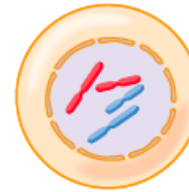


# La meiosi

**G1**

Una cellula diploide con quattro cromosomi



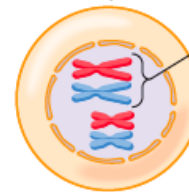
**Fase S**

Replicazione del DNA

**G2**

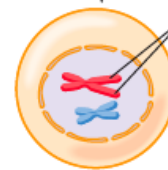
Quattro cromosomi ognuno con due cromatidi fratelli

Coppie di cromosomi omologhi

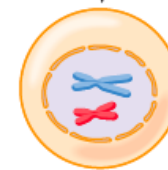


Prima divisione meiotica (Meiosi I)

Ogni cellula figlia riceve un cromosoma per ogni coppia di omologhi.  
Ogni cromosoma è formato da due cromatidi

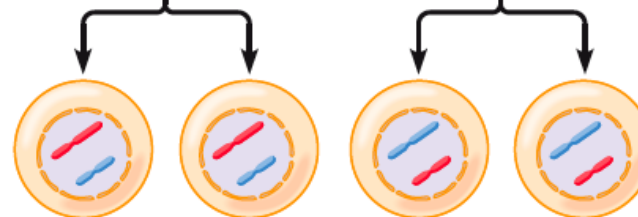


Cromatidi fratelli



Seconda divisione meiotica (Meiosi II)

Ogni cellula figlia riceve per ogni coppia di omologhi un cromosoma formato da un solo cromatidio.

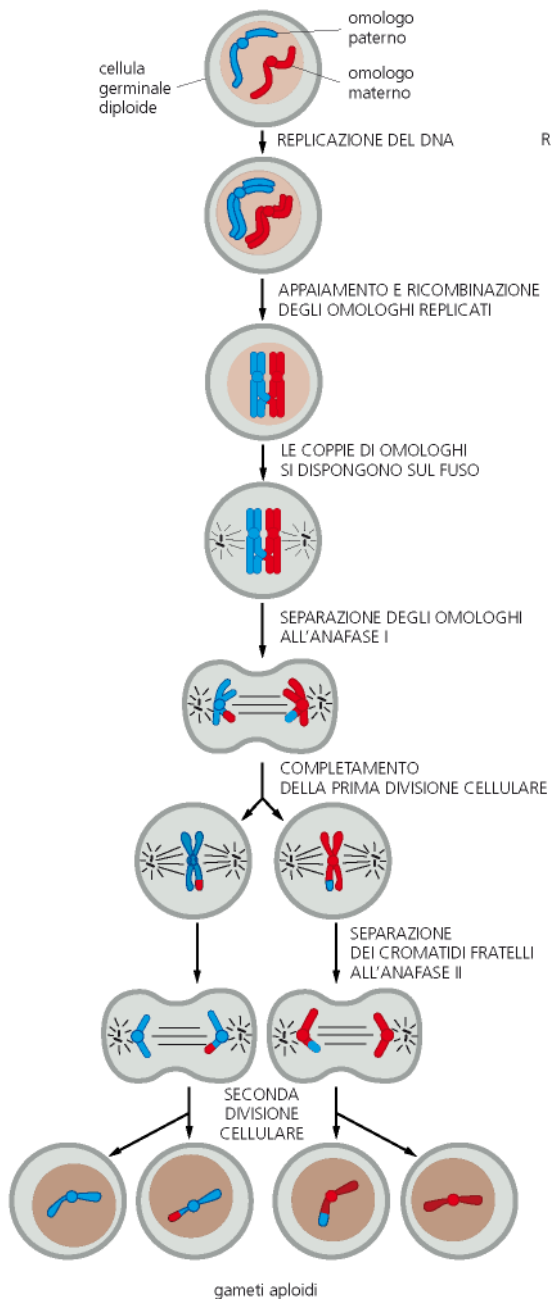


Quattro cellule figlie aploidi con due cromosomi ciascuna

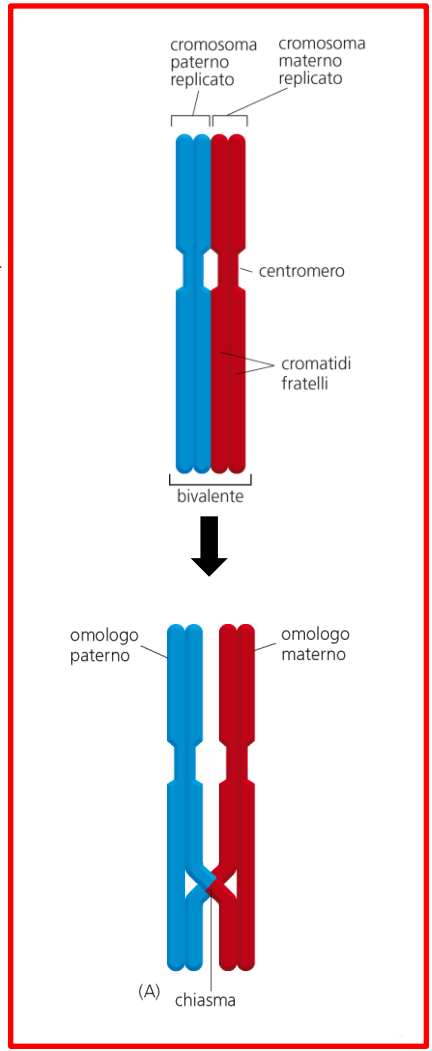
FASE S DELLA MEIOSI

MEIOSI I

MEIOSI II

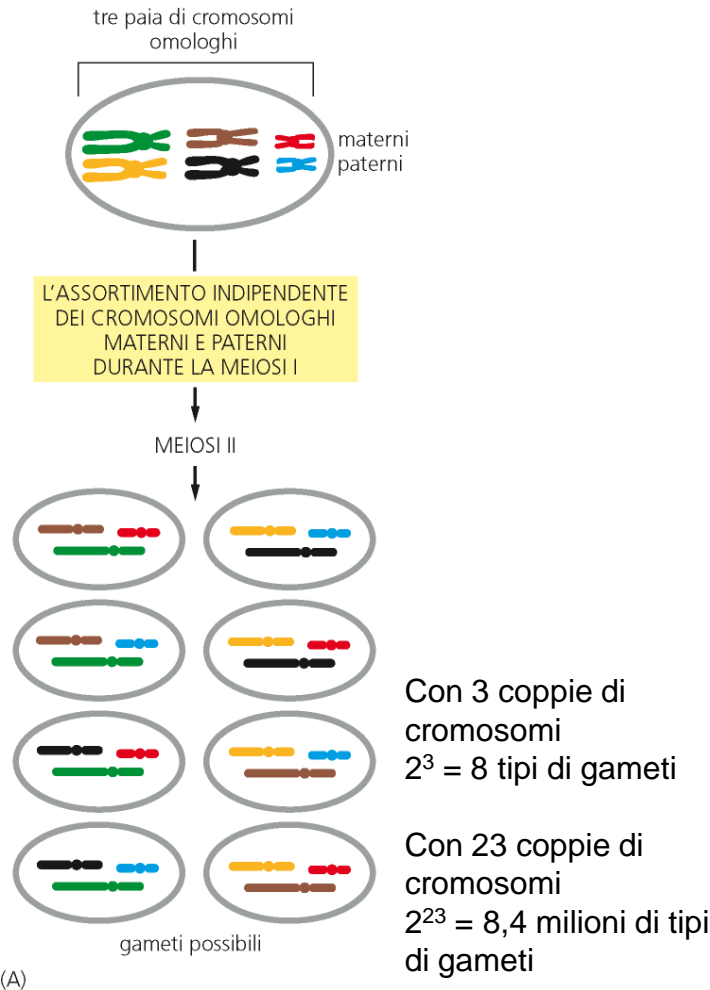


**Profase I:**  
appaiamento dei cromosomi omologhi e scambio di segmenti tra cromatidi non fratelli

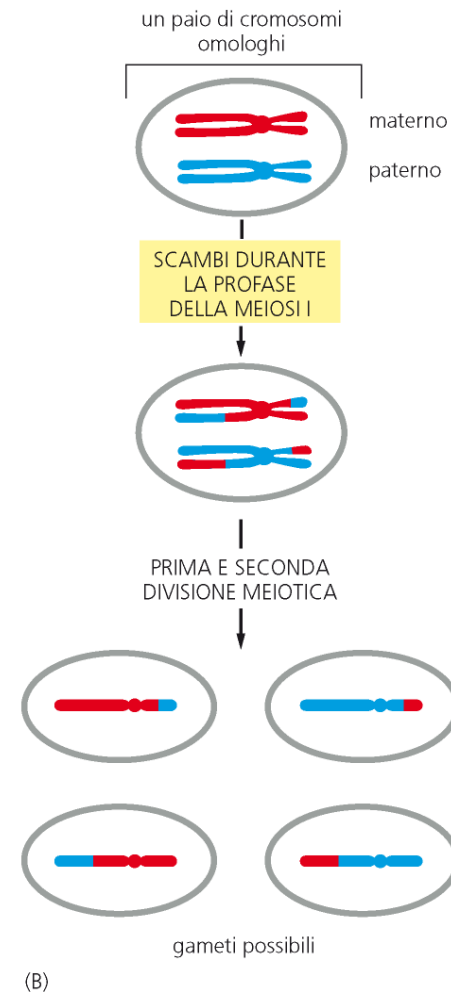


# Le cellule aploidi (i gameti) contengono un'informazione genetica riassortita di geni materni e paterni. Attraverso quali meccanismi?

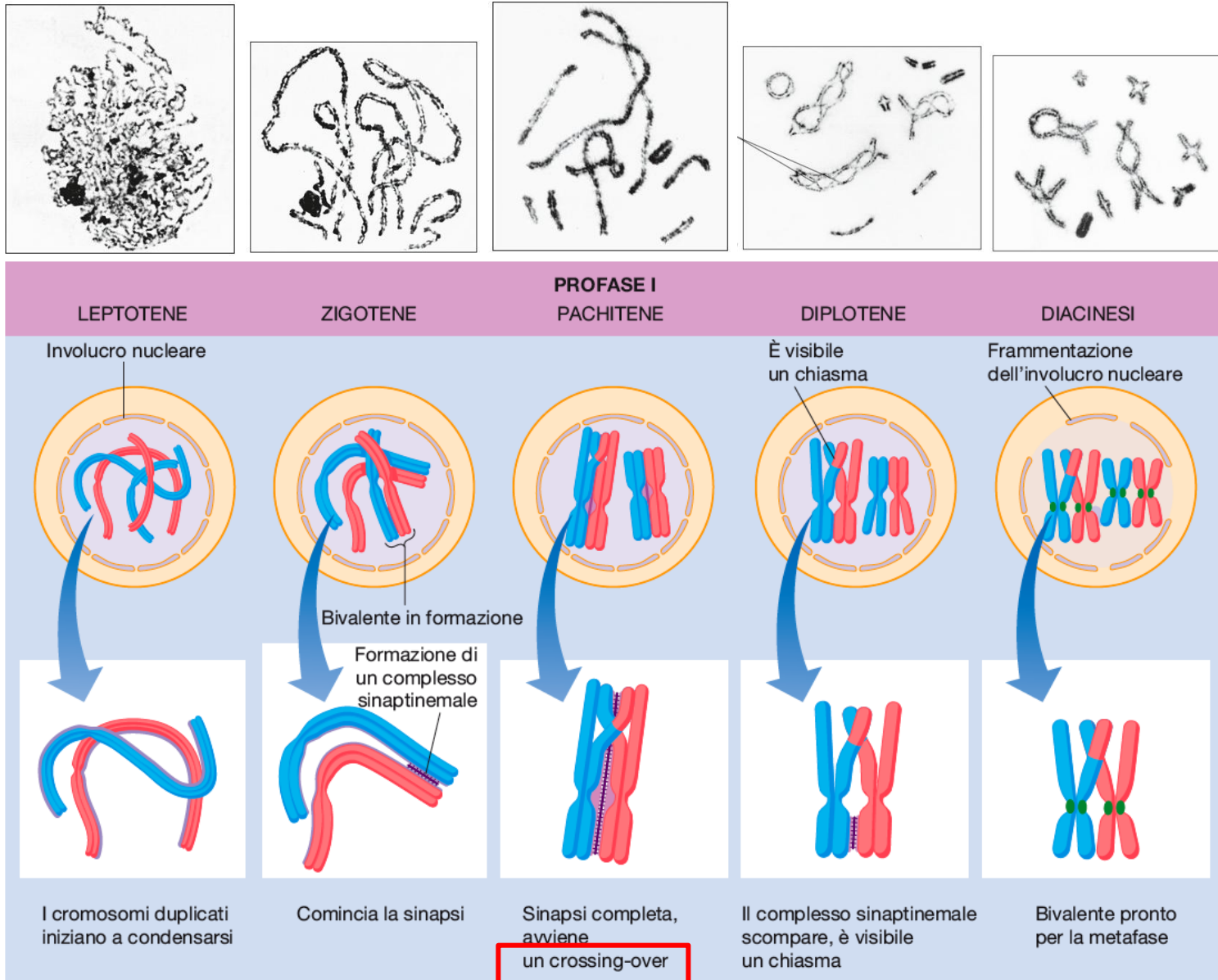
1) Assortimento casuale dei cromosomi materni e paterni



2) Scambio di segmenti tra cromosomi omologhi (crossing over) durante la Profase della prima divisione meiotica

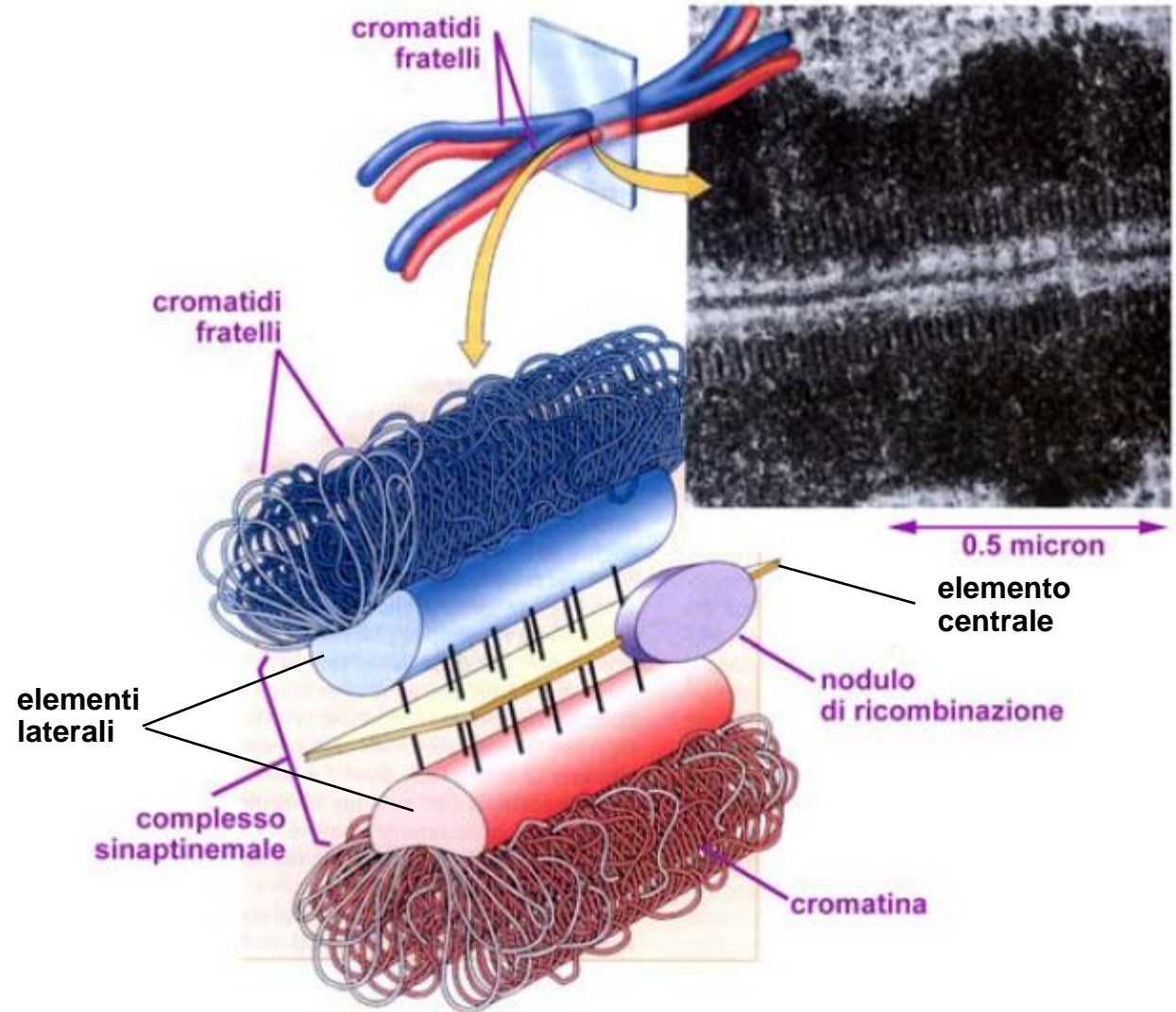


# La Profase della prima divisione meiotica, lunga e complessa, si divide in 5 sottofasi:



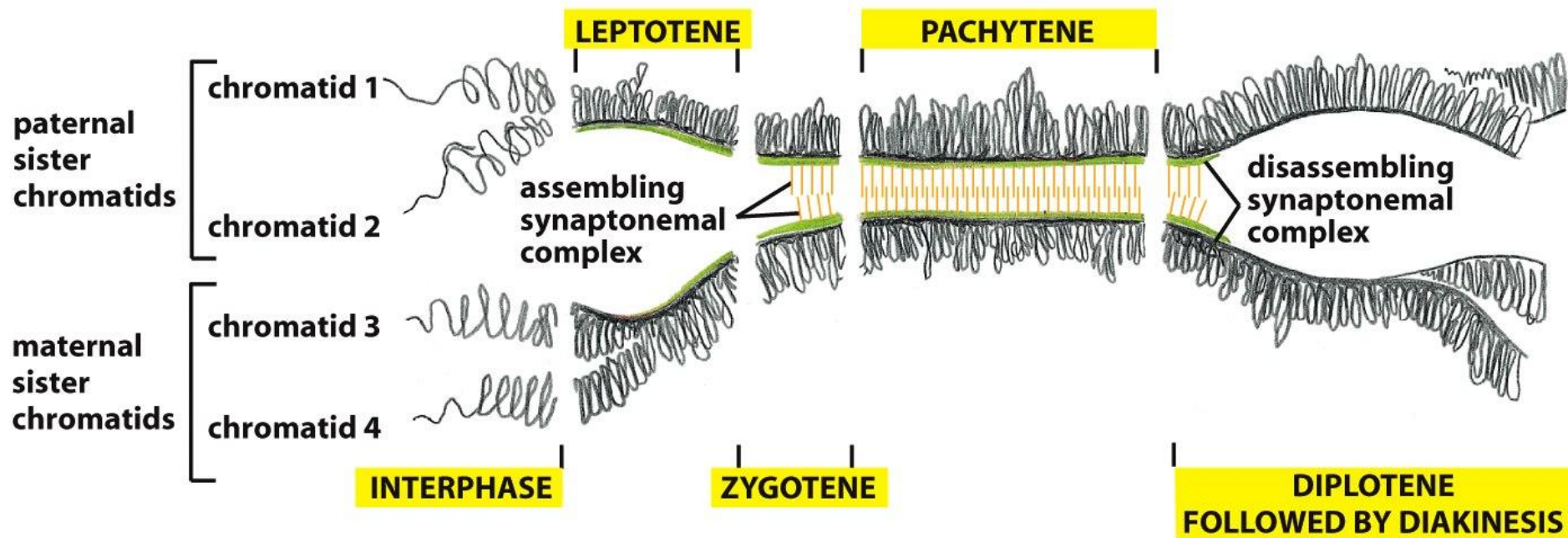
# Il complesso sinaptonemale o sinaptonemico

Durante la **Profase I** i cromosomi omologhi sono tenuti in stretto contatto dal complesso sinaptonemale, una complessa struttura proteica che assomiglia a una cerniera. Gli **elementi laterali** cominciano ad attaccarsi ai singoli cromosomi durante il **leptotene**, mentre l'**elemento centrale**, quello che effettivamente tiene insieme i cromosomi omologhi, si forma solo nello **zigotene**. Sembra che i **noduli di ricombinazione** corrispondano ai siti dove avviene il crossing over, completato alla fine del **pachitene**.

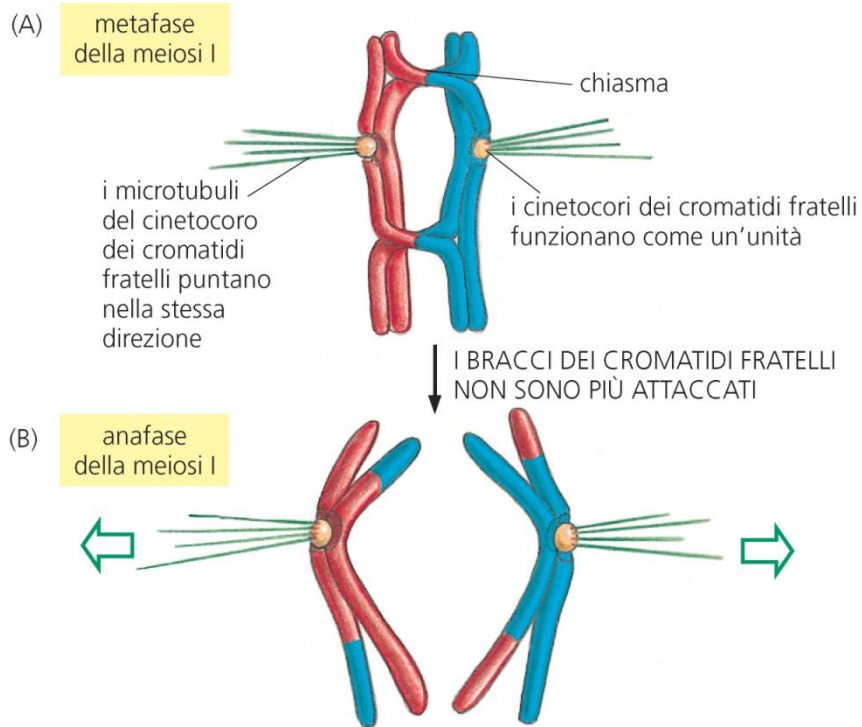


# Evoluzione temporale del complesso sinaptinemale durante la Profase I

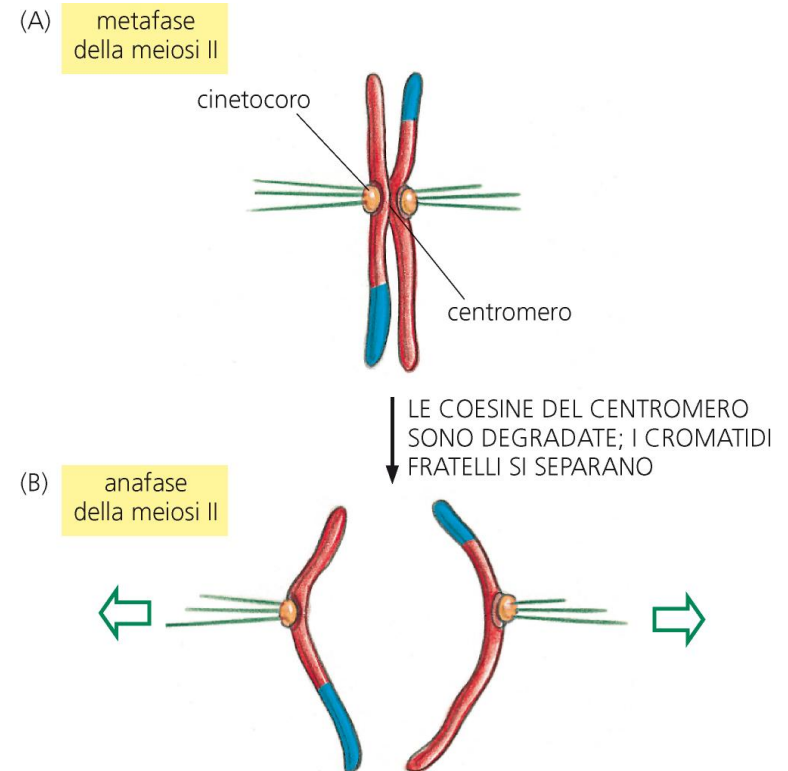
Durante la **Profase I** i cromosomi omologhi sono tenuti in stretto contatto dal complesso sinaptinemale, una complessa struttura proteica che assomiglia a una cerniera o a una scala a pioli. Gli **elementi laterali** (**verdi**) cominciano ad attaccarsi ai singoli cromosomi durante il **leptotene**, mentre l'**elemento centrale**, (pioli gialli) si forma solo nello **zigotene**. Il complesso è completamente formato nel **pachitene**, quando avviene il crossing over. Il complesso si disassembla nel **diplotene**.

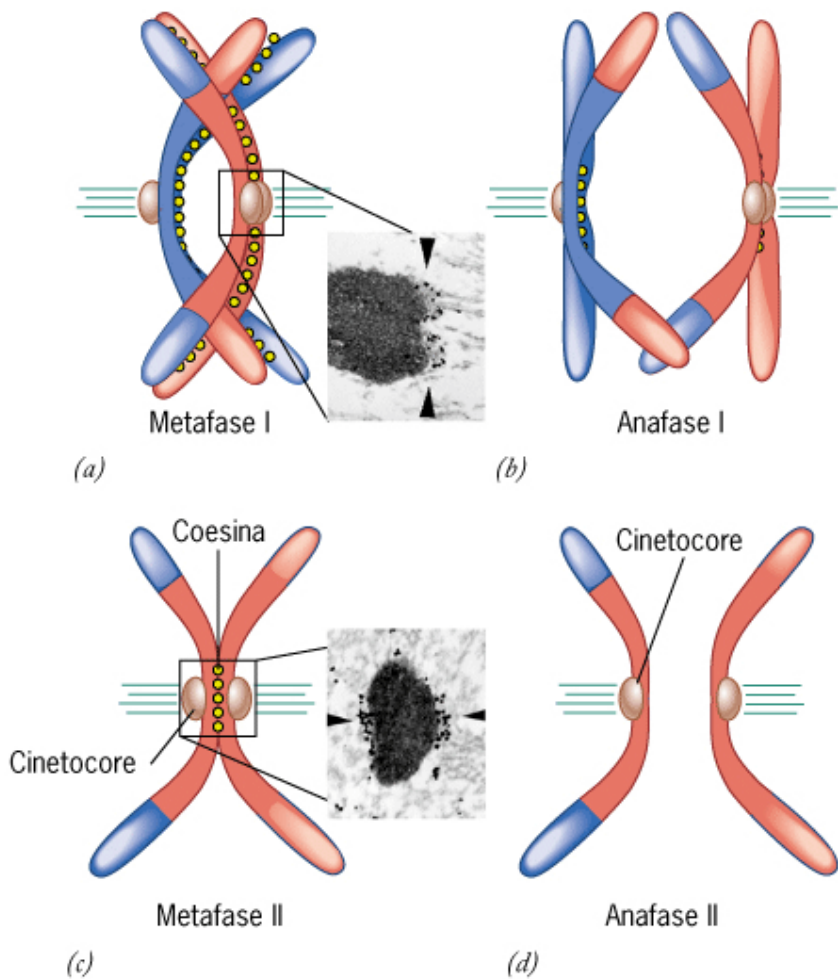


I chiasmi assicurano la corretta ripartizione dei cromosomi omologhi durante la Meiosi I



Nella Meiosi II, come nella mitosi, i cinetocori di ogni cromatidio fratello funzionano in maniera indipendente, così i due cromatidi fratelli possono essere tirati verso i poli opposti del fuso





**FIGURA 14.46** Separazione di cromosomi omologhi durante la meiosi I e separazione di cromatidi durante la meiosi II. (a) Diagramma schematico di una coppia di cromosomi omologhi alla metafase I. I cromatidi sono tenuti insieme, sia i bracci che i centromeri, dalla coesina. La coppia di omologhi è mantenuta come bivalente dal chiasma. La micrografia nell'insero mostra che i cinetocori di cromatidi fratelli sono posti su un lato del cromosoma, rivolti verso lo stesso polo. I punti scuri sono particelle d'oro legate alla proteina motrice CENP-E (vedi Figura 14.16c). (b) All'anafase I, la coesina che tiene uniti i bracci dei cromatidi è tagliata, permettendo agli omologhi di separarsi. La coesina resta a livello del centromero, mantenendo i cromatidi insieme. (c) Alla metafase II, i cromatidi sono tenuti insieme a livello del centromero, con i microtubuli dei poli opposti attaccati ai due cinetocori. La micrografia nell'insero mostra i cinetocori di cromatidi fratelli che sono ora sui lati opposti del cromosoma, rivolti verso poli opposti. (d) All'anafase II la coesina tra i cromosomi è tagliata, permettendo ai cromosomi di muoversi verso i poli opposti (INSERTI: DA JIBAK LEE, ET AL., MOL. REPROD. DEVELOP. 56:51, 2000).

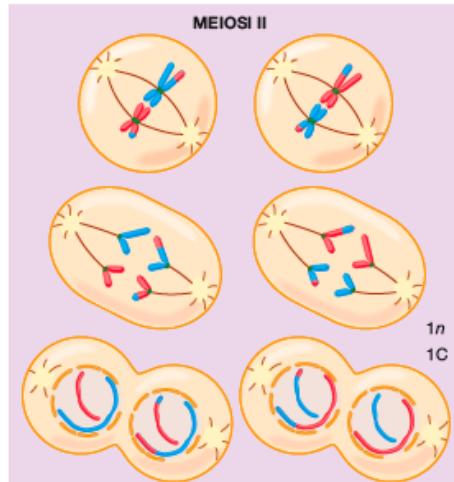
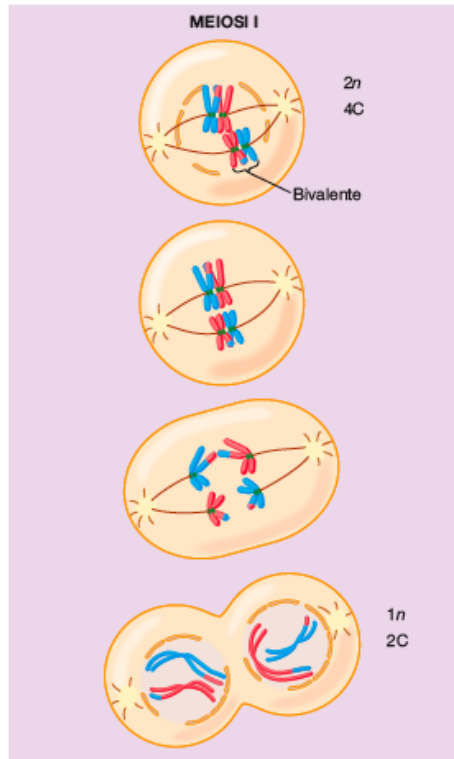


# Confronto MEIOSI-MITOSI

Si formano i bivalenti

Allineamento dei bivalenti

Si separano i cromosomi omologhi



**Risultato della meiosi:** quattro cellule aploidi, ciascuna con la metà dei cromosomi rispetto alla cellula parentale. Ciascuna cellula aploide contiene un assortimento casuale di cromosomi paterni e materni.

## Profase

Ciascun cromosoma condensato è formato da due cromatidi. Nella meiosi I, i cromosomi omologhi si appaiano in sinapsi, formando i bivalenti. Tra cromatidi non fratelli avviene il crossing-over e si formano i chiasmi. Nella mitosi, ogni cromosoma si comporta indipendentemente.

## Metafase

Nella meiosi I, i bivalenti si allineano sulla piastra metafasica. In mitosi, i singoli cromosomi si allineano sulla piastra metafasica.

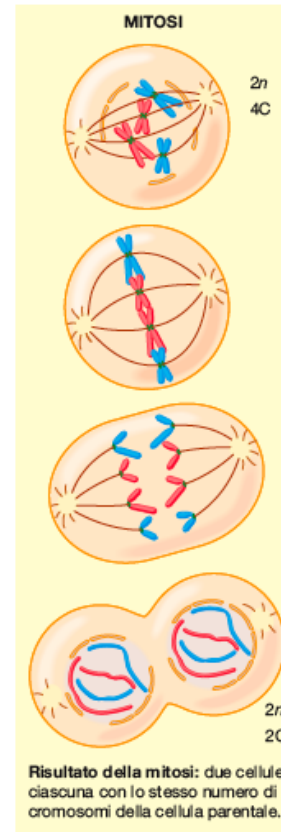
## Anafase

Nella meiosi I, i cromosomi (non i cromatidi) si separano. Nella mitosi si separano i cromatidi.

## Telofase e Citocinesi

Nella Meiosi II, i cromatidi fratelli si separano

## MITOSI

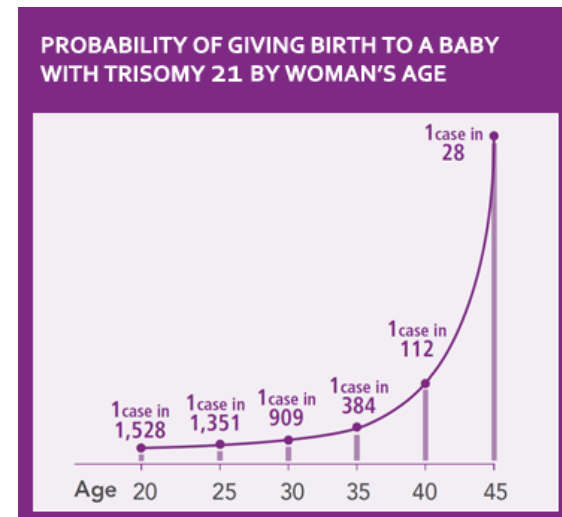
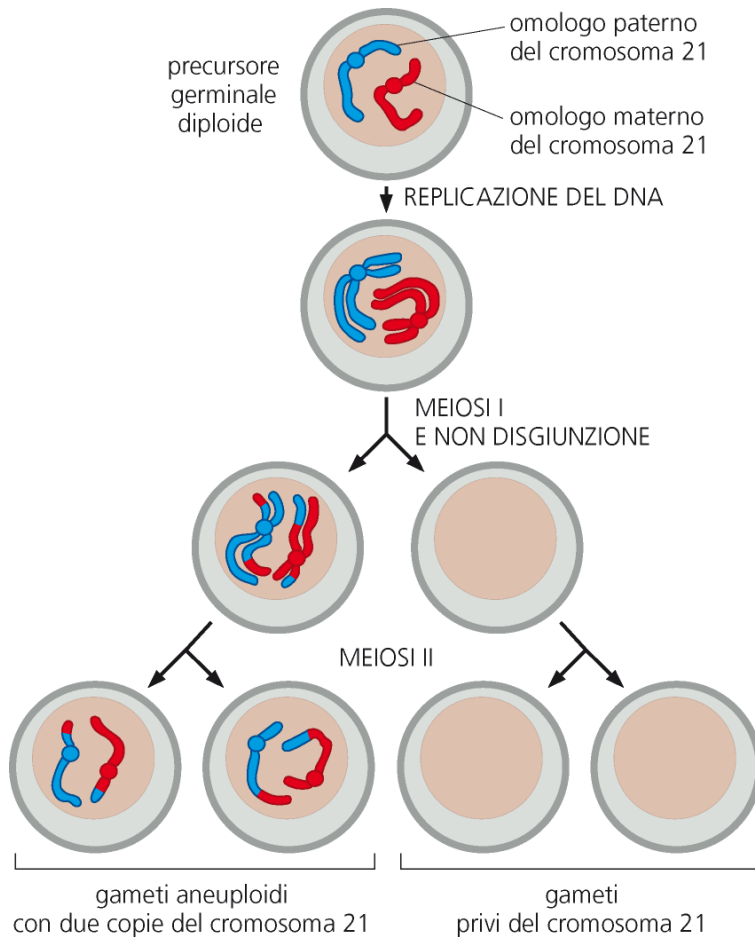


Cromosomi indipendenti

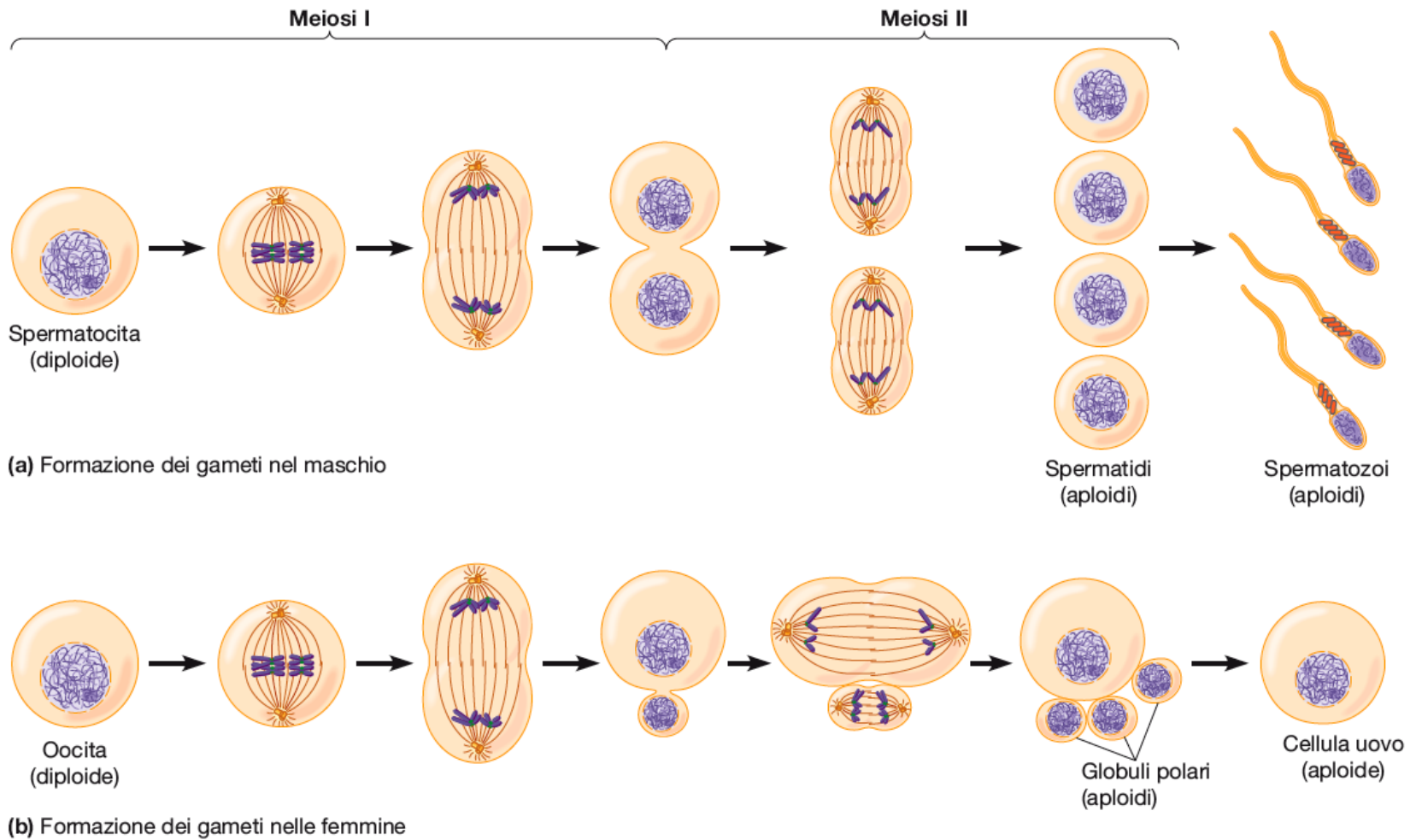
Allineamento di singoli cromosomi

Si separano i cromatidi fratelli

Durante la meiosi possono verificarsi errori di segregazione dei cromosomi che portano alla formazione di gameti con un numero errato di cromosomi.  
 Es.: NON DISGIUNZIONE DEL CROMOSOMA 21 = sindrome di Down

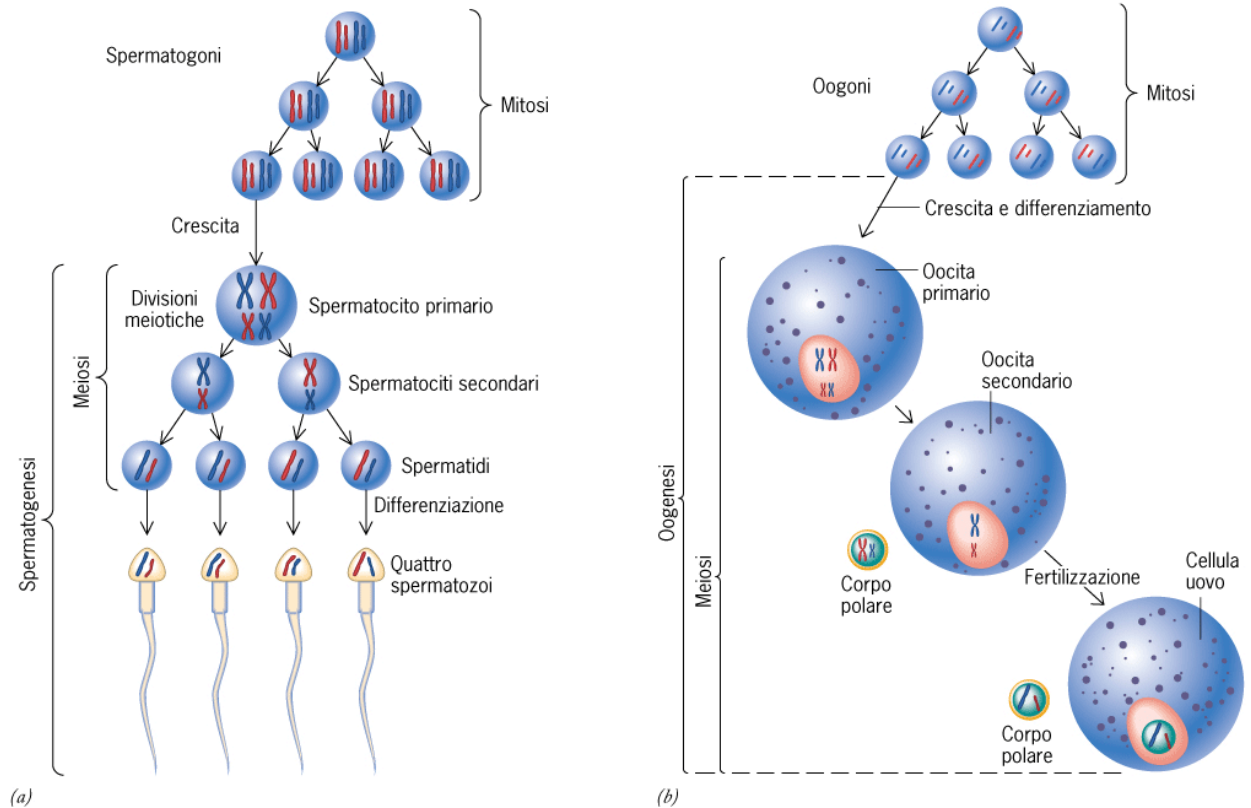


# La formazione di spermatozoi e cellule uovo



# La gametogenesi nei Vertebrati

Nelle femmine dei vertebrati, gli oociti primari si differenziano durante la vita embrionale dagli oogoni. Gli oociti entrano in una **lunga profase meiotica I**, che nella donna dura fino alla pubertà; da quel momento un oocita al mese matura fino alla **metafase II** e solo con la fertilizzazione si ha la terminazione del processo meiotico.



**FIGURA 14.41** Le fasi della gametogenesi nei vertebrati: un confronto tra la formazione delle uova e quella degli spermatozoi. In entrambi i sessi, una piccola popolazione di cellule germinali primordiali, presenti nell'embrione, prolifera per mitosi e dà origine ad una popolazione di cellule goniali (oogoni e spermatozoni) le quali, a loro

volta, si differenzieranno in gameti. Nel maschio (a), la meiosi avviene prima del differenziamento, mentre nella femmina (b), la meiosi avviene dopo il differenziamento. Ogni spermatozoo primario dà luogo a quattro gameti, ed ogni oocita primario forma un singolo uovo fecondabile e due o tre corpuscoli polari.