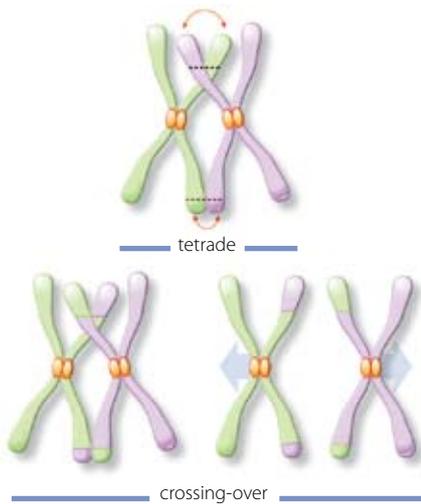


## Le tappe della meiosi

La meiosi consente di ottenere una notevole variabilità del patrimonio genetico, per la distribuzione casuale dei membri di ogni coppia di cromosomi all'interno delle cellule figlie (*gameti*) e per effetto del *crossing over*.



I cromosomi omologhi nella meiosi si sovrappongono parzialmente formando le tetradi (4 cromatidi) e vanno incontro al crossing over, che porta alla formazione di cromosomi "ibridi", per lo scambio di porzioni corrispondenti di DNA.

Le cellule progenitrici (oogoni e spermatogoni) da cui origineranno le cellule germinative, oociti e spermatozoi sono *diploidi*, posseggono, cioè, 46 cromosomi, 23 coppie di cromosomi. Ogni coppia è costituita, come per tutte le altre cellule del corpo umano, da un cromosoma proveniente dalla madre e uno dal padre. I due cromosomi che costituiscono una coppia sono simili per forma e dimensione e vengono detti **cromosomi omologhi**.

La meiosi prevede 2 divisioni cellulari successive: la prima è la **divisione riduzionale**, nella quale i due cromosomi di ciascuna coppia si separano, andando ciascuno in una sola delle due cellule figlie, che presentano perciò un numero di cromosomi ridotto a metà, ma già divisi in due cromatidi (cioè con DNA raddoppiato e già pronto a una nuova divisione); la seconda è una

**divisione equazionale**, simile alla mitosi, nella quale, fin dalla profase, i cromosomi sono divisi in due cromatidi.

Vediamo la prima divisione:

**1) nella profase I** si evidenziano i cromosomi, divisi in cromatidi; i due cromosomi di ciascuna coppia si congiungono (*sinapsi*), costituendo delle formazioni dette **tetradi**, perché fatte di 4 cromatidi. I geni corrispondenti sui due cromosomi omologhi si vengono così a trovare a stretto contatto e si può avere lo scambio reciproco di porzioni di DNA corrispondenti tra i due cromosomi: questo fenomeno è detto **crossing over**.

Questo scambio è molto importante, perché permette di ottenere dei "nuovi" cromosomi costituiti da porzioni del cromosoma "paterno" e porzioni del cromosoma "materno": lo scambio di geni, responsa-



profase I



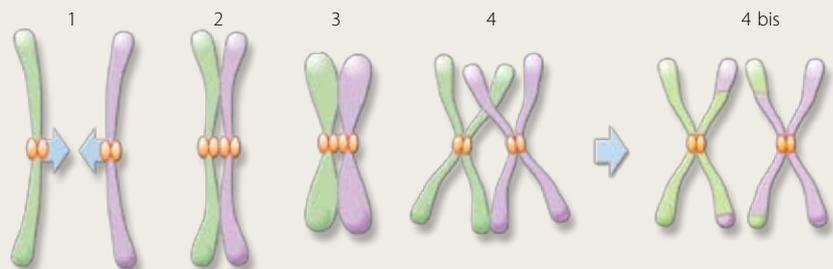
metafase I

bile della trasmissione dei caratteri ereditari, determina una notevole varietà delle caratteristiche della specie umana, per il continuo mescolamento, di generazione in generazione, di caratteri appartenenti a individui diversi.

### La profase I della meiosi

La profase I è molto lunga e viene suddivisa in diversi stadi:

1. **Leptotene**: comparsa dei cromosomi sotto forma di lunghi filamenti singoli sottili (*lepto*: sottile);
2. **Zigotene**: (*zygotos*: unito assieme) appaiamento dei cromosomi omologhi (*sinapsi*);
3. **Pachitene**: accorciamento e ispessimento dei cromosomi (*pachys*: spesso); le coppie di cromosomi sono dette bivalenti;
4. **Diplotene**: sdoppiamento dei cromosomi in cromatidi, con formazione delle tetradi; i cromatidi omologhi si scambiano porzioni di DNA (**crossing over**) incrociandosi in punti detti chiasmi;
- 4 bis. **Diacinesi**: scomparsa del nucleolo e della membrana nucleare e formazione del fuso: la diacinesi corrisponde dunque alla prometafase.



Modificazione e appaiamento dei cromosomi omologhi nella profase I.

## Le tappe della meiosi

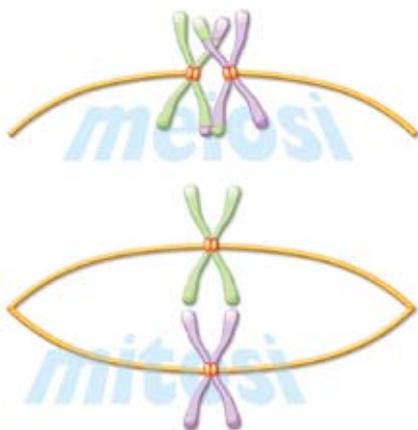
Rispetto alla mitosi, la profase I presenta le seguenti differenze:

- a) la congiunzione (*sinapsi*) dei cromosomi omologhi con formazione delle tetradi;
- b) gli scambi reciproci di porzioni di DNA per *crossing over*.

**2) Prometafase I:** si forma il fuso mitotico con i centrioli ai poli opposti, mentre la membrana nucleare è scomparsa: non vi sono differenze con la mitosi.

**3) Metafase I:** le fibre del fuso si collegano ai cromosomi: ogni cromosoma, diviso in due cromatidi tenuti insieme per il centromero, è legato alle fibre del fuso di un solo polo: i cromosomi omologhi sono connessi ai poli opposti. Si ha l'allineamento dei cromosomi sul piano equatoriale (piastra metafase).

Nella *mitosi* ogni cromosoma è collegato ai 2 poli; nella *meiosi*, invece, ogni cromosoma è collegato solo a uno dei due poli, con l'omologo (cioè il cromosoma della stessa coppia) collegato al polo opposto.



Le fibre del fuso mitotico si legano ai centromeri: nella *meiosi*, ogni cromosoma è collegato ad un polo della cellula con il cromosoma omologo collegato al polo opposto; nella *mitosi*, invece, ogni cromosoma è collegato a entrambi i poli.

**4) Anafase I:** si ha la migrazione dei cromosomi verso i poli. I cromosomi omologhi migrano verso i poli opposti.

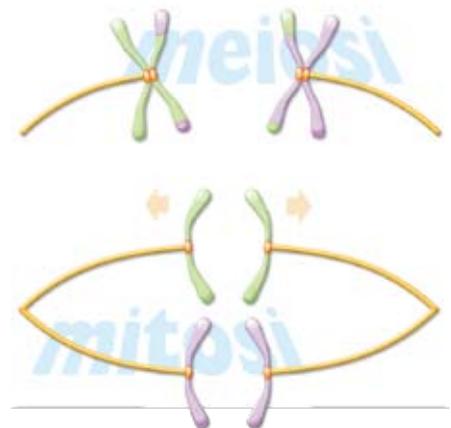
Nella *mitosi* il centromero si divide e i due cromatidi costituenti ogni cromosoma migrano verso poli opposti; nella *meiosi*, invece, il centromero non si divide e tutto il cromosoma formato dai 2 cromatidi uniti per il centromero migra verso un polo, mentre il suo omologo si porta all'altro polo. Così a un polo avremo 23 cromosomi e all'altro i 23 omologhi tutti già divisi in 2 cromatidi.

**5) Telofase I:** si completa la separazione delle due cellule, che sono **aploidi**, perché contengono solo 23 dei 46 cromosomi; ma ogni cromosoma è già "sdoppiato" in due cromatidi uniti per il centromero ed è quindi pronto a una seconda divisione.

La seconda divisione della meiosi (**divisione equazionale**) porta alla **separazione dei cromatidi**. Essa è del tutto uguale a una mitosi che parte da una profase già iniziata, solo che sia la cellula di partenza, con i cromosomi già divisi in due cromatidi, sia le cellule figlie, hanno un numero di cromosomi dimezzato, sono cioè **cellule aploidi**:

**1) Profase II:** la profase I è molto lenta e si completa in giorni, mesi o addirittura anni; la profase II, invece, inizia subito dopo la telofase I, cioè subito dopo la fine della prima divisione meiotica, senza l'interposizione di una fase di riposo o interfase.

**2) Prometafase e metafase II:** come per la mitosi: si forma il fuso, la piastra equatoriale, si collegano le fibre del fuso al centromero di ogni cromosoma che resta connesso così a entrambi i poli.



Nell'anafase I della *meiosi* si separano i cromosomi omologhi, mentre nella *mitosi* si separano i due cromatidi di ciascun cromosoma.

**3) Anafase II:** i centromeri si dividono come per la mitosi e si separano i due cromatidi di ogni cromosoma, migrando ai poli della cellula. Ricordiamo che i cromosomi sono qui solo 23.

**4) Telofase II:** le cellule si separano. Ogni cellula contiene 23 cromosomi, è, cioè, *aploide*. Da una cellula progenitrice *diploide*, lo spermatozoo, si ottengono 4 spermatozoi, *aploidi*. Per i gameti femminili, invece, da un oocione *diploide* si ottiene solo un oocita aploide (e due o tre *globuli polari*).



Nella telofase I si formano due cellule aploidi, ciascuna contenente la metà dei cromosomi, già duplicati e pronti per una seconda divisione cellulare.

Le tappe della meiosi

Schema riassuntivo della meiosi

