatiche. **Pinocitosi** cioè l'assunzione di liquidi da parte di una cellula per endocitosi.



Potenziale di membrana

È utile ricordare che la differenza di potenziale misurabile tra l'ambiente cellulare e l'ambiente esterno, il **potenziale di membrana**, è -70 mV.

Neppure gli elettroliti (Gli elettroliti sono minerali che si trovano nei liquidi del corpo (sangue, urine e altri) sottoforma di ioni positivi (cationi), principalmente sodio, potassio, calcio e magnesio, e di ioni negativi) quindi, possono attraversare la membrana plasmatica secondo le leggi della diffusione. Tale particolare situazione è dovuta a una distribuzione sbagliata di specie ioniche tra l'interno della cellula e la parte extracellulare. Per esempio, gli ioni sodio si trovano nei fluidi extracellulari, mentre quelli potassio, all'interno del citoplasma. Il potenziale di **riposo** viene mantenuto grazie all'attività di particolare complessi proteici detti pompe ioniche.

Trasduzione del segnale

Le cellule sono in grado di riconoscersi e associarsi fra loro attraverso due famiglie molecolari: le **caderine** e le **proteine CAM** (simili agli anticorpi).

Le cellule comunicano attraverso **contatto diretto (giunzioni) o a distanza, attraverso il rilascio e la captazione di segnali chimici.** La cellula, per ricevere i segnali ed elaborare la conseguenza risposta aspecifica, necessita di un **trasduttore molecolare** interposto tra il recettore e il sistema enzimatico, elaboratore della risposta. Questo complesso è stato chiamato **sistema di trasduzione del segnale**. La trasduzione del segnale, quindi, serve perché i segnali di natura proteica non possono raggiungere lo spazio endocellulare e quindi devono servirsi di un ponte chimico per arrivarci.

Sistema membranoso interno

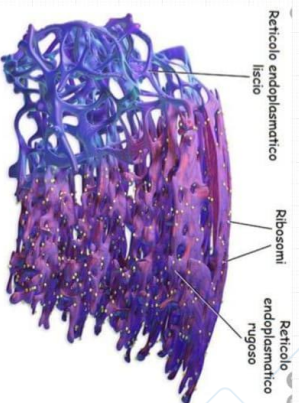
L'intero volume della cellula è occupata da un nucleo, morfologicamente definito, circondato da una zona più o meno estesa di citoplasma. Questo appare costituito dai **citosoli** nel quale è stato notato un numero variabile di organelli ed organuli. Il citoplasma delimitato dal plasmalemma, viene compartimentato a opera di un complesso di membrane lipoproteiche detto **sistema membranoso interno**. Dai diversi compartimenti prendono origine gli **organuli citoplasmatici** presenti in tutte le cellule eucariotiche, i quali devono essere quindi considerati come compartimenti cellulari. Il citoplasma libero invece è costituito dallo **ialoplasma**, in cui sono i dispersi **inclusi** cioè gli accumuli di elaborati di cellule come proteine, lipidi e glucidi, e le strutture citoscheletriche.

Reticolo endoplasmatico

Il reticolo endoplasmatico rappresenta una delle componenti maggiormente sviluppate del sistema membranoso interno. È importante, per esempio, nel caso delle cellule nervose, in cui si addensa in zolle citoplasmatiche dette sostanze tigroide o zolle di Nissl.

Il reticolo endoplasmatico è suddivisibile in due distinte porzioni: il **reticolo endoplasmatico ruvido**, le cui membrane circoscrivono spazi estesi e fortemente appiattiti ovvero le cisterne, e quello **liscio**, la cui componente membranosa è **priva di ribosomi** ed è posta a delimitare spazi tubolari o

Reticolo endoplasmatico liscio
 Il REL è in grado di immagazzinare (contro gradiente) ioni. Il suo ruolo principale consiste nella **sintesi dei lipidi** che consente il continuo rinnovo di tutte le strutture cellulari delimitate da membrana. In alcuni tipi cellulari, come le ghiandole endocrine, la sintesi degli ormoni steroidei impegna il reticolo endoplasmatico liscio nella sintesi del colesterolo. Il reticolo endoplasmatico liscio, infine, è impegnato nel metabolismo del glicogeno.



Reticolo endoplasmatico ruvido

Il RER è correlato all'Apparato di Golgi. Questo complesso consente la **sintesi di molecole proteiche** destinati ad essere secrete e attraverso quest'ultimo passano anche le proteine dirette a lisosomi, oltre a quelle prodotte allo scopo di assicurare il ricambio della componente proteica della membrana plasmatica.

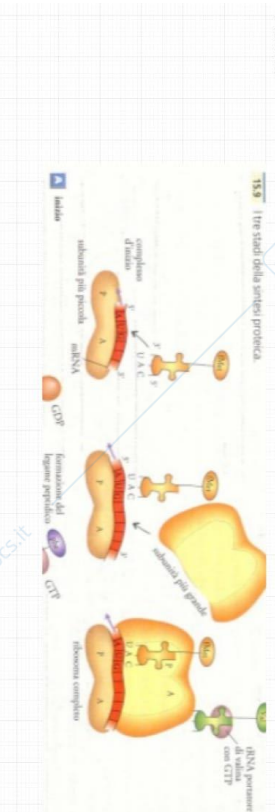
La sintesi delle proteine avviene sui **ribosomi**, particelle capaci di decodificare l'informazione portata dal RNA messaggero. I ribosomi possono essere **liberi** o anche **legati alle membrane del reticolo endoplasmatico ruvido**. In entrambi i casi, i ribosomi, per sintetizzare proteine, si associano in complessi detti **poliribosomi**. L'adesione o meno del ribosoma alla membrana del reticolo endoplasmatico è dovuta al tipo di informazione racchiusa all'interno del messaggero da decodificare: gli RNA messaggeri oltre all'informazione relativa alla sequenza di amminoacidica della proteina da sintetizzare, portano un'informazione supplementare, riguardante il destino del peptide in oggetto. Se la molecola proteica dovrà essere indirizzata verso il RER, l'informazione verrà tradotta in un segmento della catena di amminoacidi che indurrà il complesso mma e ribosoma a prendere contatto con la membrana del RER.



Sintesi proteica

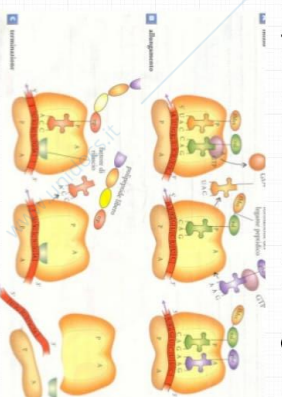
Si definisce sintesi proteica il processo con cui una **sequenza di nucleotidi viene convertita nella successione di aminoacidi formanti una proteina**. Alla sintesi proteica prendono parte attiva l'm-RNA, il t-RNA e l'r-RNA. L'm-RNA copia l'**informazione contenuta nel DNA e la trasporta dal nucleo al citoplasma (questo stadio è detto trascrizione); il t-RNA e l'r-RNA traducono il messaggio scritto sull'm-RNA in una sequenza di aminoacidi (questo stadio è detto traduzione)**. Durante la sintesi proteica perciò, l'informazione genetica passa dal DNA all'rRNA e dall'rRNA alle proteine. È questo il dogma centrale della biologia.

La **trascrizione** è lo stadio della sintesi proteica in cui le informazioni sono trasferite dal DNA all'rRNA, secondo le regole dell'appaiamento delle basi complementari. È necessario che le basi azotate sporgano dalla doppia elica del DNA. Perciò il tratto di DNA che deve essere trascritto viene aperto in un punto ben preciso, caratterizzato dalla tripletta **AUG di "inizio lettura"**. Un enzima, l'**RNA-polimerasi**, si lega a uno dei due filamenti di DNA che serve da "**stampo**", e procede dall'estremità 3' all'estremità 5' legando i ribonucleotidi complementari presenti nel nucleo. Si forma in questo modo l'm-RNA. Quando l'RNA-polimerasi giunge alla **tripletta di "fine lettura"**, l'm-RNA si separa dalla catena di DNA, passa per i pori della membrana nucleare ed entra nel citoplasma, dove si lega ai ribosomi. Il DNA "modello" si ravvolge a formare la doppia elica, oppure si lega a una nuova molecola di RNA-polimerasi per sintetizzare un nuovo filamento di m-RNA.



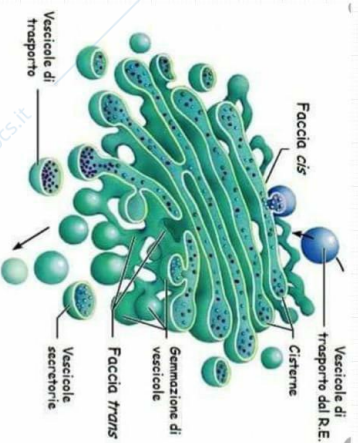
La **traduzione** è lo stadio della sintesi proteica in cui **le istruzioni portate dall'm-RNA vengono tradotte nella sequenza corretta di aminoacidi per formare una proteina**. La traduzione ha luogo nel ribosoma (formato da r-RNA e proteine), composto da due subunità: quella piccola contiene un sito di legame per l'm-RNA; quella grande ha due siti di legame per due molecole di t-RNA e un sito che catalizza la formazione del legame peptidico tra due aminoacidi adiacenti. Ogni molecola di t-RNA è specifica per un unico aminoacido ed è in grado di riconoscere sia l'amminoacido che deve trasportare, sia il codone complementare di m-RNA associato al ribosoma. La traduzione **ha inizio quando due codoni del filamento di m-RNA si legano alla subunità piccola di un ribosoma**. Il primo codone è la tripletta di "**inizio lettura**" **AUG**, alla quale corrisponde l'amminoacido metionina; il secondo codifica il primo vero aminoacido della proteina. I due t-RNA, che hanno rispettivamente l'anticodone di inizio e l'anticodone complementare al secondo codone, si legano alla subunità grande e si forma un **legame peptidico (cioè il legame tra aminoacidi che forma le proteine)** tra i due aminoacidi trasportati. Il t-RNA di inizio si stacca dal ribosoma mentre il dipeptide (i due aminoacidi uniti dal legame peptidico) rimane legato al secondo t-RNA. Il ribosoma si sposta sopra un altro codone dell'm-RNA e una nuova molecola di t-RNA con il proprio aminoacido si dispone nel sito di legame vuoto del ribosoma. Si crea un nuovo legame peptidico e il tripeptide si salda all'ultimo t-RNA.

Il processo di **allungamento** della catena polipeptidica prosegue in questo modo finché tutte le triplette sono state tradotte e viene raggiunto il codone di "**fine lettura**". La proteina completa si stacca dal ribosoma e specifici enzimi scindono il legame con la metionina.



Apparato di golgi

L'Apparato di Golgi è una serie di **cisterne appiattite e implantate l'una sull'altra**. Esso è divisibile in tre porzioni: **cis, mediana e trans**. Il **cis-golgi** presenta una superficie convessa cui giungono le vescicole transfer provenienti da reticolo endoplasmatico ruvido e ripiene dei prodotti della sintesi proteica. Nella parte opposta troviamo il **trans-golgi** ti invece mostra una superficie concava da cui si vedono le formazioni vescicolari. Tra di essi troviamo il **golgi mediano**. L'Apparato di Golgi deve essere interpretato come il centro di smistamento delle molecole proteiche sintetizzate a livello dei



Lisosomi

La cellula eucariotica è dotata di un complesso **sistema vescicolare** a una membrana dotato di pompe detto e **vescicole idrolitiche** ripiene di enzimi litici a varia specificità la cui membrana limitante risulta essere ricca di pompe protoniche. Questa fusione dà origine a formazioni vescicolari sede di un iniziale processo digestivo.

Peroxisomi

Servono a detossificare i composti nocivi, infatti contengono enzimi. Con la catalasi si ha la demolizione dell'acqua ossigenata. Si originano direttamente dal RER, non passano nel Golgi.

Mitochondri

I mitocondri rappresentano gli organuli cellulari **sede della respirazione cellulare**. Essi sono dotati di doppia membrana: la più esterna delle due, ovvero la **membrana mitocondriale esterna**, mostra una composizione simile alle strutture membranose appartenenti al reticolo endoplasmatico, mentre quella più interna, ovvero la **membrana mitocondriale interna**, è qualitativamente simile a un plasmalemma procariotico ed è caratterizzata da una serie di creste. Tra le due membrane è presente uno spazio detto **camera mitocondriale esterna**; la membrana interna, a sua volta, delimita la **camera mitocondriale interna**, occupata dalla matrice mitocondriale che è ricca di enzimi e acidi nucleici.

ATP e ciclo di Krebs

La funzione mitocondriale prevede l'estrazione di energia chimica dall'ATP. In altre parole, il mitocondrio ripristina l'ATP, spesa dalla cellula durante la sua attività a partire dall'ADP. L'ATP è un **nucleotide trifosfato** ovvero **costituito da una base azotata cioè l'adenina, l'atomo zucchero pentoso e da un radicale fosforico legato allo zucchero attraverso un legame estereo**. Il mitocondrio è in grado di utilizzare il **gruppo acetile a 2 atomi di carbonio** derivanti dalla glicolisi o dalla lipolisi. Nel caso della glicolisi il cammino metabolico, seguito da una molecola di glucosio, inizia nello ialoplasma. Qui il monosaccaride attraversa una serie di reazioni dette glicolisi, attraverso cui una molecola di **glucosio a 6 atomi di carbonio** viene convertita tra a **acido piruvico a 3C**. Durante la glicolisi, vengono formate 2ATP e 2 molecole di NAD che vengono ridotte a NADH.

A questo punto, la reazione può seguire due vie, secondo le condizioni ambientali, ovvero dalla **presenza o assenza di ossigeno** e, quindi dalla presenza o assenza di attività mitocondriale. In **manca di ossigeno**, la cellula per poter continuare la glicolisi e ricavare ATP si trova nella necessità di ossidare il NADH, riconvertendolo in NAD. Essa compie la suddetta operazione tramite la riduzione dell'acido piruvico ad acido lattico. Il NADH viene, così, ossidato, ma l'acido lattico va ad accumularsi nel citoplasma.

In **presenza di ossigeno** l'acido piruvico viene inviato ai mitocondri dove, dopo essere stato decarbossilato cioè perde un carbonio sotto forma di anidride carbonica, a gruppo acetile, inizia il ciclo di Krebs. Esso porta la formazione di un gran numero di coenzimi ridotti da inviare alla catena respiratoria, presente sulle creste mitocondriali. A livello della catena respiratoria, i coenzimi si ossidano, rilasciando idrogeno che, sotto forma di protone verrà inviato nella camera mitocondriale esterna. Gli elettroni liberati arrivano l'ossigeno che riducendosi si trasforma in O₂. L'energia liberata da questi trasformazioni chimiche si accumula sotto forma di una differenza di potenziale tra camera esterna e camera interna.

I mitocondri sono organuli semiautonomi cioè nella loro matrice sono presenti un certo numero di molecole di DNA, ribosomi, tRNA e tutti i fattori necessari per svolgere un'adeguata sintesi proteica. Essi sono capaci di duplicarsi indipendentemente dalla cella in cui si trovano.

Nucleo

Nella cellula eucariotica, il sistema membranoso interno contribuisce alla delimitazione del nucleo. Esso è limitato da **due membrane appaiate**, separati da uno spazio di chiara derivazione reticolare ovvero dal RER, come suggerito dalla presenza di ribosomi addossate la superficie citoplasmatica della membrana più esterna. A livelli regolari, le due membrane dell'involucro collaborano dando origine a piccola aperture circolari, aggettivo e nucleari. Il passaggio di materiali da e per il nucleo, può avvenire attraverso molteplici meccanismi. A livello dei pori, l'interscambio viene regolato dalla presenza del complesso del poro di natura proteica il quale fa da ponte tra la lamina nucleare e il citoscheletro.

Cromatina

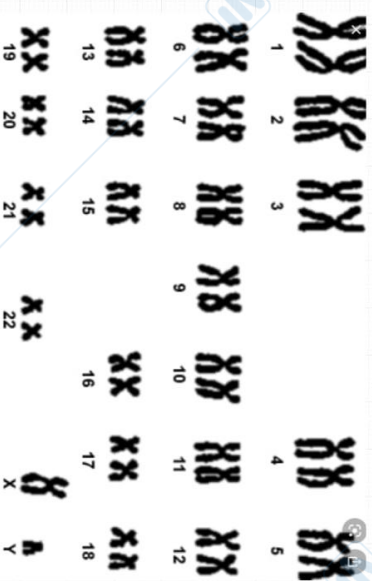
Il DNA nucleare in associato con gli istoni e le proteine non istoniche, va a costituire la cromatina, ovvero il **complesso nucleoproteico da cui originano i cromosomi**.

La cromatina presenta una struttura di base detta struttura nucleo omica, nella quale ottameri istonici vengono interconnessi da una molecola lineare di DNA. Seguendo un criterio strutturale, possiamo suddividere la cromatina in due differenti stati conformazionali: **eurocromatina** cioè la cromatina in forma distesa e in attività trascrizionale, e **leterocromatina** ovvero la cromatina super specializzata.

L'eterocromatina a sua volta può essere **costitutiva** ovvero inattiva in tutte le cellule di un individuo o **facoltativa** in grado di intercambiarsi con l'eurocromatina in funzione del tipo cellulare di appartenenza.

Cromosomi

Al momento della divisione cellulare, tutta la cromatina nucleare acquista la conformazione eterocromatica. La **cromatina si organizza in cromosomi**. In ogni cellula somatica ogni informazione presente in doppio, ovvero il corredo cromosomico e **diploide 2N** organizzato in coppie di **cromosomi omologhi**; le **cellule sessuali**, o gameti, risultano, al contrario **aploidi** cioè 1N. Il significato di detta differenza numerica risulta evidente una volta focalizzata l'attenzione sui loro gameti: essi, unendosi, danno origine a un nuovo individuo. Quest'ultimo deve presentare un numero di cromosomi pari a quello dei genitori, conseguentemente, i gameti, in quanto destinati all'unione reciproca, non potranno che presentare un numero di cromosomi dimezzato. Il corredo cromosomico di una cellula somatica umana è rappresentato da **46 cromosomi, ovvero 22 coppie di autosomi però coppia di cromosomi sessuali**. Nell'uomo la coppia di cromosomi sessuali è formato da due membri differenti, detti X e Y. La femmina al contrario, è omogametico, presentando una coppia di cromosomi X. Il sesso del nascituro dipenderà dal tipo di spermatozoo X o Y che andrà a fecondare l'uovo. Il cromosoma X è grande e ricco di geni, mentre quello Y porta un numero di informazioni pressoché nullo.



La cellula cresce di dimensioni, raddoppia più o meno il numero dei suoi componenti citoplasmatici e infine duplica il suo DNA.

- G₁ → periodo di accrescimento cellulare che precede la duplicazione de DNA;

- S → periodo in cui viene duplicato il DNA (ma non i cromosomi);

- G₂ → la cellula si prepara a dividersi.

Ciclo cellulare

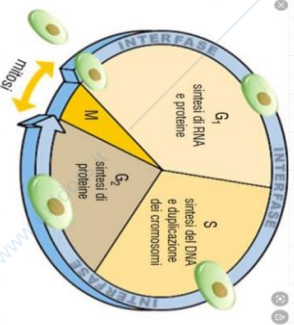
Il DNA delle cellule eucariote (protisti, funghi, piante e animali) è strettamente associato a numerose proteine, tra cui gli istoni, i quali interagiscono con il DNA, formando unità strutturali complesse denominate nucleosomi. Al loro interno brevi porzioni di acido nucleico sono avvolte intorno a un gruppo di proteine, otto istoni. Durante la divisione cellulare, le interazioni fra istoni e DNA provocano il ripetuto avvolgimento del materiale cromosomico su sé stesso, aumentando notevolmente il diametro complessivo del cromosoma.

Un cromosoma acquista la forma e le dimensioni che lo caratterizzano alla fine della profase, è quindi ben visibile il centromero; al suo livello si trovano piccole strutture discoidali, i cinetocori che servono all'ancoraggio dei microtubuli del fuso. Contengono due proteine motrici: la **dineina** e la **chinesina**.

- fase G₁: sintesi di molecole di carboidrati, lipidi e proteine;

- fase S: duplicazione del DNA e sintesi di altri componenti cromosomici, come le proteine istoniche;

- fase G₂: sintesi delle proteine necessarie alla mitosi.



FASI DELLA MITOSI

Prima fase → PROFASE

È la fase più lunga. 3/5 dell'intero processo, perché ci sono tanti processi che richiedono l'attività enzimatica e la sintesi proteica. Le cellule che appartengono a diversi tessuti hanno periodi di interfase differenti; nel caso in cui l'interfase sia breve, la cellula si riproduce velocemente (come nel caso delle cellule della pelle e del fegato). I neuroni rimangono sempre in interfase quindi non si dividono più e possono però aumentare le sinapsi. Ecco i passaggi fondamentali di tale fase:

- la cromatina si condensa a tal punto da far diventare ben visibili (al microscopio ottico) i singoli cromosomi
- In questo stadio inizia la costruzione delle fibre del fuso che si irradiano dai centrioli;

- Nella fase conclusiva della profase, la membrana nucleare si disperde in piccoli frammenti;
- I centrioli vanno a posizionarsi ai due poli opposti della cellula;

- Le fibre polari del fuso si irradiano verso la regione equatoriale della cellula, attaccandosi ai cinetocori, mentre altre fibre ancorano i centrioli ai poli della cellula;

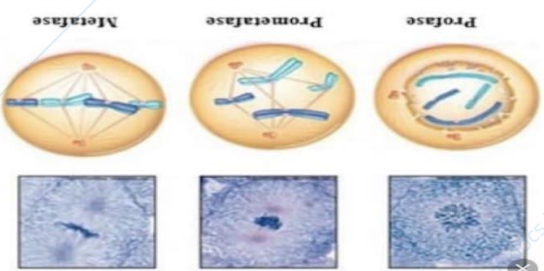
Seconda fase → METAFASE

- I microtubuli si agganciano ciascuno al centromero di un cromosoma e lo tirano verso la zona equatoriale del fuso, i cromosomi si dispongono così in modo ordinato sul piano equatoriale della cellula;

Terza fase → ANAFASE

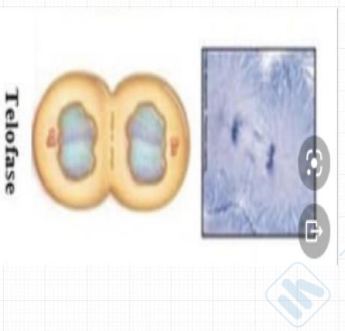
Fase che avviene più rapidamente nel seguente modo:

- Inizialmente i due cromatidi di ogni cromosoma (che fino a questo punto erano mantenuti uniti dal centromero) si separano;
- Ogni cromatidio diventa quindi un cromosoma indipendente;
- I due corredi identici di cromosomi si dirigono verso i poli



Quarta fase → **TELOFASE**

- Inizia la demolizione del fuso;
- I cromosomi si decondensano e riacquistano l'aspetto filiforme che avevano prima della profase;
- Le vescicole del vecchio involucro nucleare si fondono tra loro per formare un nuovo involucro che separa ciascun gruppo di cromosomi dal citoplasma compaiono quindi i **NUCLEOLI**;
- Ciascun nuovo nucleo contiene lo stesso numero di cromosomi della cellula madre (aploide), se la cellula di partenza era diploide, invece contiene due cromosomi di ciascun tipo.



LA CITODIERESI

Processo di divisione del citoplasma che inizia verso la fine della telofase mitotica e divide la cellula in due parti quasi uguali. Nelle cellule animali, all'inizio della telofase, la membrana cellulare comincia a restringersi lungo la circonferenza della cellula, nella zona corrispondente all'equatore del fuso, a causa della formazione di un anello di microfilamenti; in seguito appare un solco sulla superficie che diventa più profondo per via delle contrazioni dell'anello; infine la connessione tra le cellule figlie si riduce a un sottile filamento che poi si rompe. Le cellule vegetali hanno una parete cellulare rigida che impedisce qualsiasi divisione del citoplasma. La citodieresi avviene tramite la formazione di una piastra cellulare: vescicole piene di materiale che serve per la costruzione della parete cellulare si fondono tra loro e, con i residui del fuso mitotico, formano questa struttura discoidale; si deposita poi la cellulosa fino a formare una parete trasversale che separa le due cellule figlie (processo più lungo, perché bisogna costruire anche la parete cellulare).

LA RIPRODUZIONE SESSUALE

Essa è una forma di riproduzione in cui, negli eucarioti, il materiale genetico dei due organismi si combina con la fusione di due gameti aploidi per formare uno zigote diploide. Ciascuno dei due genitori trasmette alla prole solo un esemplare di ogni coppia di geni che possiede, quindi la prima cellula di un nuovo individuo riceve due geni, uno da ciascun genitore e per ogni carattere ereditario.

Di ogni gene possono esistere alcune forme alternative chiamate alleli, che esprimono cose leggermente diverse su come un determinato carattere ereditario debba essere espresso in un nuovo individuo; queste differenze sono responsabili di migliaia di caratteri ereditari diversi.

Attraverso la riproduzione sessuale la prole eredita nuove combinazioni degli alleli esistenti che si manifestano nella variabilità dei caratteri. La meiosi è un meccanismo che interessa le cellule germinali, ovvero le cellule destinate a dare origine ai gameti (spermatozoi e cellule uovo) che intervengono nella riproduzione sessuale; queste cellule si sviluppano dentro strutture o organi deputati alla riproduzione e hanno lo stesso numero di cromosomi delle altre cellule del corpo, le cellule somatiche.

I cromosomi sessuali, generalmente indicati con X e Y, differiscono tra loro nella forma e nei geni che recano, ma si comportano come omologhi (hanno uguale lunghezza e forma e contengono alleli degli stessi geni). Alla base della riproduzione sessuale c'è la fecondazione, ovvero quel processo tramite cui le cellule sessuali, o gameti, di due genitori si fondono, unendo i loro contributi genetici per formare una nuova cellula: lo zigote ($2n$); La cellula così formata si riproduce attraverso la mitosi per dare origine all'organismo adulto.

Affinchè dopo la fecondazione lo zigote abbia il corretto numero di cromosomi (diploide $2n$), è necessario che i gameti che si uniscono abbiano entrambi la metà dei cromosomi necessari (corredo aploide) Per questo motivo i gameti si formano grazie a un tipo speciale di divisione nucleare che dimezza il numero dei cromosomi, chiamato meiosi. Si hanno due divisioni nucleari successive: la meiosi I e la meiosi II, ciascuna delle quali si articola in quattro fasi.

MEIOSI

RIPRODUZIONE ASESSUALE E SESSUALE

La riproduzione asessuale è il processo attraverso cui un individuo riceve i cromosomi, quindi i geni, da un unico genitore. Si tratta di un tratto di DNA che contiene le istruzioni per produrre o influenzare un certo carattere ereditario della prole. I nuovi individui generati per via asessuale sono sempre copie geneticamente identiche, o cloni, del genitore. Questo tipo di riproduzione si avvale di divisioni cellulari mitotiche.

MEIOSI I

1) PROFASE I

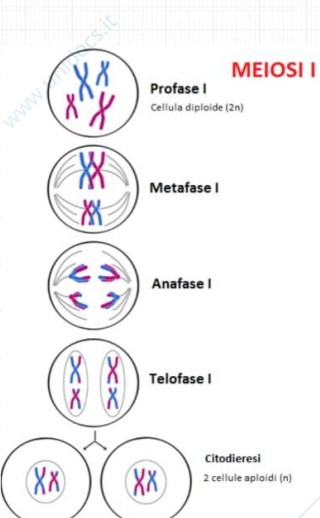
- La cromatina si addensa e diventano visibili i cromosomi già duplicati, costituiti da due cromatidi identici;
- Secondo un processo, chiamato sinapsi, i cromosomi omologhi si appaiano portando alla formazione di strutture dette tetradi;
- Dato che ogni cromosoma è costituito da due cromatidi, l'appaiamento coinvolge quattro cromatidi; la formazione delle tetradi permette il **CROSSING-OVER**, lo scambio di porzioni di DNA tra cromosomi omologhi (il punto in cui è avvenuto lo scambio è chiamato chiasma). In questo modo il cromosoma di origine materna riceve porzioni del cromosoma omologo di origine paterna e viceversa importante meccanismo di ricombinazione del materiale genetico proveniente dai due genitori.
- Al termine della profase I, la membrana nucleare si dissolve e da ciascuno dei due centrioli si iniziano a formare le fibre del fuso.

2) METAFASE I | Avviene un rimesciamento dei cromosomi, prima che questi vengano ripartiti nei due nuovi nuclei; le coppie di cromosomi omologhi si allineano lungo il piano equatoriale della cellula.

3) ANAFASE I | Le coppie di cromosomi omologhi si separano: i cromatidi di ogni cromosoma restano uniti tra loro.

4) TELOFASE I | I cromosomi vengono tirati dalle fibre del fuso fino a raggiungere i poli opposti della cellula; ogni gruppo di cromosomi ha ora un corredo aploide, perché contiene la metà dei cromosomi di partenza anche se ogni cromosoma è ancora formato da due cromatidi.

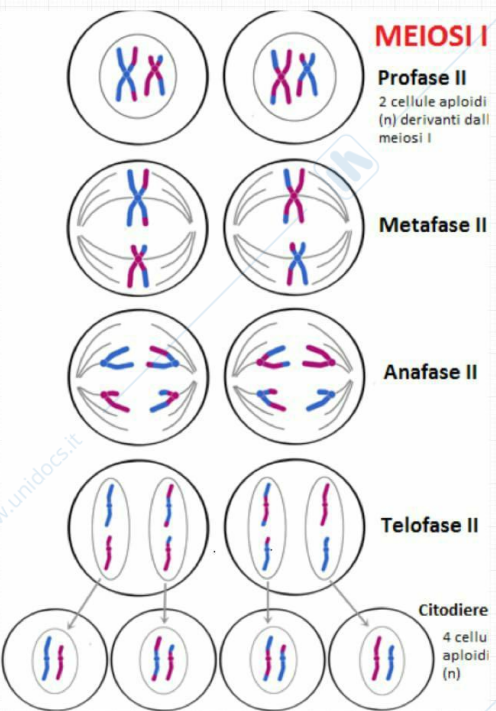
Le cellule entrano in **INTERFASE**, riformando la membrana nucleare e despiralizzando i cromosomi.



MEIOSI II

- 1) **PROFASE II** I cromosomi si compattano, si ha la scomparsa della membrana nucleare e la formazione delle fibre del fuso;
- 2) **METAFASE II** Le coppie di cromatidi si allineano lungo il piano equatoriale di ciascuna cellula;
- 3) **ANAFASE II** I cromatidi si separano al livello del centromero e migrano verso i poli opposti delle due cellule; da questo momento possono essere chiamati cromosomi;
- 4) **TELOFASE II** Le fibre del fuso scompaiono e una nuova membrana nucleare si forma intorno a ciascun gruppo di cromosomi;

Con la **citodieresi** si ha la separazione delle due cellule in quattro cellule aploidi; i quattro nuclei risultano tra loro diversi a causa del crossing-over (avvenuto durante la profase I)

**Citoscheletro**

Nelle cellule sono presenti diversi tipi di filamenti cioè proteine citoplasmatiche allungate e che servono a dare una forma e sostegno adeguato alle cellule, inoltre aiutano il movimento delle cellule sul substrato. Un'altra funzione è quella di andare a far sì che gli organelli citoplasmatici vengano spostati da una parte all'altra della cellula.

- Esistono tre tipi di filamenti:
- microfilamenti
 - filamenti intermedi
 - microtubuli

Microfilamenti:

- si trovano sotto la membrana plasmatica.
- vanno incontro alla polimerizzazione e si allungano per aggiunta di monomeri. Sono formati da un dimeri di alfa e beta tubulina che si uniscono e si allungano. Quando 8 filamenti si uniscono, si forma un piano e un tubo cavo che si allunga ad un'estremità che poi può riempirsi perché i dimeri si staccano. Sono fatti da actina globulare che polimerizza e formano actina filamentosa fatta da due filamenti che se avvolgono a doppia elica. Formano la parte interna dei filopodi ovvero prolungamenti di membrana che servono alla cellula a muoversi sul substrato e sono importanti per la contrazione muscolare.

Filamenti intermedi:

Sono distribuiti uniformemente nel citoplasma con ancoraggi, in certe zone si dispongono in tutta la zona della cellula. Ogni cellula ha il suo filamento intermedio quindi servono per identificare la cellula. Hanno caratteristiche diverse, in base alle cellule si dividono in **-nucleari**

Microtubuli:

Nascono da una zona vicino al nucleo, dove sia l'inizio della polimerizzazione ovvero si ottiene un polimero a partire dai monomeri e si legano verso la membrana plasmatica. Questa zona è detta centrosoma da cui partono i microtubuli che vanno verso la periferia allungandosi grazie ai dimeri, se arrivano alla membrana, si stabilizzano con proteine di membrana altrimenti i microtubuli si staccano e si accorciano perdendo dimeri. (un esempio sono i neuroni). Tramite questi c'è il movimento degli organelli quando funzionano da binari vengono sfruttati da chinesina e dineina.

