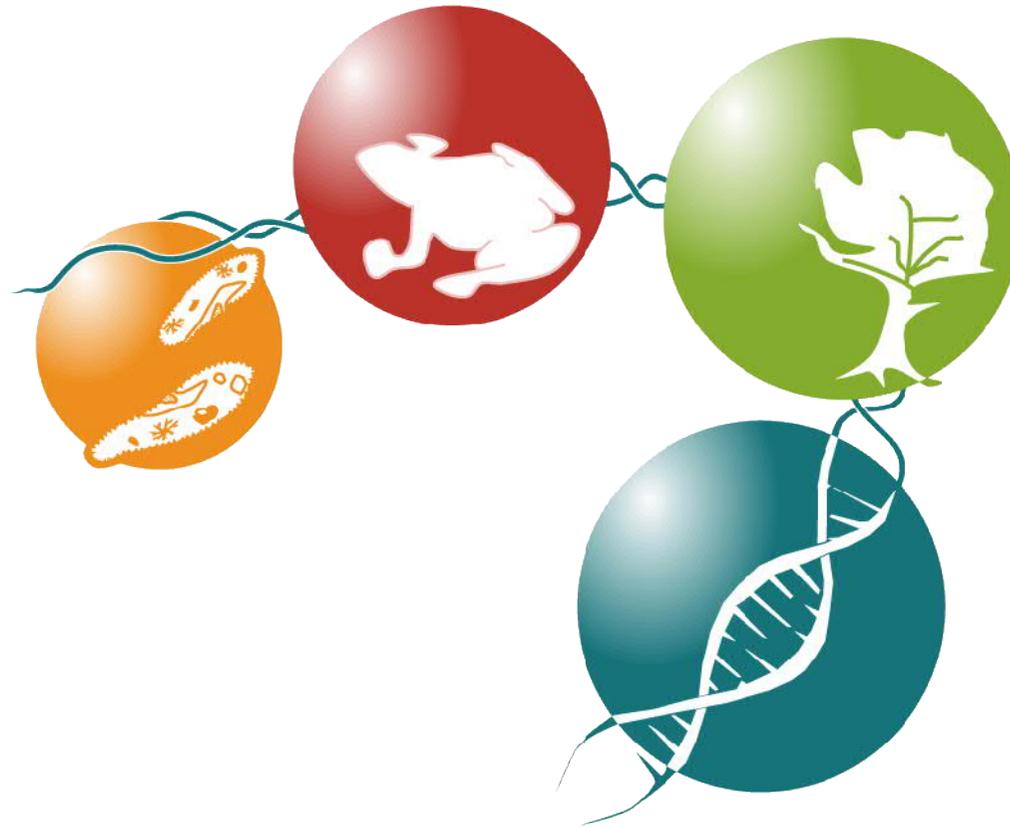


# Biologia e Genetica 4



Rita Dougan 2023

# Divisione cellulare

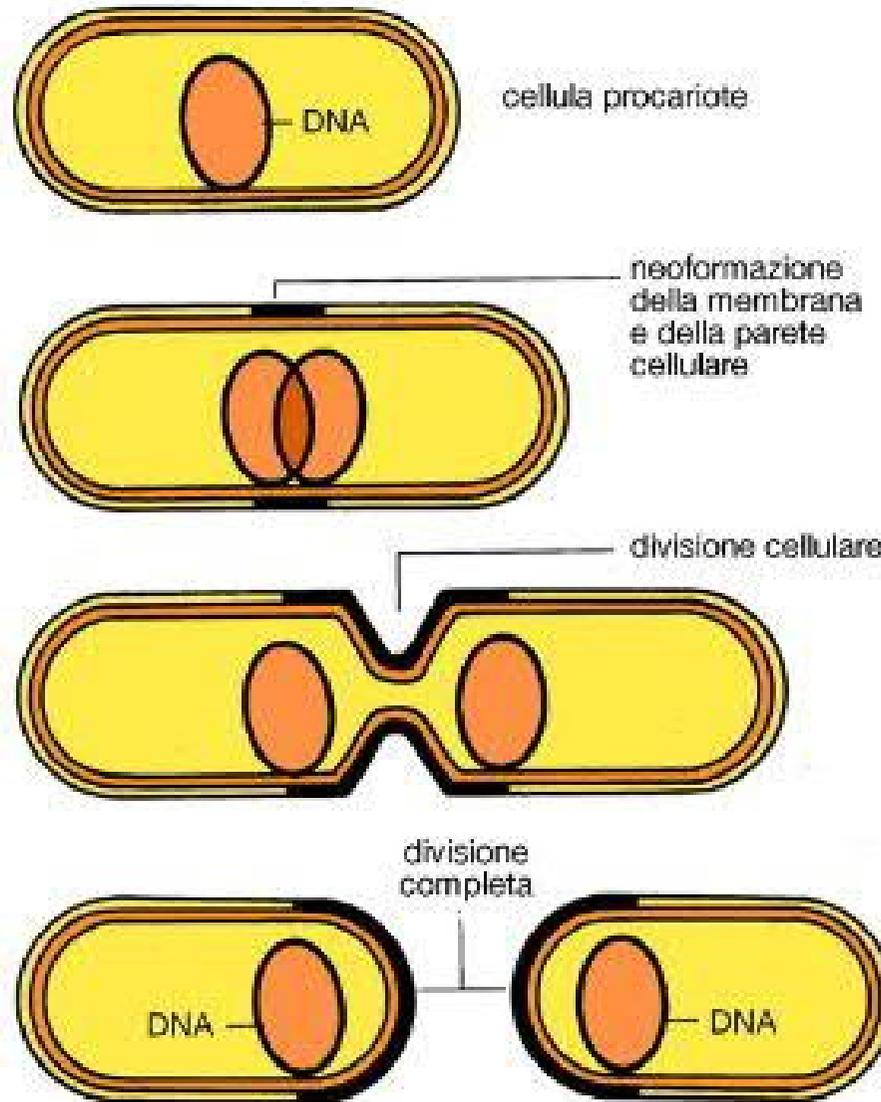
- Le cellule hanno la capacità di autoriprodursi.
- La vita di ogni cellula comprende diverse fasi che costituiscono il **ciclo cellulare**.
- Le cellule generano altre cellule, si accrescono si sviluppano, a loro volta si dividono.
- La divisione cellulare permette agli organismi di crescere e di sostituire cellule morte o danneggiate, inoltre è alla base del processo di riproduzione.

# Divisione cellulare nei procarioti

Nei **procarioti unicellulari** la divisione cellulare avviene per **scissione binaria**: la cellula cresce di dimensioni, duplica il proprio DNA e poi si divide, producendo due cellule identiche.

La divisione cellulare ha come risultato la riproduzione dell'intero organismo.

# Divisione cellulare per scissione binaria



# Divisione cellulare negli eucarioti

Negli **organismi unicellulari eucarioti**, la divisione cellulare coincide con la riproduzione dell'intero organismo.

Negli **organismi pluricellulari eucarioti** invece, la divisione cellulare interviene in processi diversi: serve per la crescita e per il rinnovamento dei tessuti e inoltre è indispensabile per la riproduzione dell'organismo.

# Divisione cellulare negli eucarioti

Le cellule eucariotiche si possono dividere, ovvero riprodurre, in due modi: per **mitosi** e per **meiosi**.

- La **mitosi** interviene nei processi di accrescimento e di rinnovamento cellulare di tutti gli organismi, riguarda le **cellule somatiche**.
- La **meiosi** è invece un evento che riguarda solo le **cellule germinali** dette **gameti**, cioè le cellule coinvolte nella riproduzione sessuata.

# Cellule somatiche e cellule germinali

Le **cellule somatiche** sono quelle che formano tutto il corpo, sono cellule in cui ogni cromosoma è rappresentato in duplice copia (corredo cromosomico  $2n$ ) perciò si dicono **diploidi**. Si dividono per **mitosi**.

Le **cellule germinali** o **gameti** sono **aploidi**, contengono un solo cromosoma per ogni coppia ( $n$ ). Si dividono per **meiosi**.

# Corredo cromosomico o cariotipo

L'insieme dei cromosomi di un individuo prende il nome di **cariotipo**.

Il corredo cromosomico di un essere vivente è costante a livello di specie, sia sotto il profilo numerico sia sotto quello morfologico.

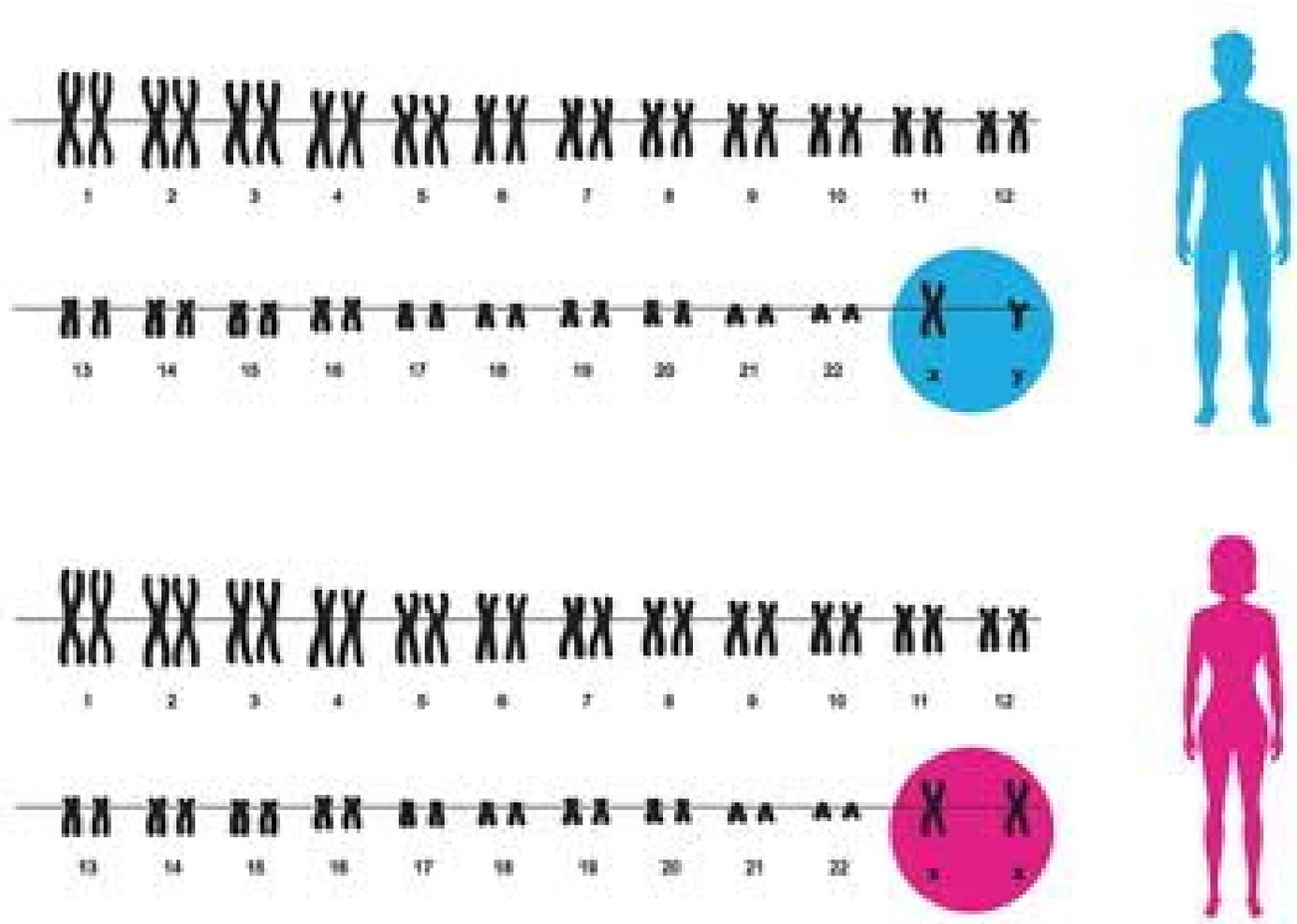
Il **cariotipo umano normale** è costituito da **46** cromosomi uguali a due a due.

Le prime 22 coppie sono uguali per maschi e femmine, mentre la 23° coppia può essere formata da due cromosomi XX o dai cromosomi XY

il cariotipo **femminile** è **44 + XX**

il cariotipo **maschile** è **44 + XY**.

# Cariotipo umano



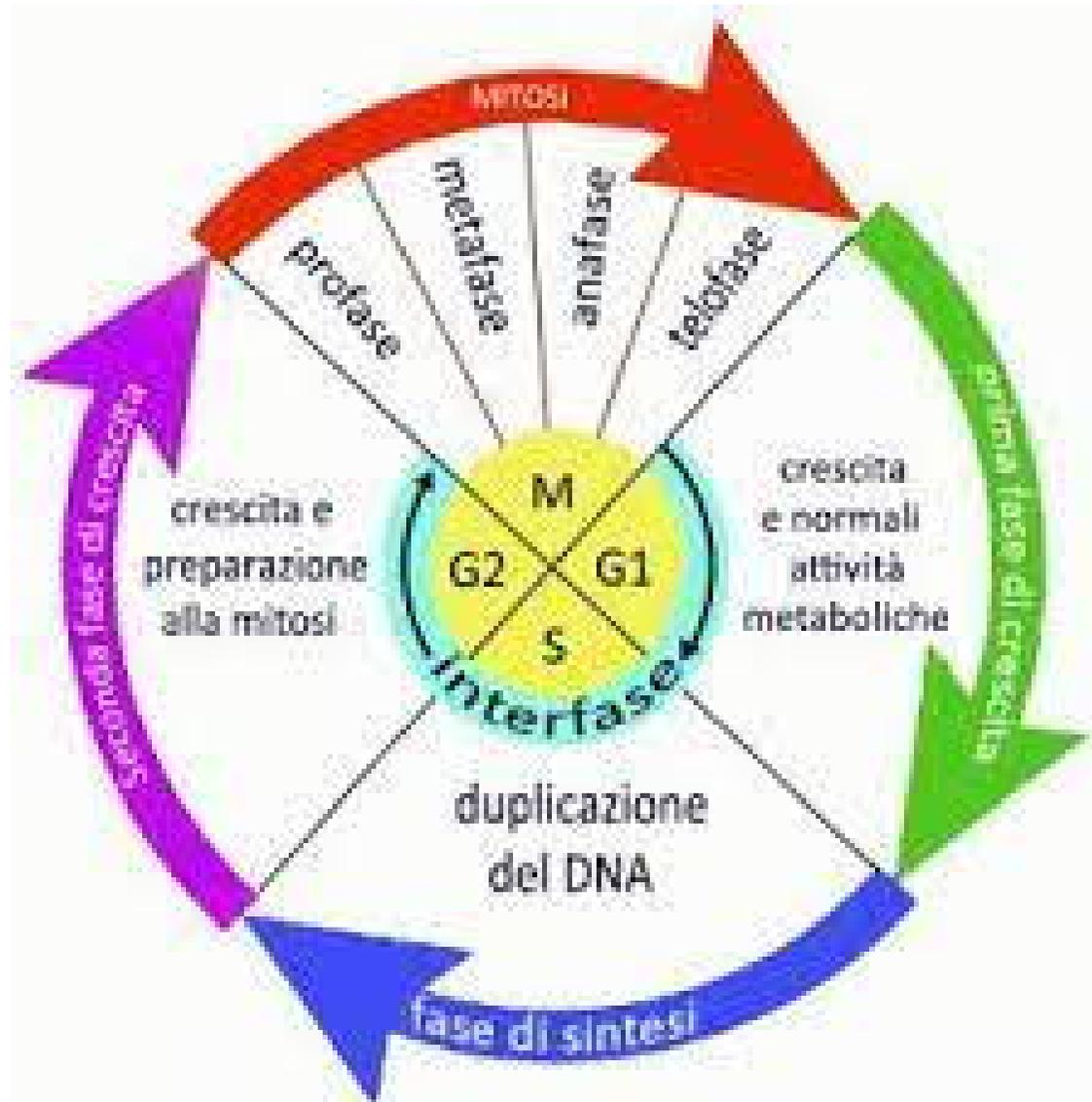
# Ciclo cellulare

Il **ciclo cellulare** è costituito dall'insieme delle funzioni vitali che intercorrono tra la nascita e la riproduzione di una cellula.

Il ciclo cellulare è suddiviso in 2 fasi:

- interfase
- mitosi

# Ciclo cellulare



# Interfase

E' il periodo durante il quale la cellula eucariote:

- non si divide
- svolge le sue attività metaboliche
- si accresce
- si prepara ad una eventuale nuova divisione

# Mitosi

E' il periodo che corrisponde alla **divisione del nucleo**.

Una cellula somatica  $2n$  si divide in 2 cellule identiche.

Il numero di cromosomi rimane uguale perchè il DNA ha la capacità di duplicarsi uguale a se stesso.

Ciò permette ad ogni cellula di un organismo vivente di ereditare una copia del corredo genetico identico a quello della cellula madre.

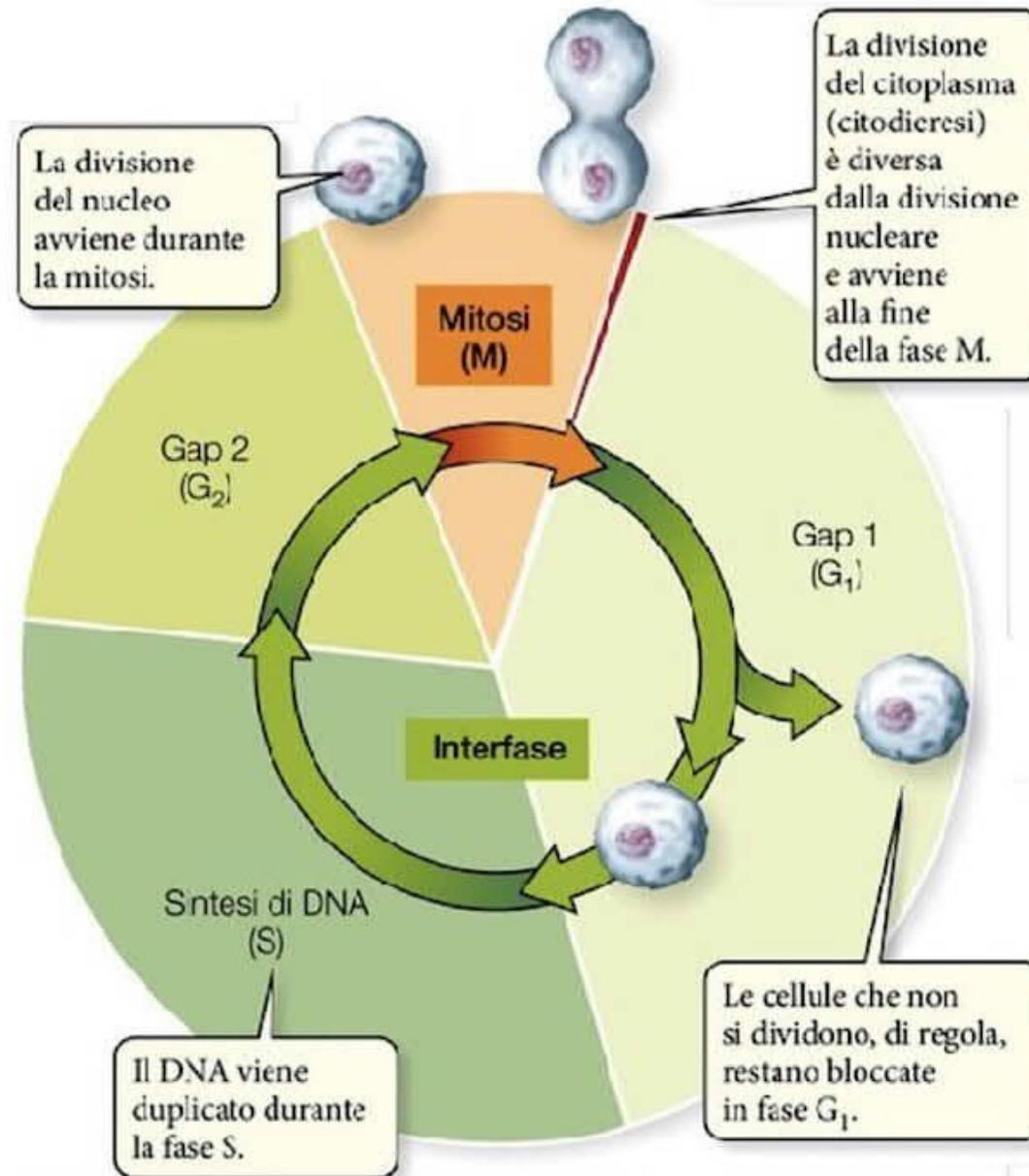
# Ciclo cellulare

Nelle cellule somatiche il ciclo cellulare si divide in 4 fasi principali:

- **fase G1**: dà tempo alla cellula di monitorare l'ambiente interno ed esterno e di assicurarsi che ci siano le condizioni adatte alla divisione e che la preparazione sia completa e corretta prima di avviare fase S
- **fase S**: duplicazione DNA
- **fase G2**: la cellula compie i preparativi per la mitosi
- **fase M**: mitosi

Se in fase G1 le condizioni non sono favorevoli alla divisione, le cellule possono entrare in una fase particolare di riposo, uscendo dal ciclo cellulare e non dividendosi più chiamata G0, e possono restarci per giorni o addirittura anni. Alcune cellule (come le cellule nervose) restano permanentemente in G0 fino alla morte dell'organismo.

# Ciclo cellulare

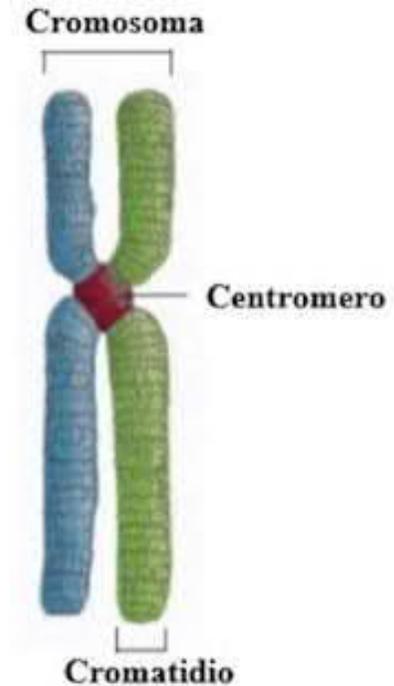


# Cromatina e cromosomi

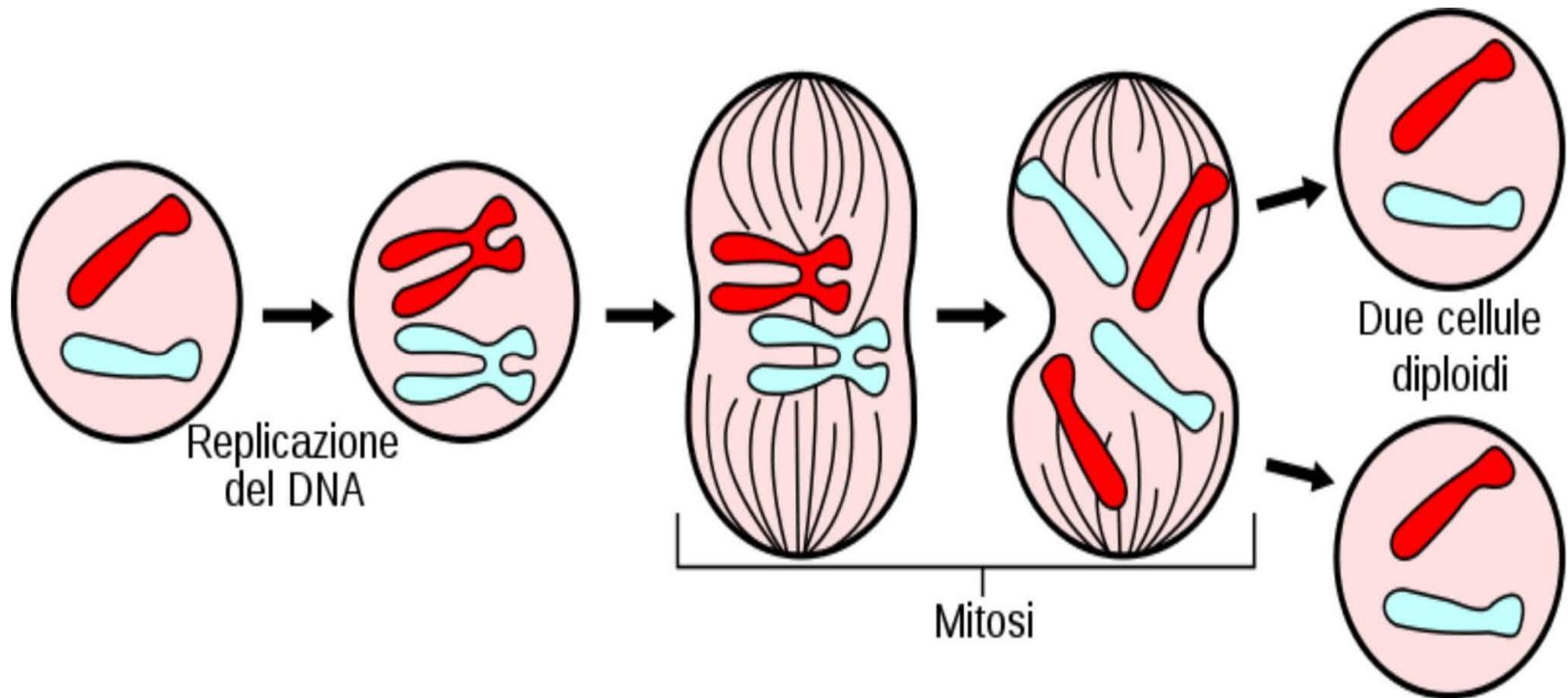
Quando una cellula eucariotica non è in divisione, il DNA si trova in una massa intricata di filamenti sottili, la **cromatina**.

Prima della divisione nucleare, dopo che il DNA si è duplicato, la cromatina si spiralizza e si condensa;

diventano così ben visibili i singoli **cromosomi**, formati ciascuno da **2 cromatidi identici**, legati in corrispondenza del **centromero**



# Mitosi



# Mitosi

La mitosi e' divisa in quattro fasi:

profase, metafase, anafase, telofase.

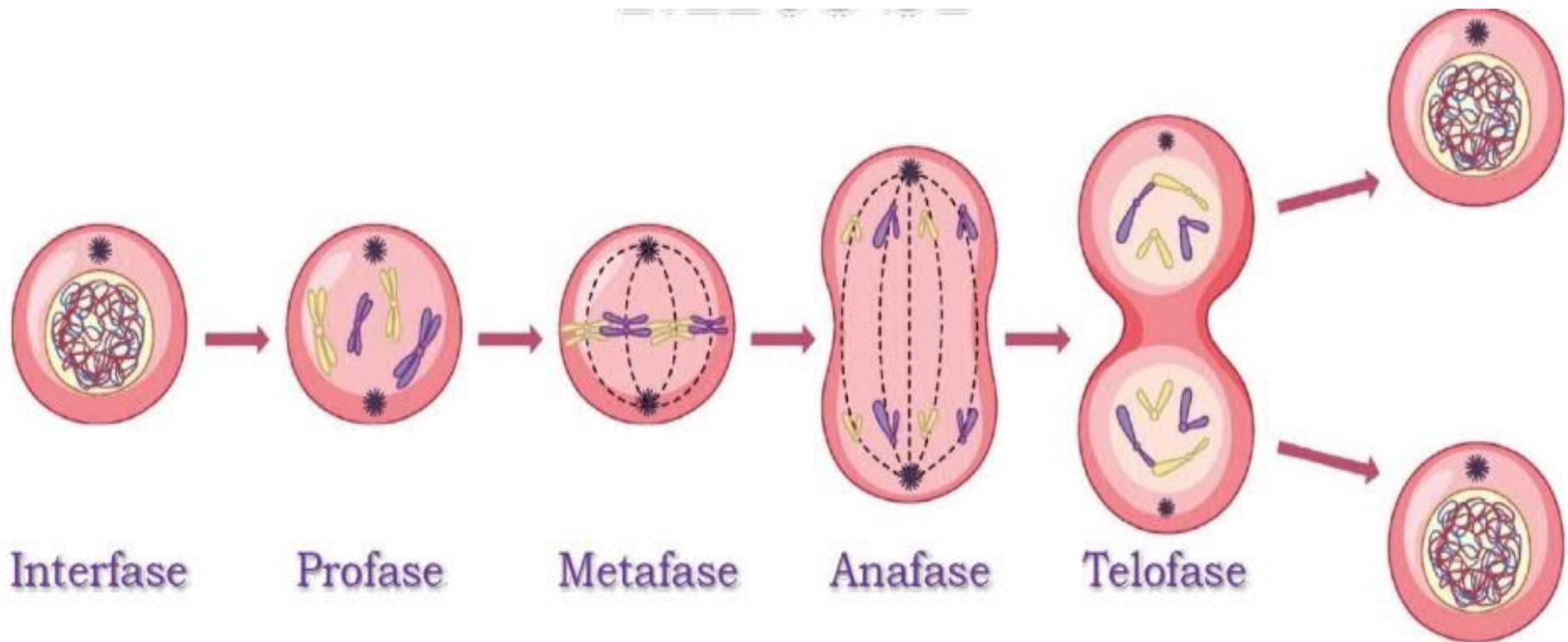
La **profase** e' caratterizzata dalla comparsa dei cromosomi condensati, ciascuno costituito dai **cromatidi fratelli** generatesi durante il processo di duplicazione del DNA avvenuto nella **fase S** del ciclo cellulare.

I cromatidi fratelli sono tenuti insieme a livello del centromero.

I **centrosomi** si separano disponendosi ai lati opposti del nucleo; formando i poli del **fuso mitotico**.

• .

# Mitosi



# Mitosi

Nella **metafase** i cromosomi si allineano sulla piastra equatoriale del fuso mitotico.

In **anafase** avviene la rottura dei legami che tengono uniti i cromatidi fratelli che si separano e si muovono ai lati opposti della cellula.

Durante la **telofase** i nuclei si riformano ed i cromosomi si decondensano.

La telofase termina con la separazione delle due cellule figlie: la **citodieresi**.

# Controllo del ciclo cellulare

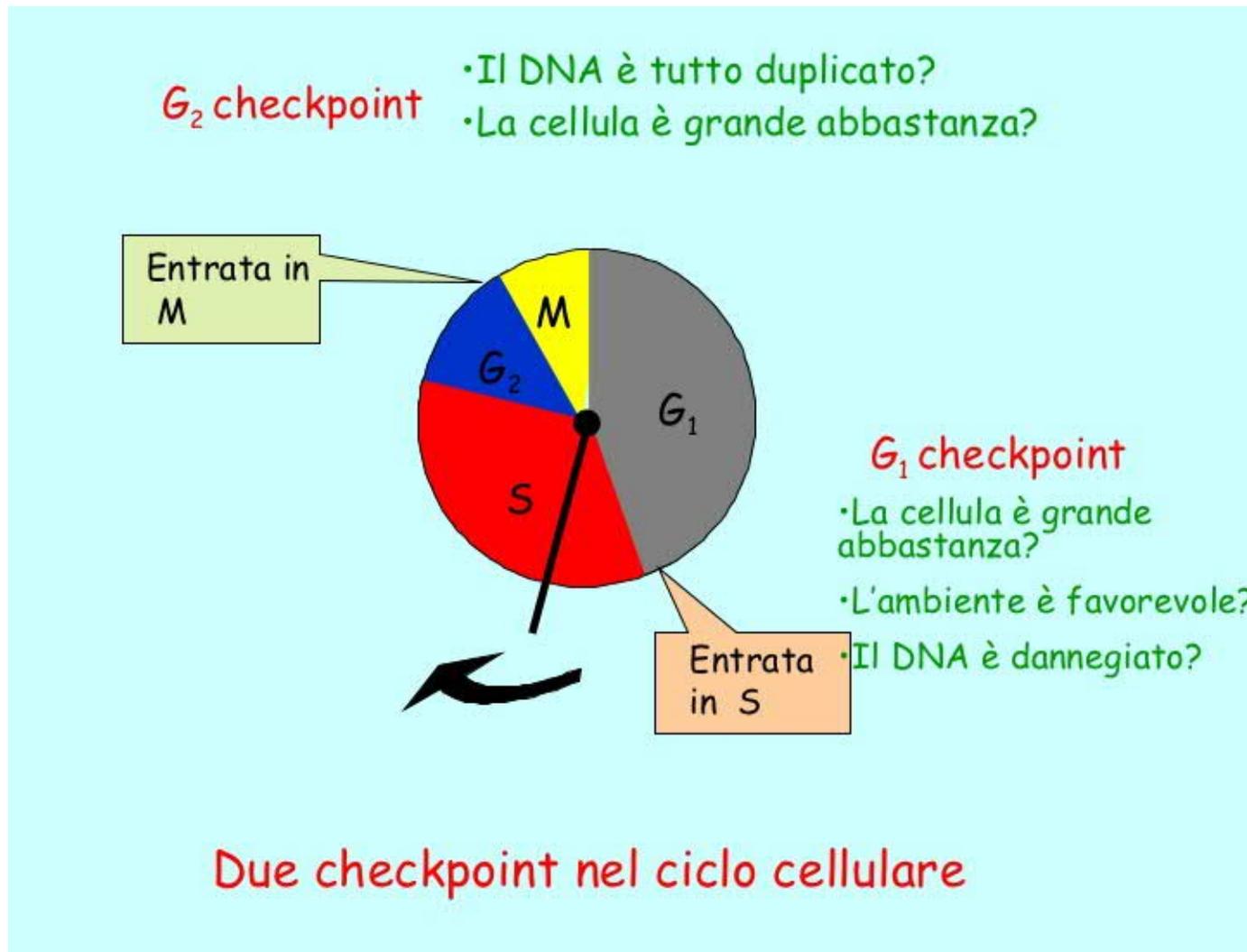


# Sistemi di controllo del ciclo cellulare

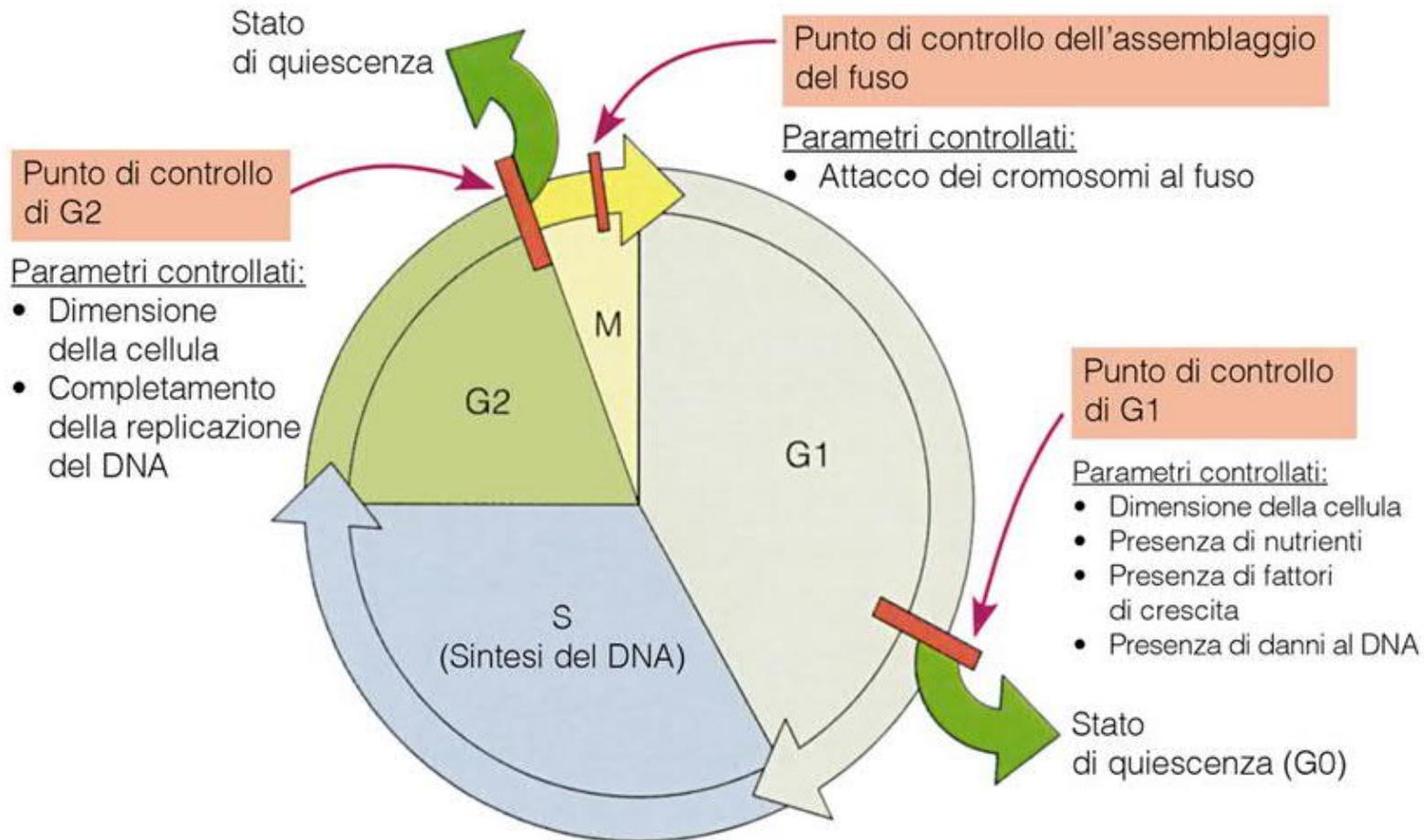
Il ciclo cellulare presenta precisi punti di controllo che fanno continuare il ciclo solo se tutto procede nel verso giusto. In caso contrario, la cellula va incontro all'**apoptosi** (morte cellulare programmata).

1. **Punto di controllo G1** Punto di controllo del **ciclo cellulare**. La cellula entra nella fase G0 o, se il DNA è danneggiato in modo irreparabile, avviene l'apoptosi. Altrimenti, la cellula viene avviata alla divisione, proseguendo il ciclo.
2. **Punto di controllo G2** Punto di controllo della mitosi. La divisione mitotica avviene solo se il DNA è duplicato correttamente, altrimenti, se il DNA è danneggiato in modo irreparabile, avviene l'apoptosi.
3. **Punto di controllo M** Punto di controllo del **fuso mitotico**. Se i cromosomi non sono allineati correttamente lungo le fibre del fuso, la mitosi non procede.

# Punti di controllo del ciclo cellulare



# Punti di controllo del ciclo cellulare



# Durata del ciclo cellulare

La durata del ciclo varia tra i vari tipi cellulari:

- fibroblasti 24 ore
- fasi iniziali dello sviluppo embrionale poche ore
- cellule che non si dividono mai (nervose)
- cellule che eventualmente riprendono a dividersi (cellule epatiche)
- cellule che si dividono continuamente in tessuti che si rinnovano come epidermide, epitelio intestinale, endotelio

# Meiosi

Le **cellule germinali** o **gameti** (cellule uovo nelle femmine e spermatozoi nei maschi) si formano attraverso un particolare processo di divisione cellulare che si chiama **meiosi**:

- il numero dei cromosomi viene ridotto a metà (nei gameti è presente un cromosoma per ciascuna coppia)
- la donna produrrà cellule uovo  $22 + X$  e  $22 + X$
- l'uomo produrrà spermatozoi  $22 + X$  e  $22 + Y$

# Meiosi

La meiosi consiste di due divisioni successive:

da 1 cellula diploide ( $2n$ ) si ottengono

4 cellule aploidi ( $n$ )

# Meiosi I

**Profase I:** si verifica l'appaiamento dei cromosomi omologhi e la formazione di chiasmi. I chiasmi permettono lo scambio di materiale tra due cromosomi omologhi utilizzando un processo di ricombinazione genetica noto come "crossing-over".

**Mefase I:** le coppie di cromosomi omologhi si allineano lungo la piastra metafasica.

**Anafase I:** si verifica la segregazione dei cromosomi omologhi, ciascuno migra ai poli opposti della cellula.

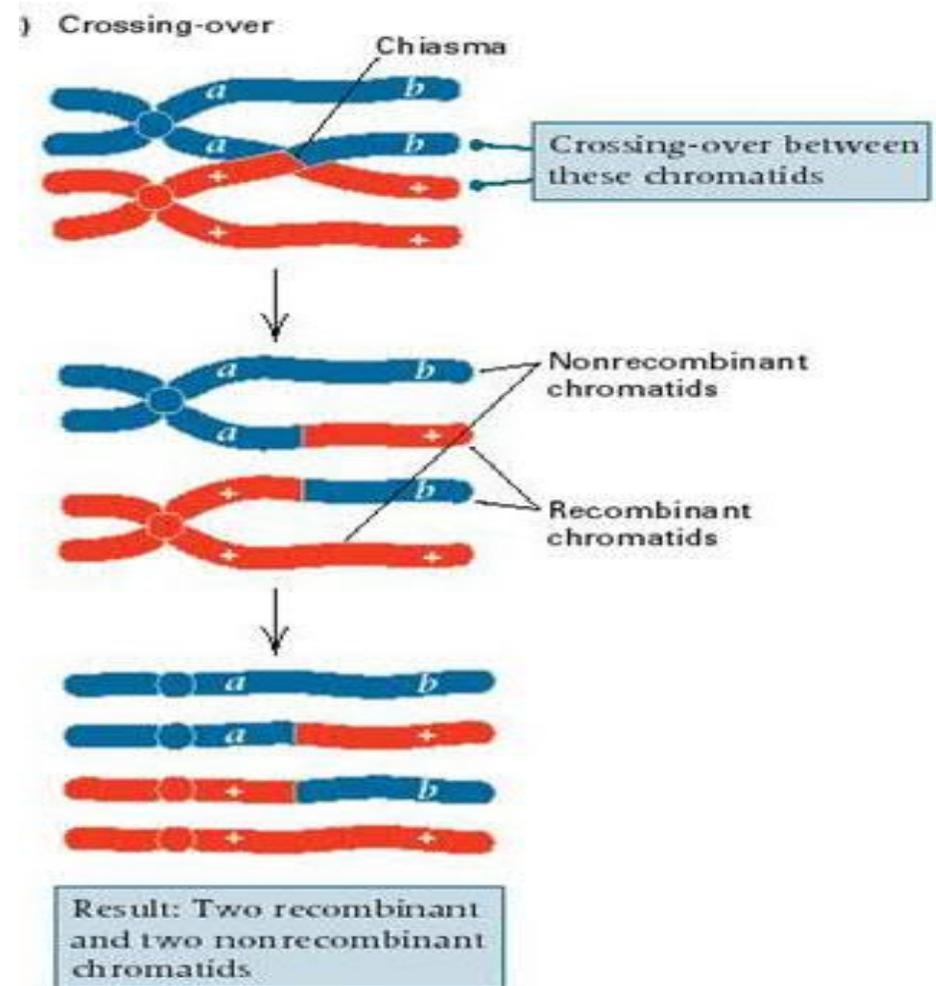
**Telofase I:** si iniziano a riformare i nuclei delle cellule che possono iniziare la meiosi II.

# Crossing - over

Il **crossing-over** dà origine a cromosomi geneticamente diversi

Lo scambio di DNA mediante il crossing-over dà origine a nuove combinazioni del materiale genetico nei cromosomi ricombinanti.

I due colori permettono di distinguere i cromosomi provenienti dai due genitori.



# Meiosi II

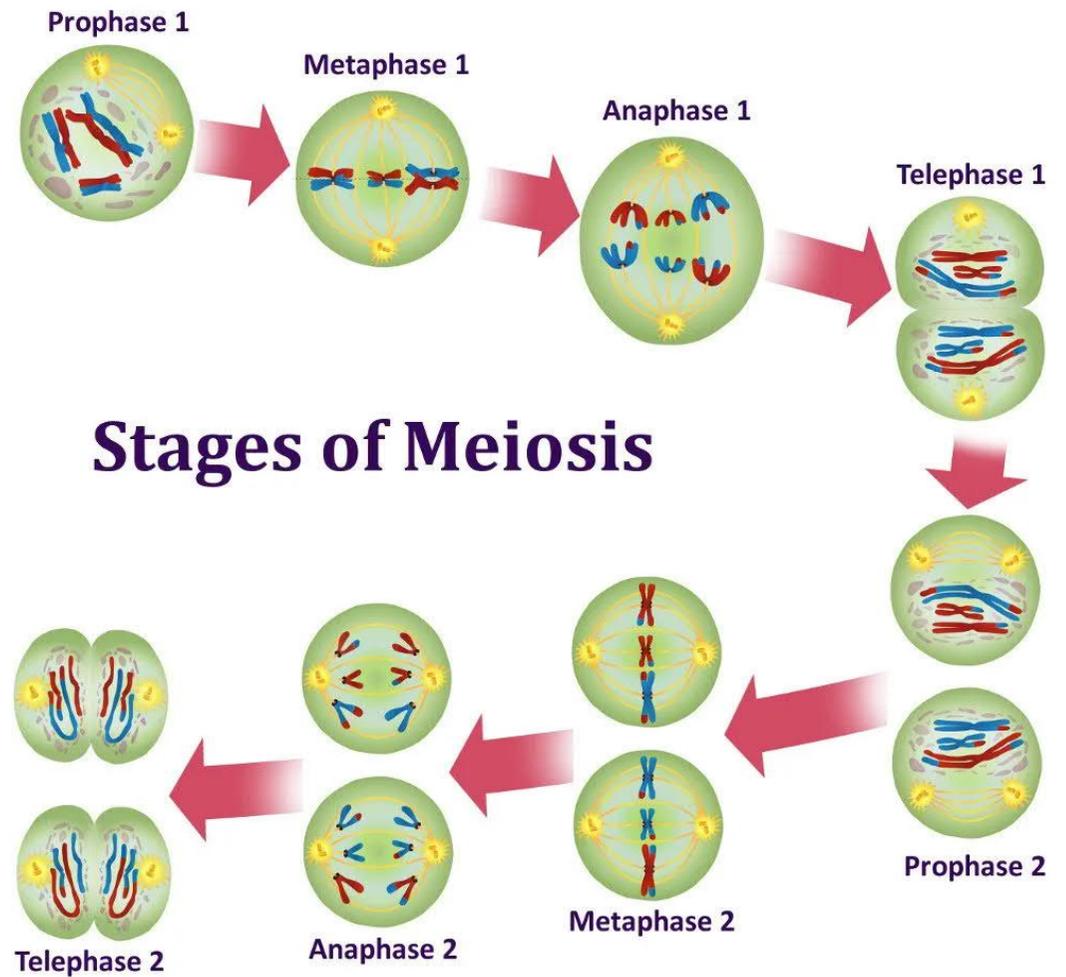
La **seconda divisione meiotica**, dal punto di vista morfologico è identica ad una mitosi, i cromatidi fratelli, che hanno superato uniti la prima divisione meiotica, si dividono nelle due cellule figlie con 23 cromosomi, ciascuno formato da un solo cromatidio.

Il risultato e' la produzione di **quattro cellule aploidi** che escono dal ciclo.

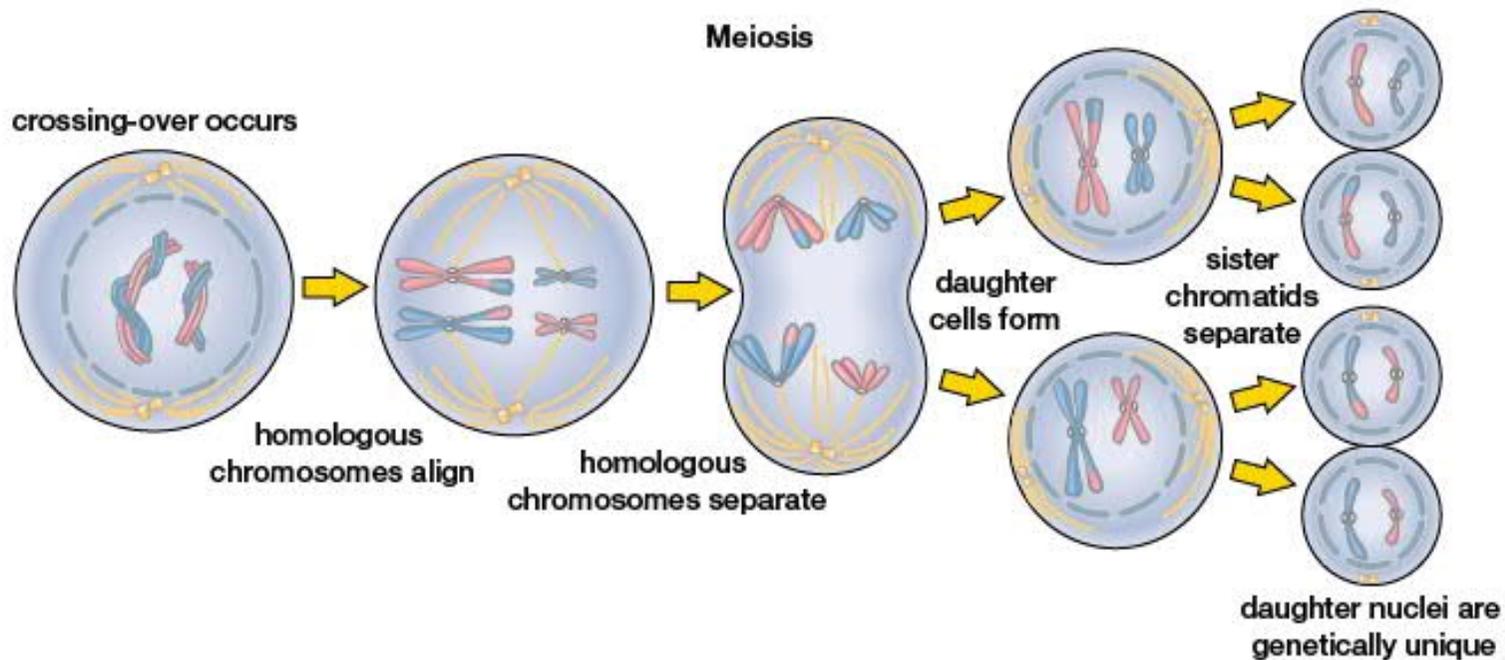
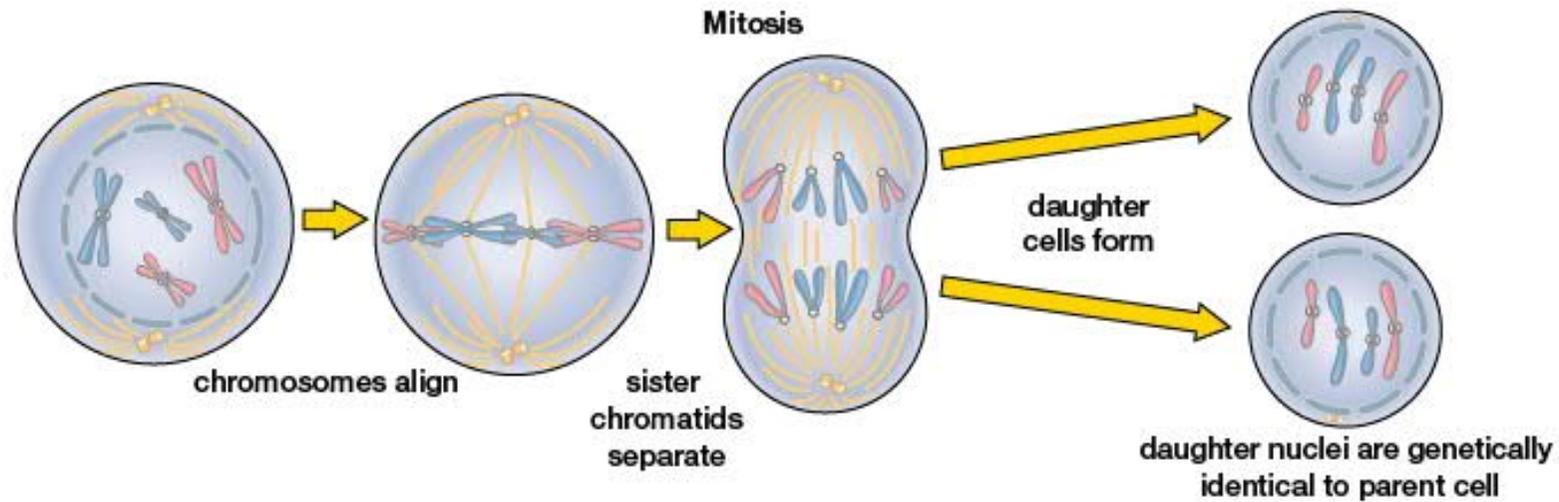
# Meiosi

Una cellula  $2n$  subisce 2 divisioni successive

Il numero di cromosomi è ridotto a metà



# Confronto mitosi meiosi



# Assortimento indipendente e Crossing - over

Al crescere del numero di cromosomi aumentano le possibili combinazioni casuali che essi possono dare.

Nella specie umana, dove le coppie di cromosomi sono 23, si possono produrre  $2^{23}$  (8.388.609) combinazioni diverse.

Se a questo aggiungiamo l'ulteriore rimescolamento genetico del crossing-over, il numero di combinazioni possibili diventa praticamente infinito.

# **Siamo unici!!!**

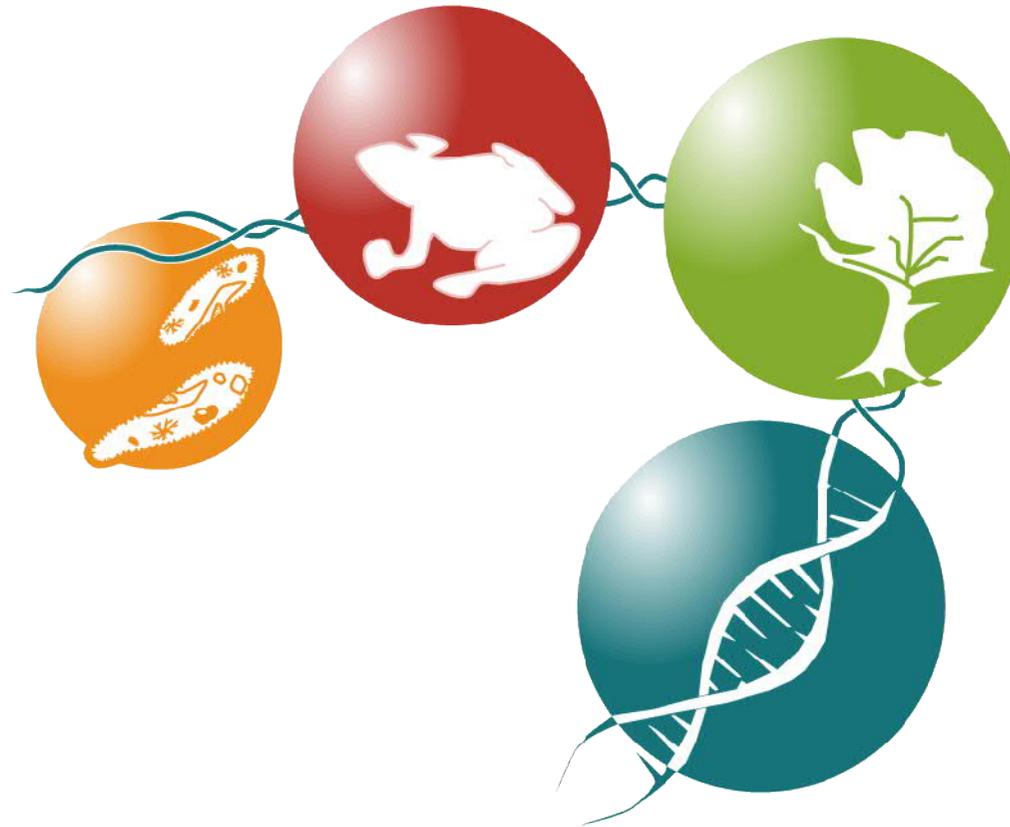
2 gameti non hanno mai la stessa combinazione di cromosomi, tenuto conto che un cromosoma contiene migliaia di geni differenti il numero totale di combinazioni è di circa

70.368.744.177.664

un numero enorme rispetto agli abitanti della Terra.

Quindi ognuno di noi è UNICO,  
con l'eccezione dei gemelli monozigoti.

# Biologia e Genetica 4



Rita Dougan 2023