

# **Biologia dello Sviluppo e Filogenesi Animale**

**Docente: Palma Simoniello**

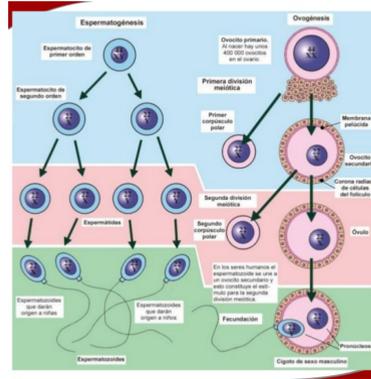
**Centro Direzionale Isola C 4° piano**

**[palma.simoniello@uniparthenope.it](mailto:palma.simoniello@uniparthenope.it)**

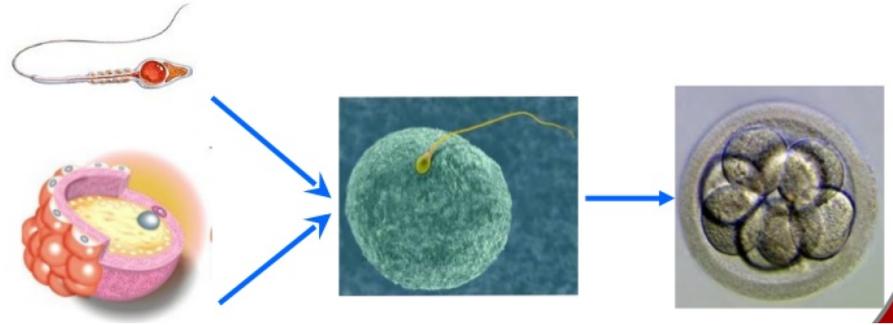
- 1) Gametogenesi**
- 2) Determinazione primaria del sesso**
- 3) Cellule Germinali**
- 4) Mitosi e Meiosi**

# Biologia dello Sviluppo

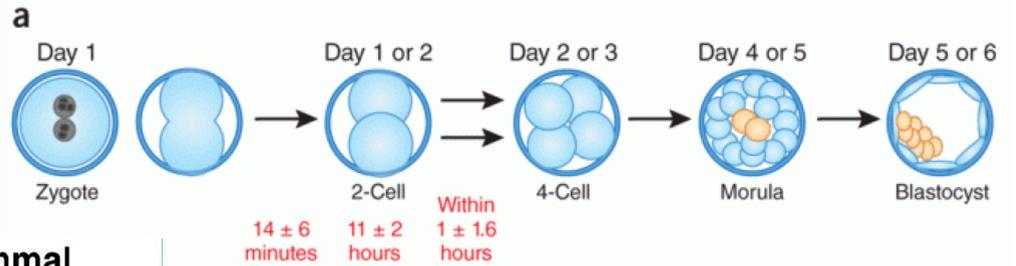
- Gametogenesi



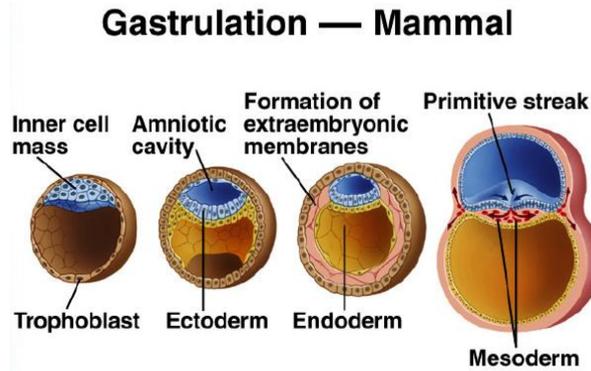
- Fecondazione



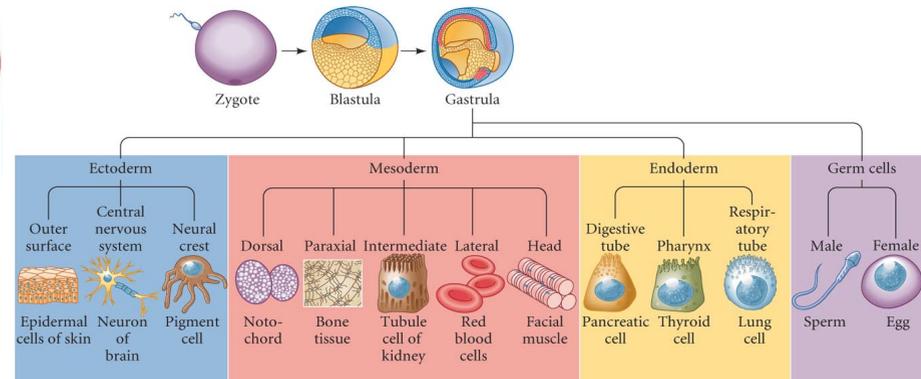
- Segmentazione (Blastulazione)



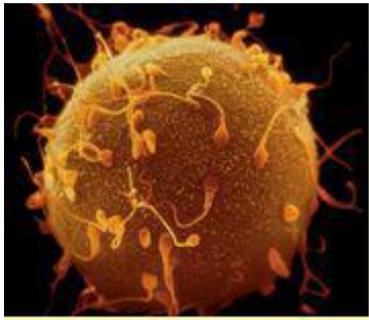
- Gastrulazione



- Organogenesi



# Gametogenesi



Che cosa è?

TRASFORMAZIONE delle CELLULE  
GERMINALI in GAMETI:

uova

**ovogenesi**

spermatozoi

**spermatogenesi**

Dove avviene?



Nelle gonadi:  
ovaio, testicolo

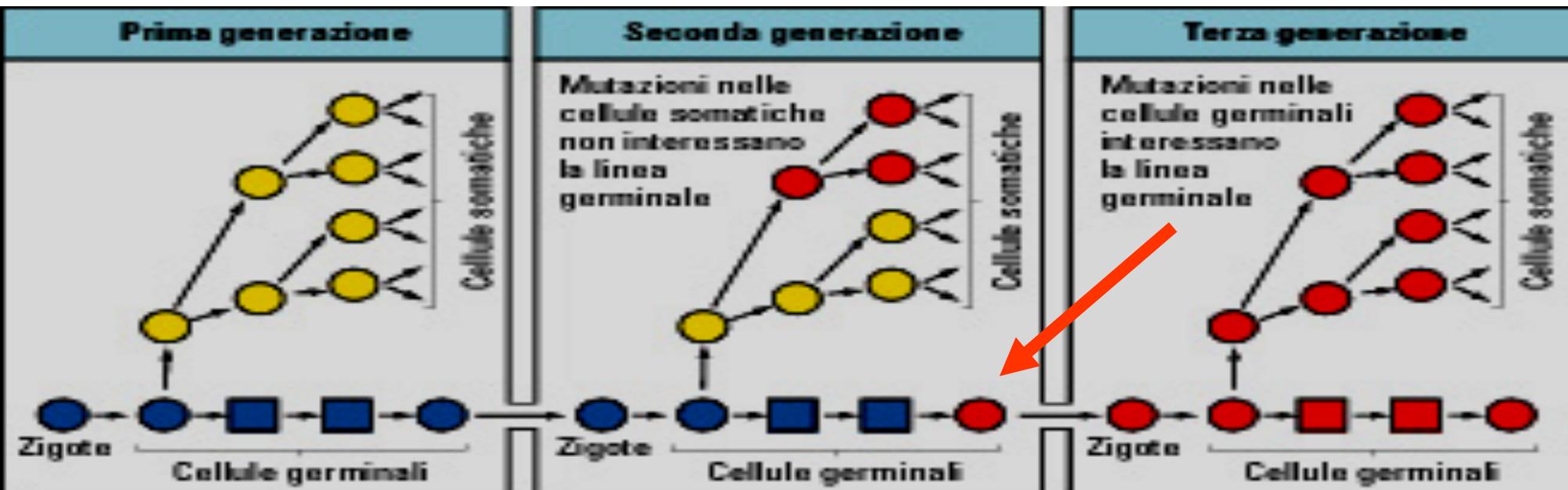
Come  
avviene?

**MEIOSI**  
DIFFERENZIAMENTO

# Gametogenesi

Ogni organismo è formato di cellule che costituiscono la quasi totalità del corpo (**cellule somatiche**) e cellule deputate esclusivamente alla riproduzione (**cellule germinali**)

I **gameti**, spermatozoo e ovocita, sono cellule germinali dalla cui fusione origina lo **zigote o cellula uovo fecondata**.



Solo l'informazione genetica contenuta nelle cellule germinali viene trasmessa alla discendenza

# Gametogenesi

La gametogenesi avviene nelle gonadi a partire da cellule germinali primordiali, presenti già a livello embrionale

I vertebrati sono costituiti, in genere, da specie **gonocoriche**, in cui le due gonadi (o ghiandole sessuali o genitali), testicolo ed ovario, sono presenti in individui diversi.

Le specie **ermafrodite**, invece, presentano le due gonadi sullo stesso individuo (diversi invertebrati e, fra i vertebrati, alcuni pesci).

L'ermafroditismo si definisce:

⊗ **simultaneo**, quando le due gonadi sono presenti contemporaneamente in un individuo (lombrico)

⊗ **successivo**, quando un individuo presenta in momenti diversi prima il testicolo e poi l'ovario (**ermafroditismo proterandrico**); o viceversa prima l'ovario e poi il testicolo (**ermafroditismo proteroginico**).

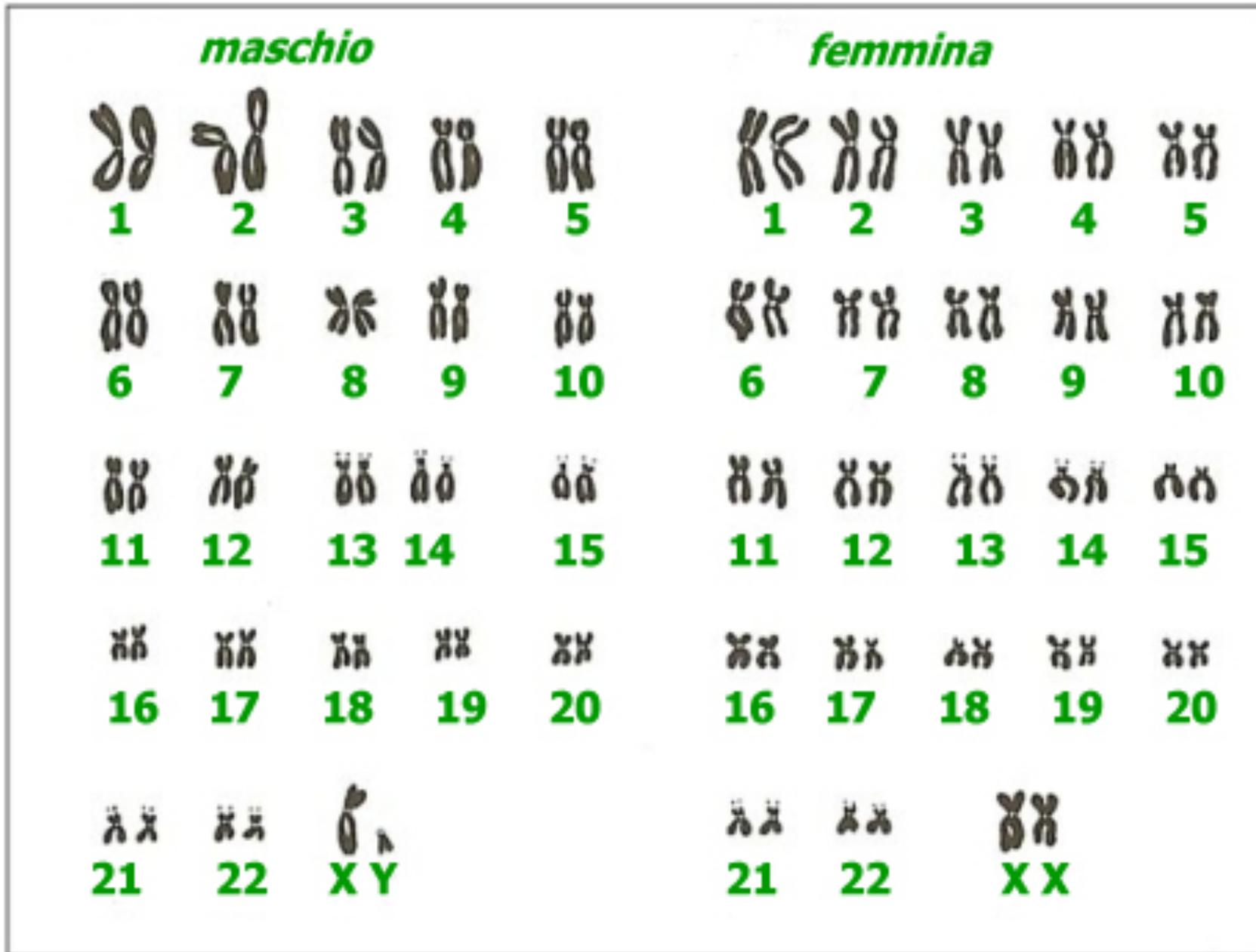
# Determinazione del sesso

**Determinazione primaria del sesso: cromosomica, comporta la determinazione della gonade nei mammiferi, ed è dovuta alla presenza di cromosomi sessuali diversi (X ed Y)**

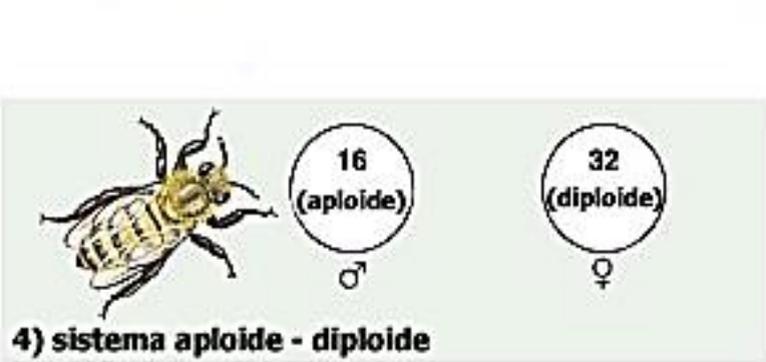
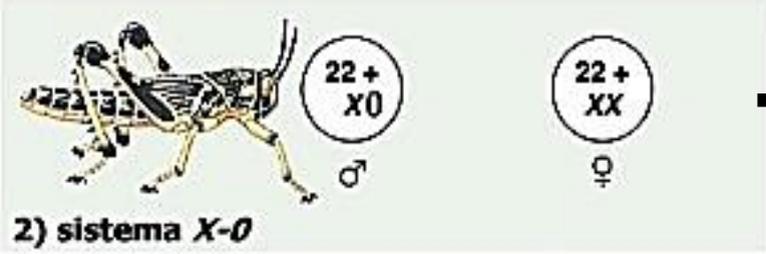
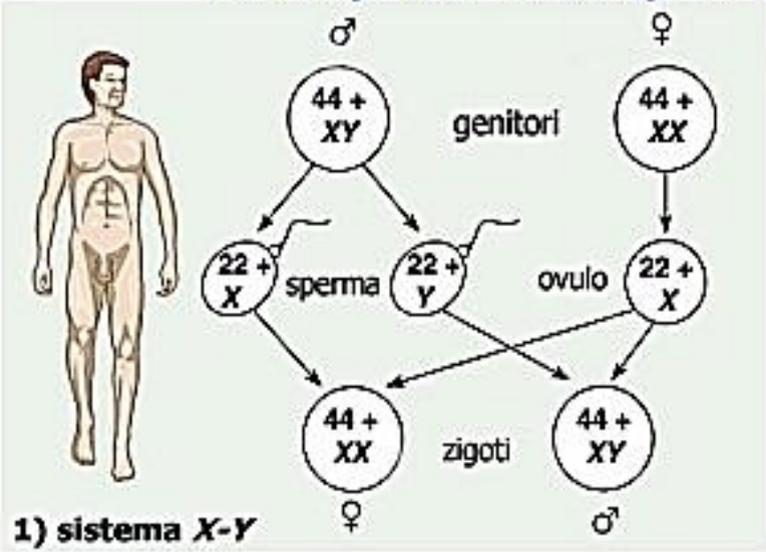
**Determinazione secondaria del sesso: sviluppo del fenotipo corporeo corrispondente alle gonadi. E' sotto il controllo degli ormoni sessuali**

**Determinazione ambientale del sesso: spesso è dipendente dalla temperatura**

# Determinazione primaria (cromosomica)



# Determinazione primaria (cromosomica)



Attenzione nella specie umana, l'individuo X0 è di sesso femminile, anche se sterile

In buona parte dei vertebrati (ed invertebrati) il sesso viene determinato dalla presenza dei cromosomi sessuali o eterocromosomi

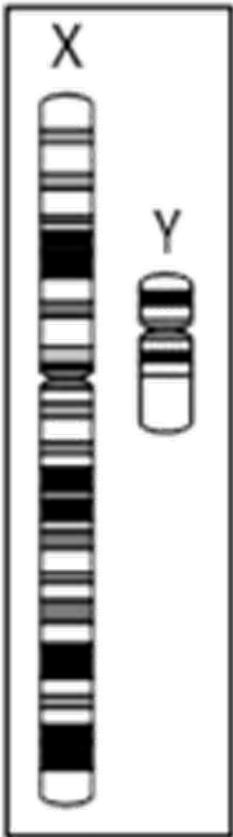
Cromosoma X      Cromosoma Y



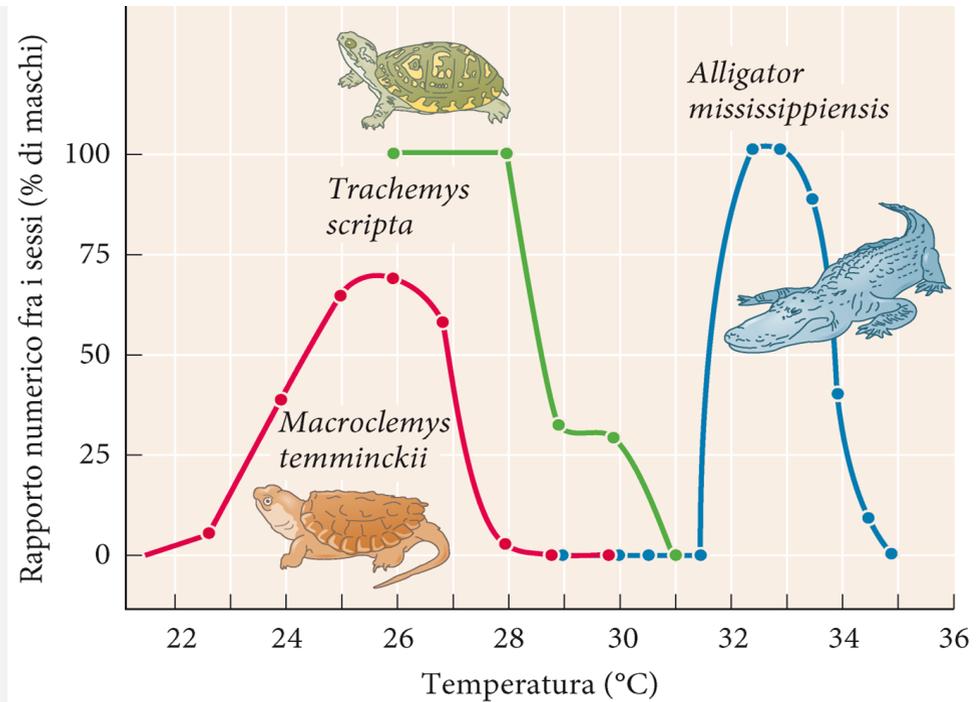
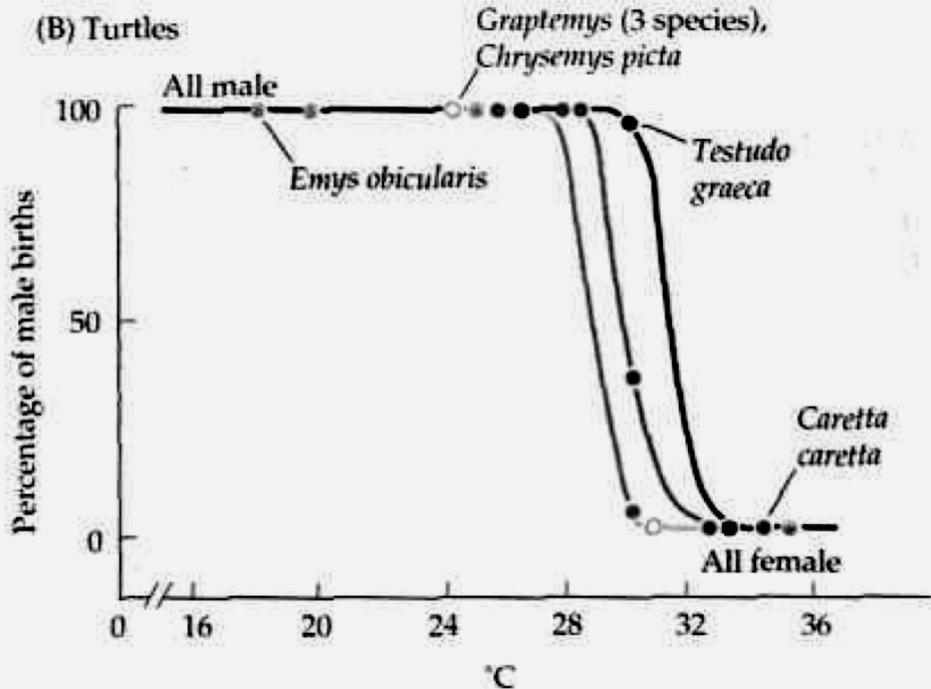
SRY

**SRY=regione del cromosoma Y per la determinazione sessuale. E' presente nei mammiferi**

*SRY* si esprime nelle cellule della cresta genitale che si svilupperanno come cellule di Sertoli dove probabilmente è attivo per poche ore (due giorni nel topo) e sintetizza la proteina Sry che è un fattore di trascrizione che attiva *SOX9* che si esprime per lungo tempo.



# Determinazione ambientale del sesso



# Gametogenesi

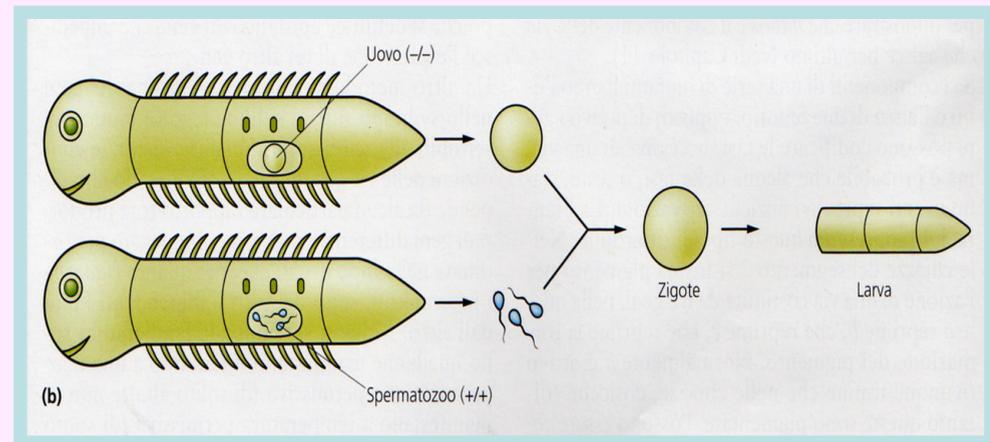
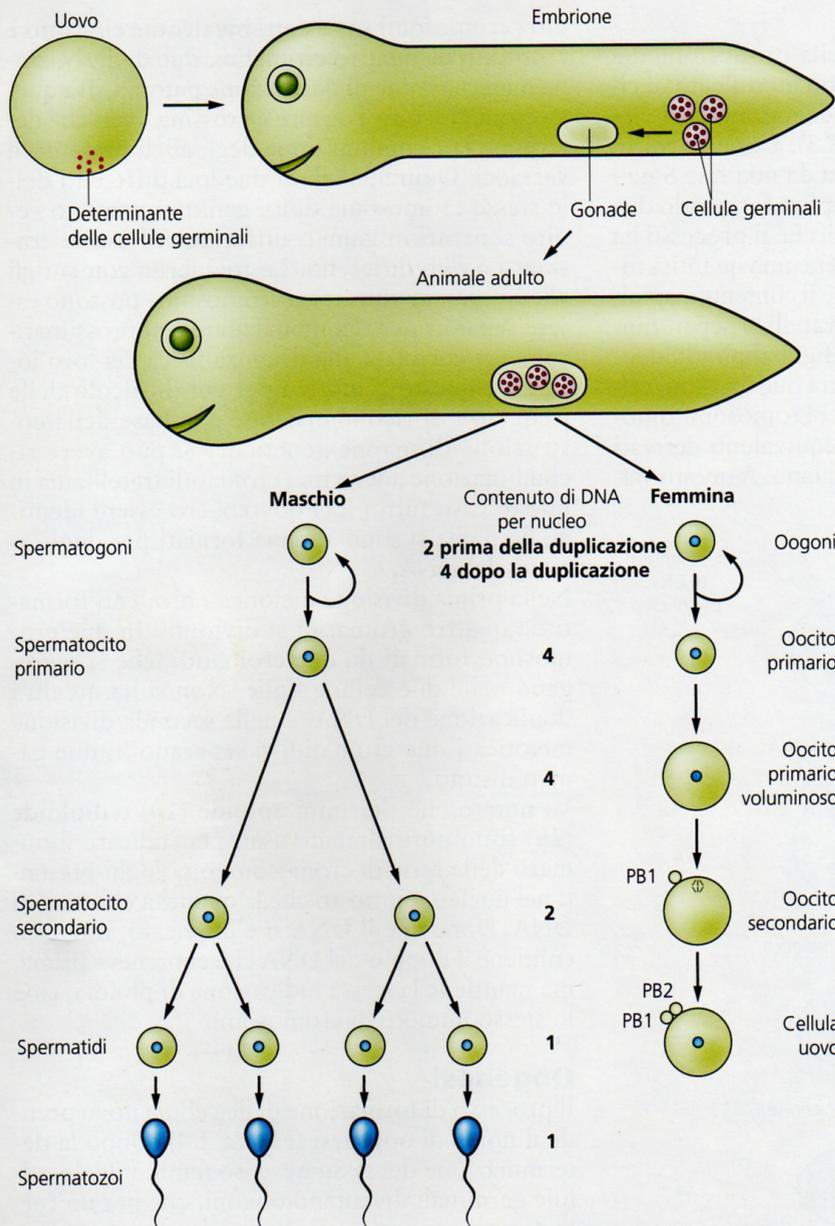
**Cellule Somatiche**= esauriscono le loro potenzialità con il differenziamento;

**Cellule Germinali**= conservano le potenzialità originali e sono capaci di dare origine ad un nuovo individuo: da ciò deriva il concetto di continuità della linea germinale tra le generazioni successive.

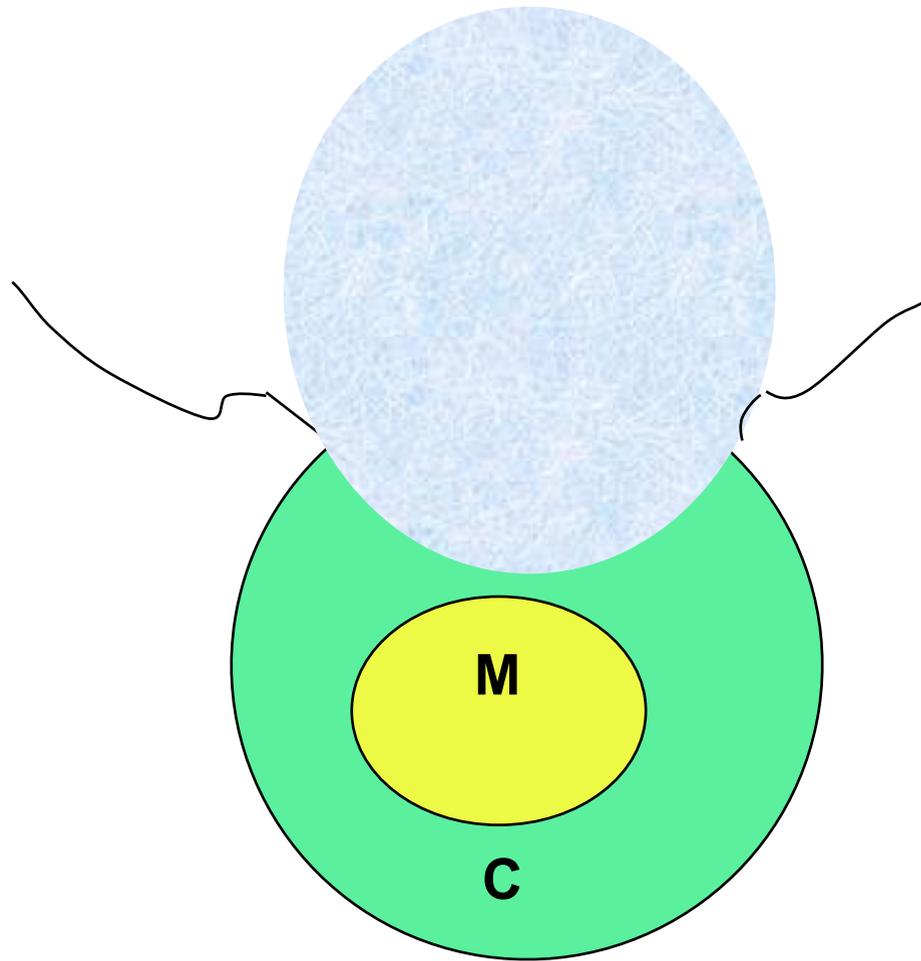
Altra grande differenza tra le due linee cellulari sta nella divisione cellulare:

Le cellule germinali primordiali vanno incontro alla divisione meiotica, che ne dimezza il numero di cromosomi.

# Localizzazione delle gonadi nei Vertebrati



# GONADE INDIFFERENTE O BIPOTENTE



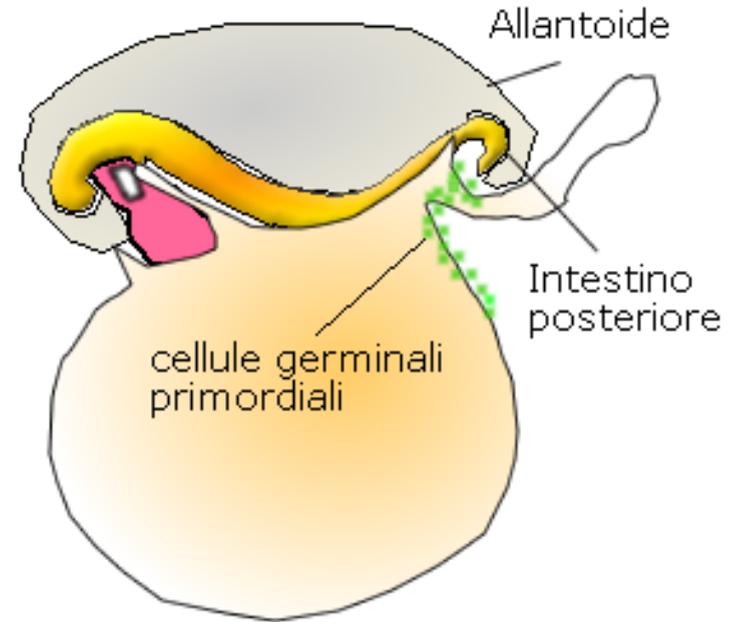
# Migrazione delle cellule germinali

Le cellule germinali si differenziano da quelle somatiche:  
per forma dimensioni per il il ritmo di divisione cellulare, per la presenza di particolari  
proteine ed RNA associate con i mitocondri con i quali costituiscono i determinanti  
germinali.

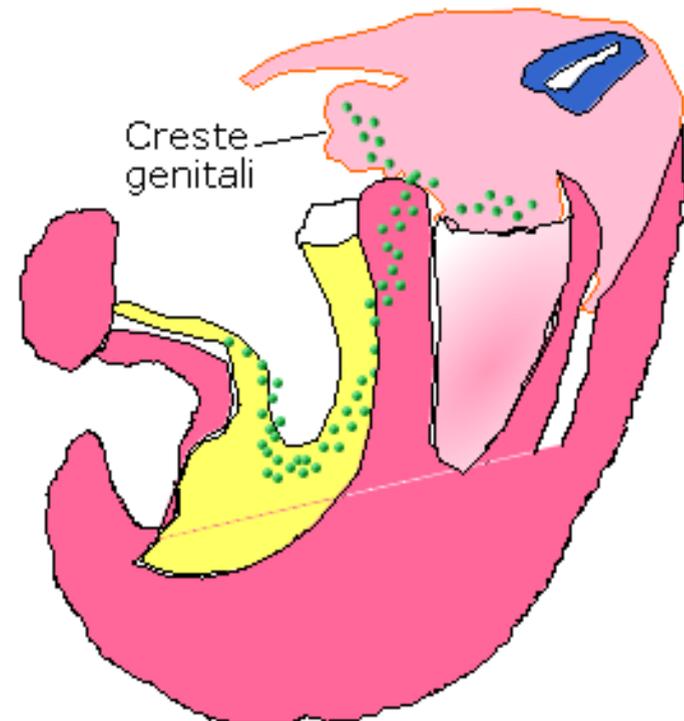
I determinanti germinali sono segregati nelle prime fasi dello sviluppo in alcuni blastomeri  
che daranno vita alle cellule germinali.

Nel topo la determinazione non dipende dai determinanti citoplasmatici ma da segnali che  
provengono da altre cellule → Attivazione gene Oct-4

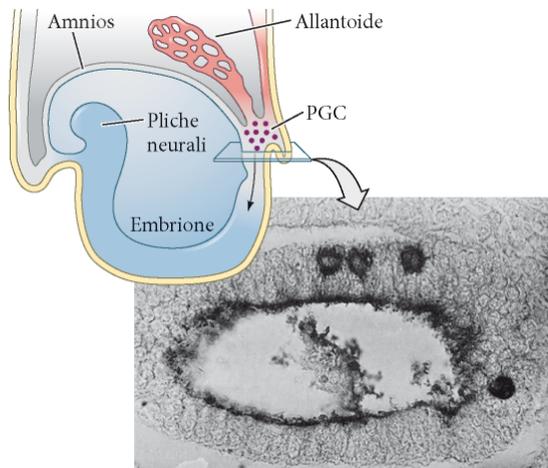
## Migrazione cellule germinale



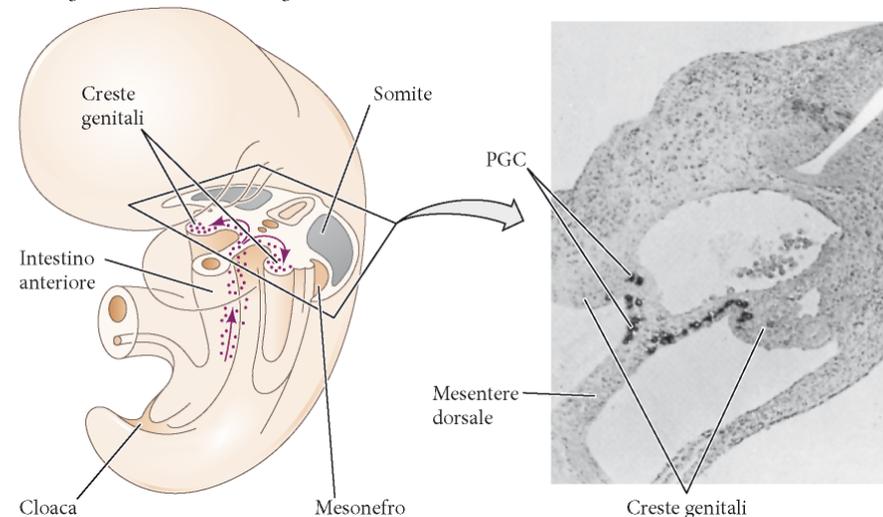
Le creste genitali nei vertebrati si organizzano a livello del mesoderma nelle lamine laterali ai lati del mesentero dorsale



(A) Migrazione delle PGC verso l'endoderma

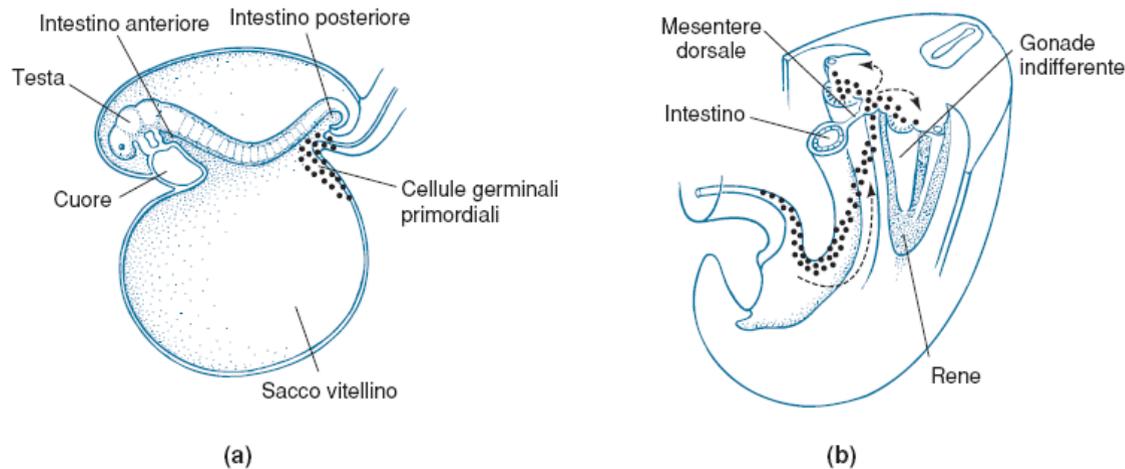


(B) Migrazione delle PGC nella gonade



Negli embrioni umani le cellule germinali sono riconoscibile alla terza settimana di sviluppo, localizzate in una regione del sacco vitellino posta in prossimità dell'allantoide. Dalla quarta alla sesta settimana le cellule germinali migrano verso verso le creste germinali.

Scott F.Gilbert, Biologia Dello Sviluppo, 4/E, Zanichelli editore

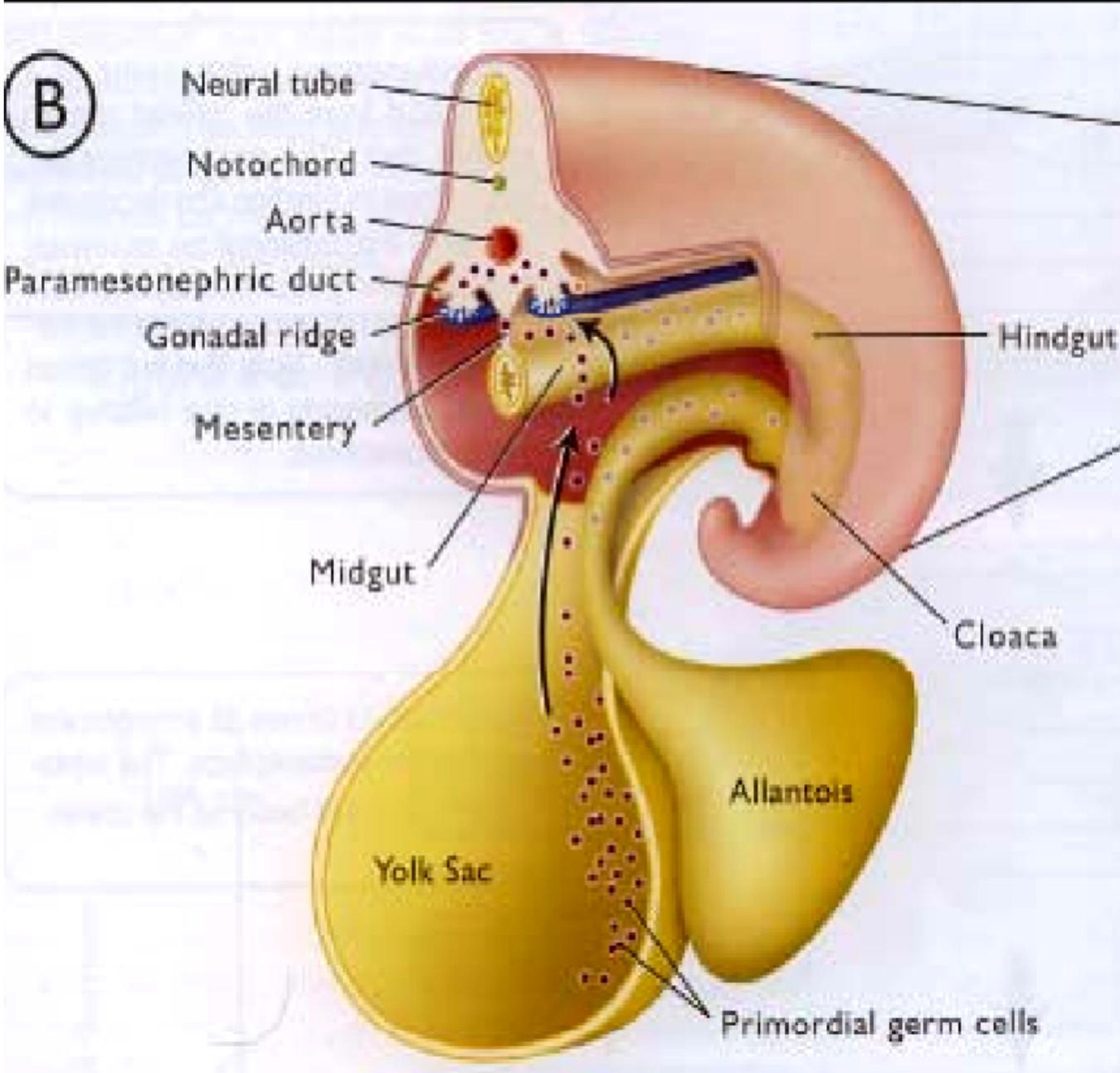
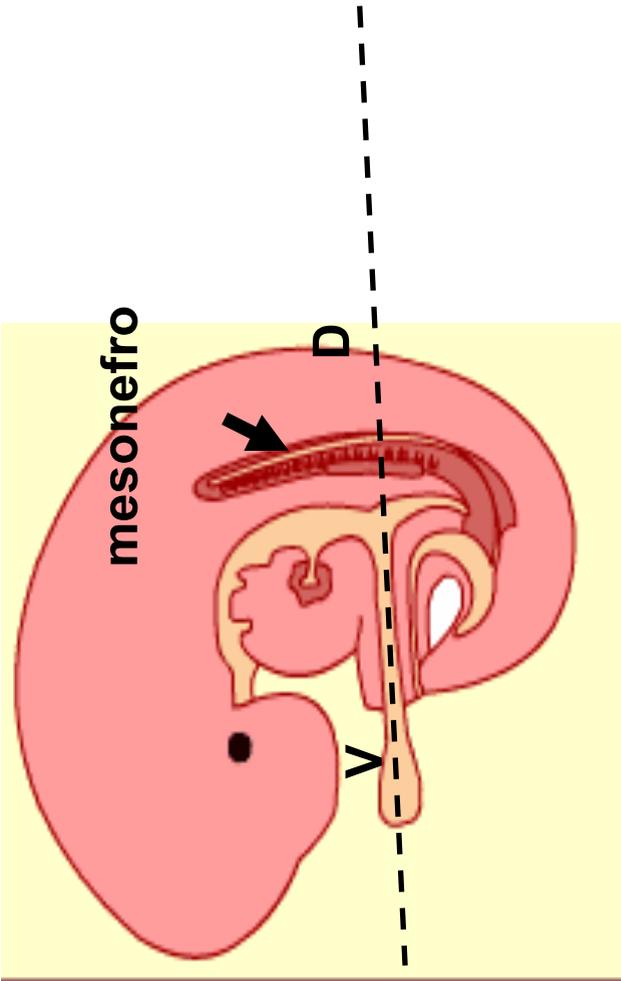


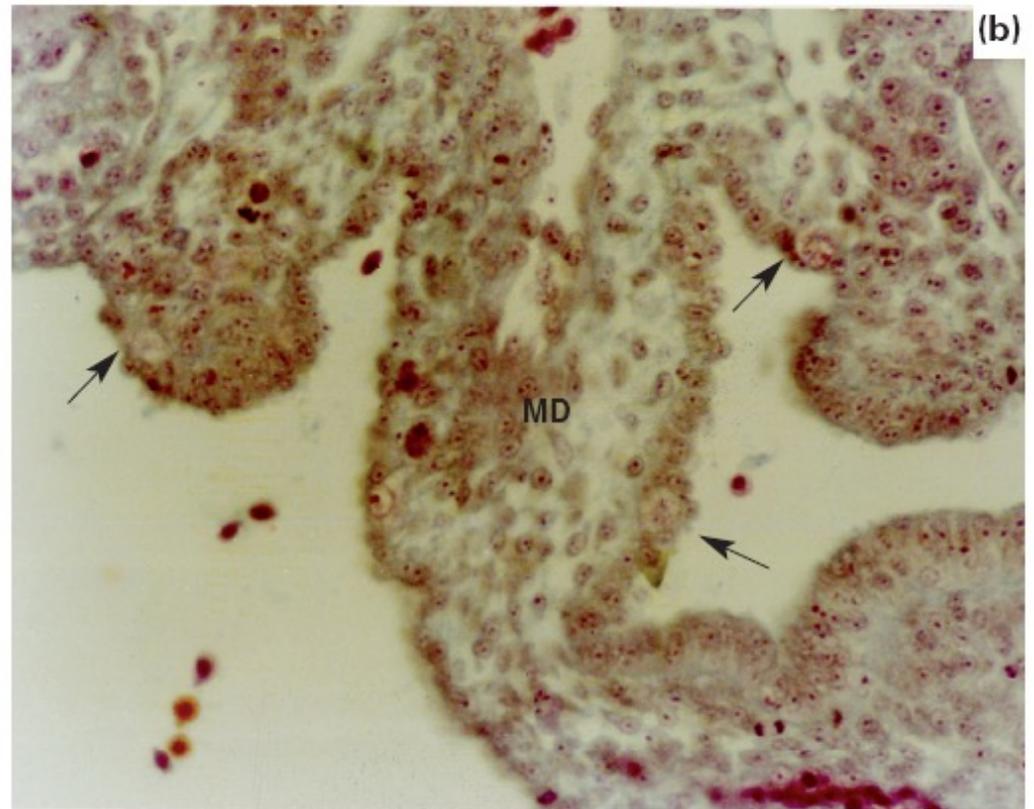
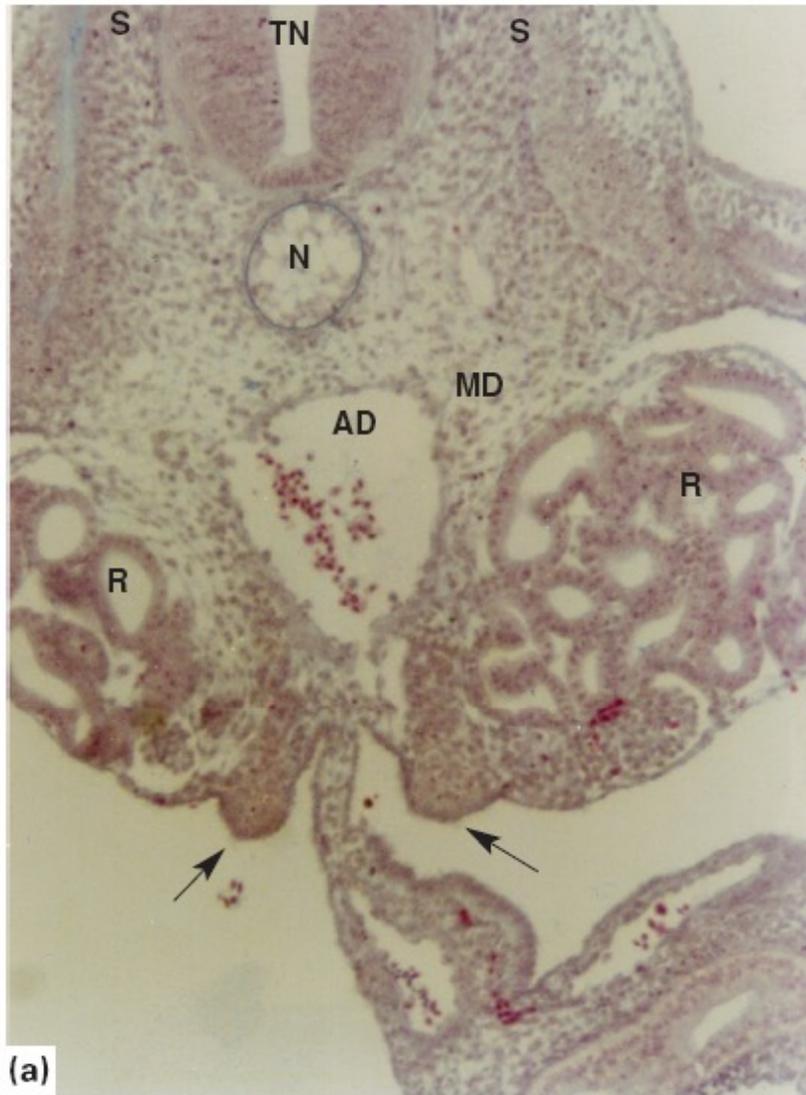
**Figura 3.5** Cellule germinali primordiali in un embrione umano. **(a)** Rappresentazione schematica di un embrione umano alla 3<sup>a</sup> settimana di sviluppo visto in sezione sagittale. A questo stadio di sviluppo le cellule germinali primordiali sono riconoscibili a livello della regione più posteriore del futuro intestino. **(b)** Ricostruzione tridimensionale di un embrione a 6 settimane di sviluppo. Notare il tragitto delle cellule germinali primordiali dalla parte dell'intestino posteriore verso l'abbozzo della gonade posto ai lati del mesentere dorsale.

La migrazione delle cellule germinali primordiali è favorita

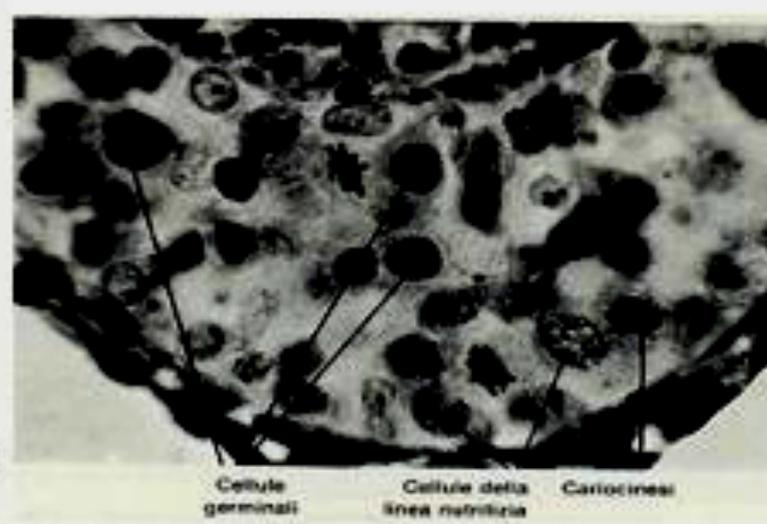
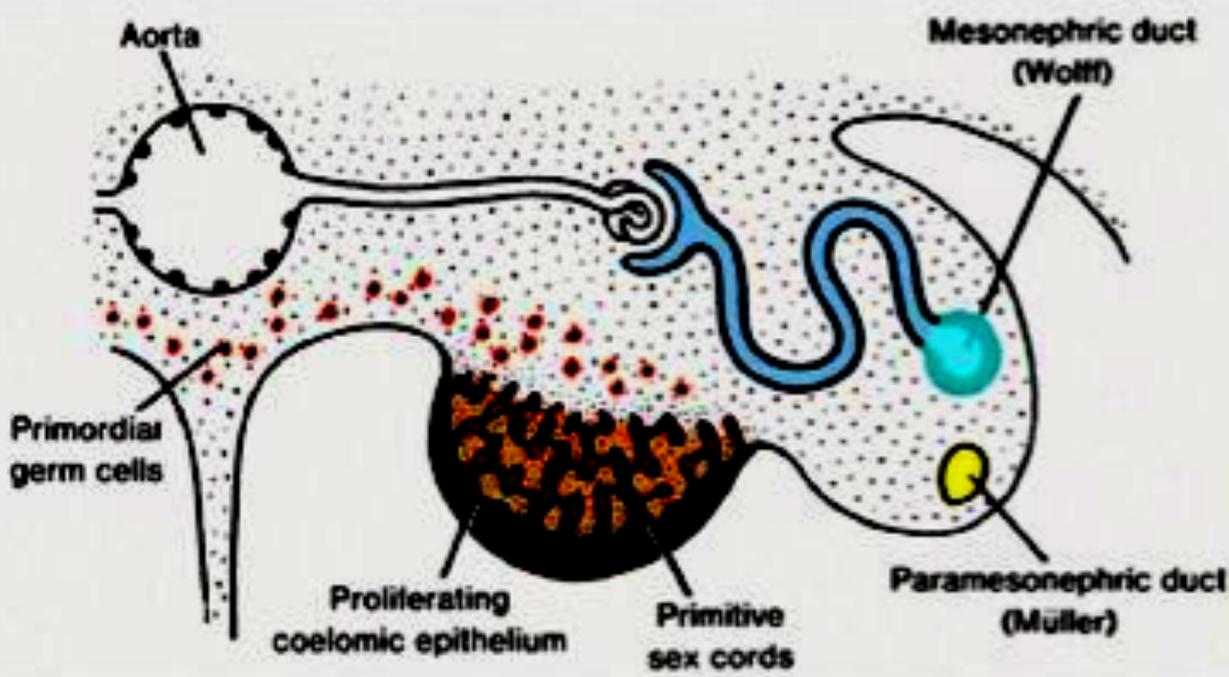
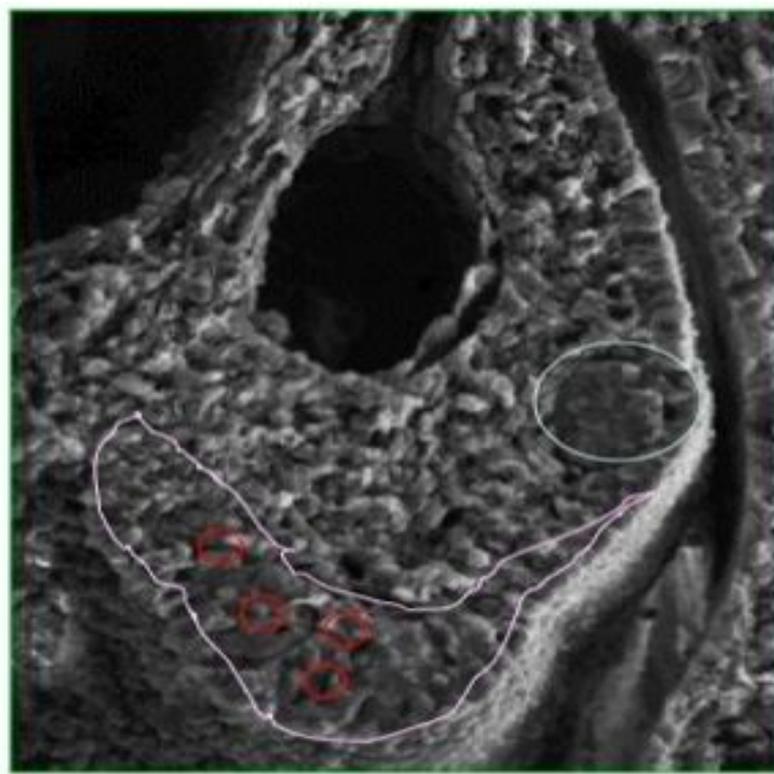
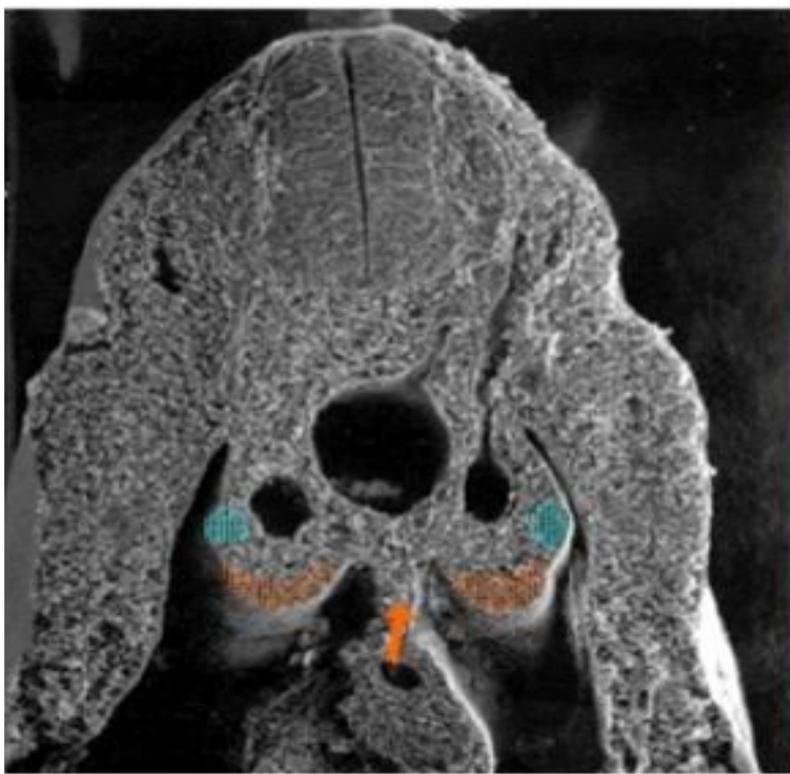
- dalla presenza di pseudopodi lungo la loro parete cellulare
- dalla presenza di fibronectina
- Dal rilascio di fattori chemioattraenti che vengono emesse dalle gonadi stesse o da territori limitrofi

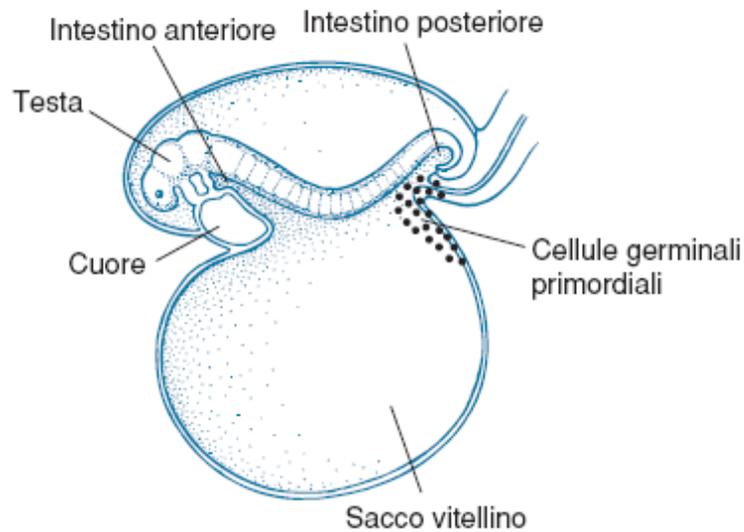
# GONADE INDIFFERENTE O BIPOTENTE



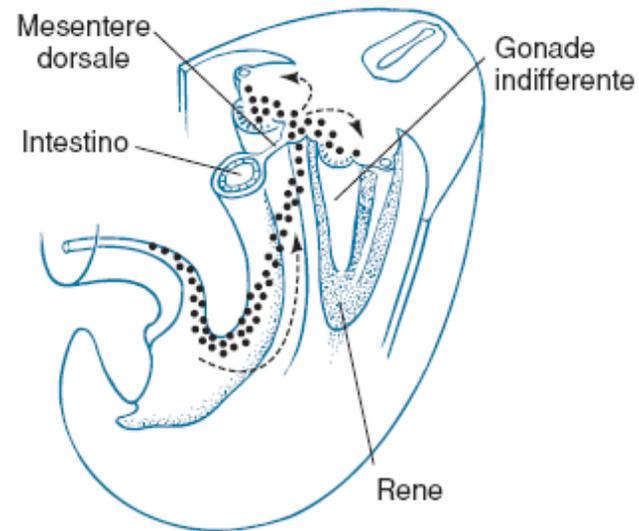


**Figura 3.4** (a) Sezione trasversale di un embrione di lucertola in cui sono evidenti le due creste genitali (CG) poste al lato del mesentere dorsale (MD). R = rene; AD = aorta dorsale TN = tubo neurale; N = notocorda; S = somite (b) Ingrandimento di (a) a livello delle creste genitali. Sono evidenti le cellule germinali primordiali (freccie). Una CGP è anche evidente lungo la superficie esterna del mesentere dorsale (freccia).





(a)

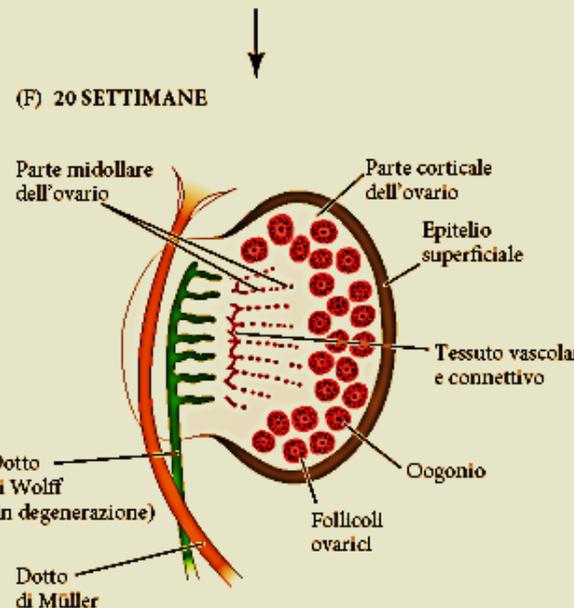
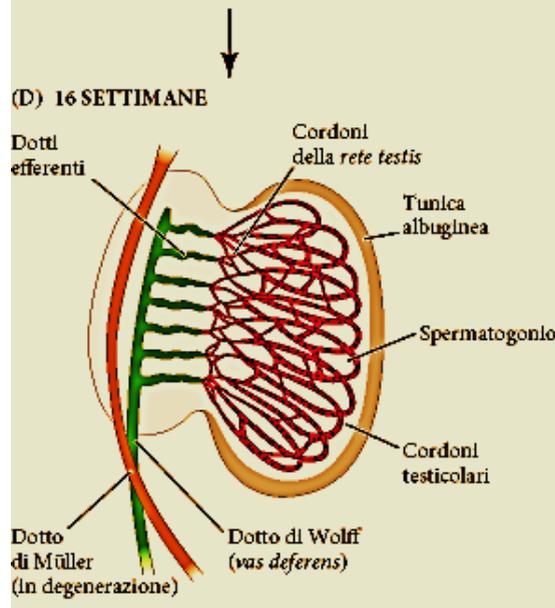
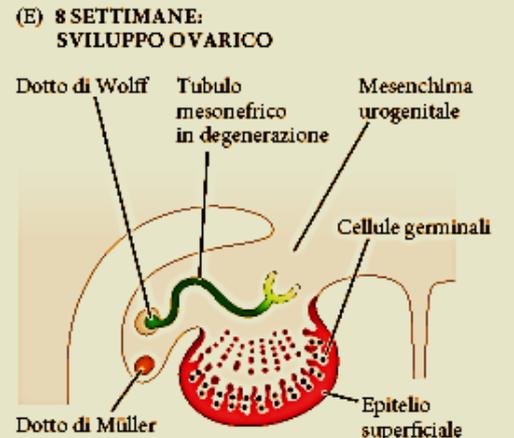
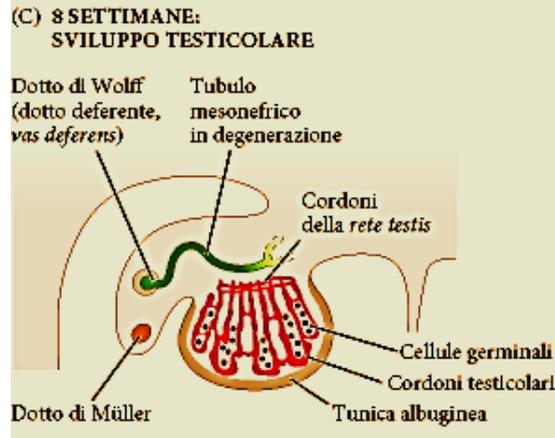
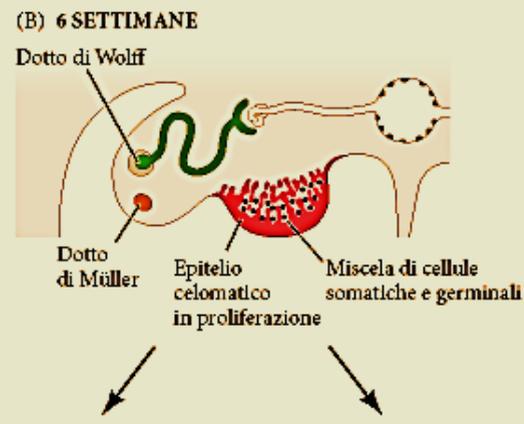
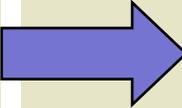
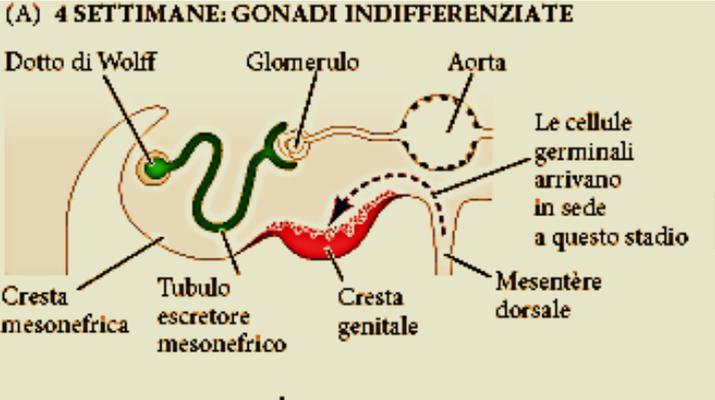


(b)

**Figura 3.5** Cellule germinali primordiali in un embrione umano. **(a)** Rappresentazione schematica di un embrione umano alla 3<sup>a</sup> settimana di sviluppo visto in sezione sagittale. A questo stadio di sviluppo le cellule germinali primordiali sono riconoscibili a livello della regione più posteriore del futuro intestino. **(b)** Ricostruzione tridimensionale di un embrione a 6 settimane di sviluppo. Notare il tragitto delle cellule germinali primordiali dalla parte dell'intestino posteriore verso l'abbozzo della gonade posto ai lati del mesentere dorsale.

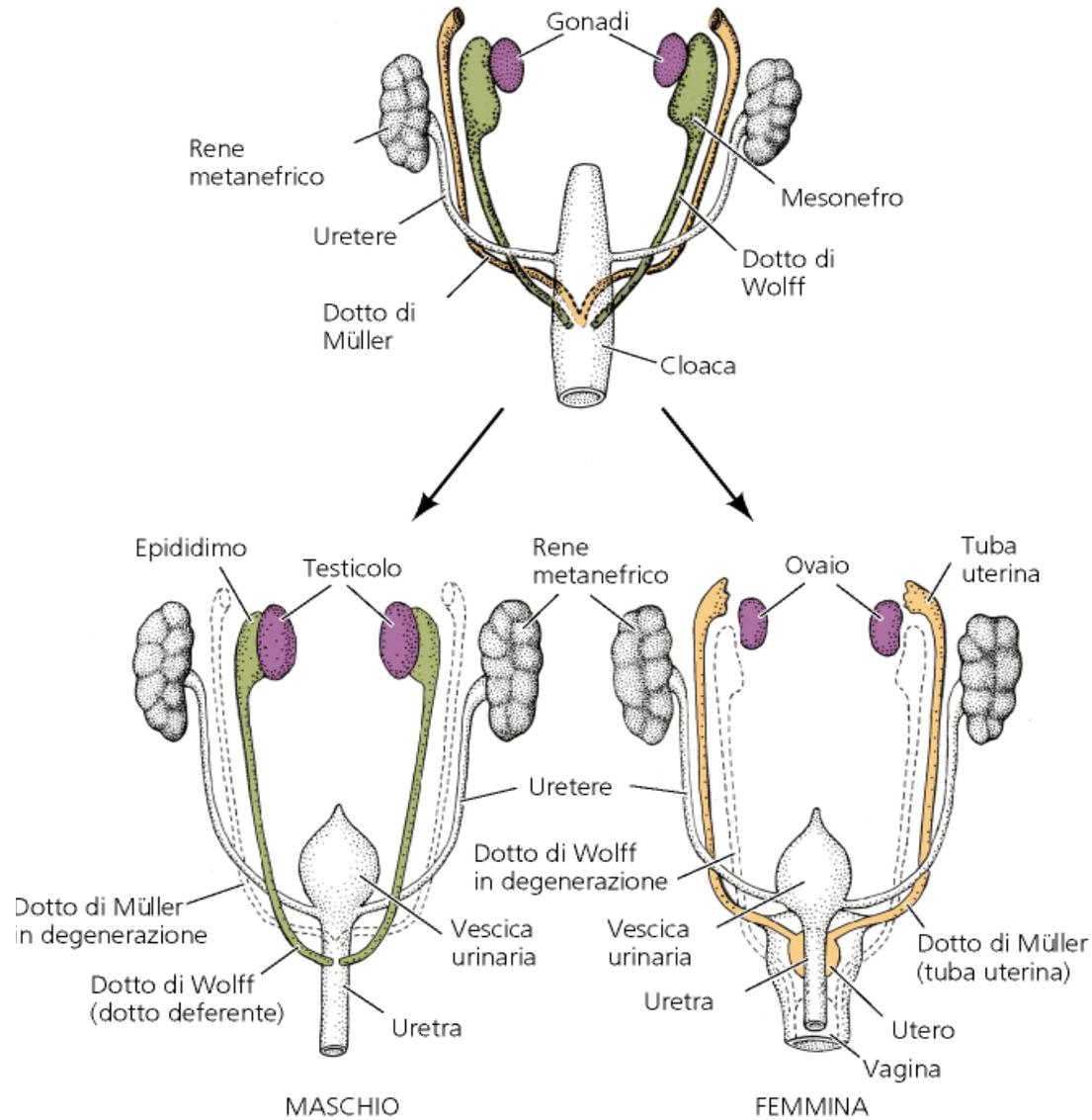
Le cellule germinali primordiali all'interno della gonade indifferente rallentano la loro attività mitotica e prendono contatto con la componente somatica della gonade

Il successivo differenziamento delle cellule germinali primordiali protogoni o goni si differenzieranno come spermatogoni o ovogoni



**Nella specie umana, a 6 settimane di sviluppo le Cellule Germinali Primordiali colonizzano la gonade**

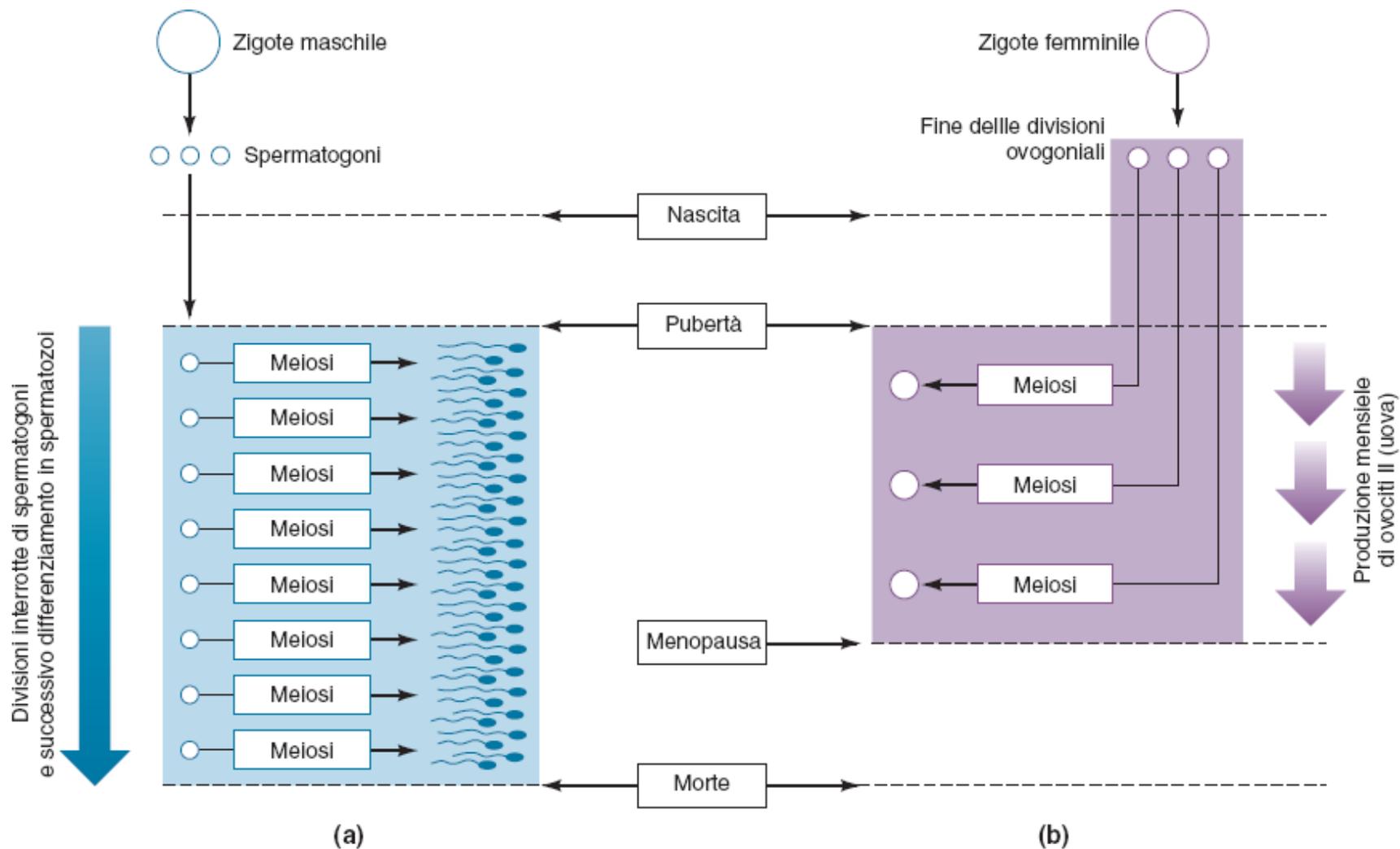
STADIO SESSUALMENTE INDIFFERENZIATO  
(bipotente)



MASCHIO

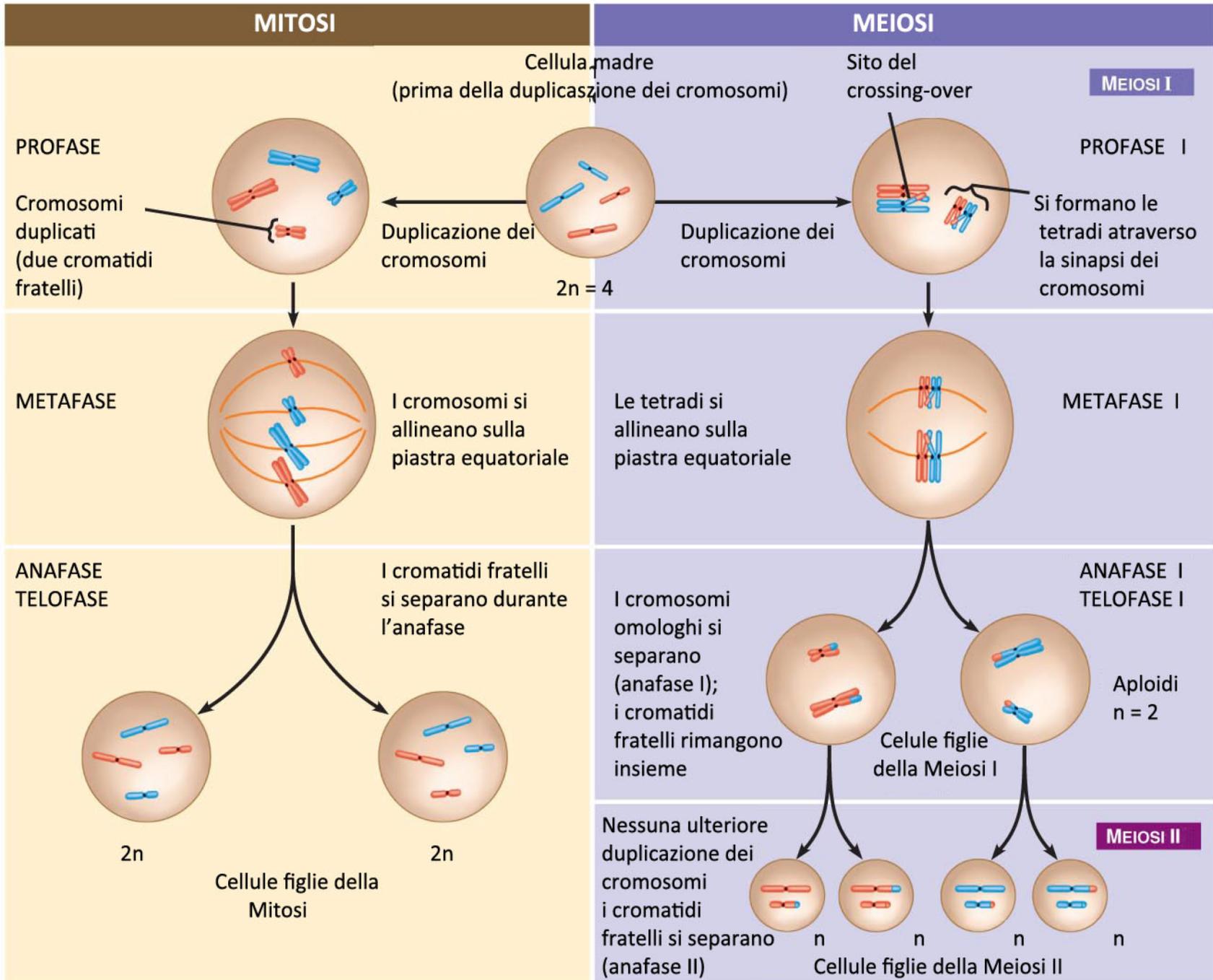
FEMMINA

<p><b>GONADI</b> Tipo di gonade Cordoni sessuali</p>	<p>Testicolo Midollari (interni)</p>	<p>Ovaio Corticali (esterni)</p>
<p><b>DOTTI</b> Dotti che persistono per il trasporto dei gameti Differenziamento dei dotti</p>	<p>Dotti di Wolff Epididimo, dotto deferente vescichetta seminale</p>	<p>Dotti di Müller Tuba uterina, utero, cervice, parte superiore della vagina</p>

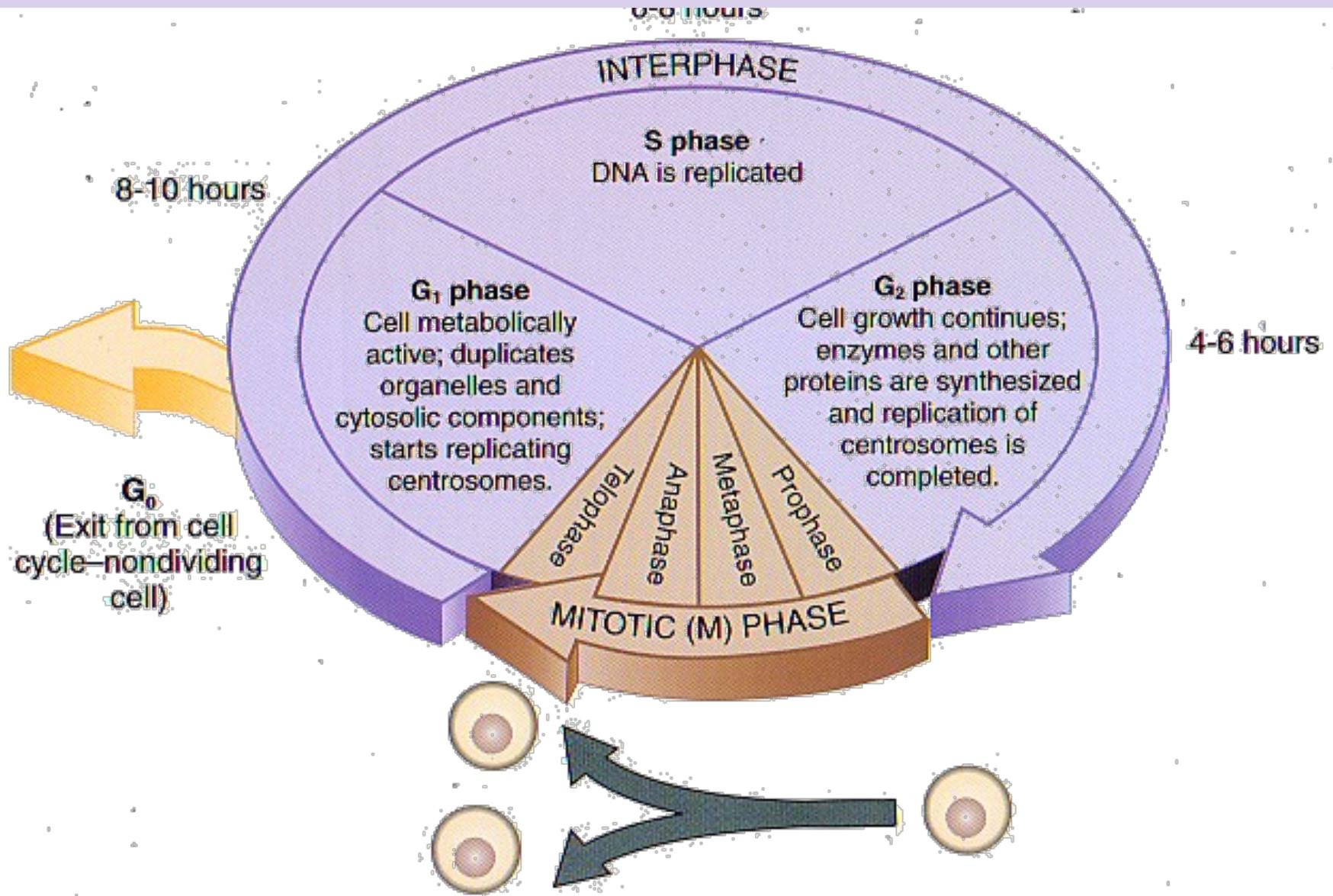


**Figura 3.8** Andamento della gametogenesi maschile (a) e femminile (b) nella specie umana. (a) Nell'uomo la spermatogenesi, prima della pubertà, è limitata all'attività mitotica degli spermatogoni. Con la pubertà gli spermatogoni, oltre a dividersi mitoticamente, iniziano a dividersi per meiosi e a differenziarsi in spermatozoi, un processo che è continuo fino alla morte dell'individuo. (b) Nella donna, la meiosi inizia già durante la fase embrionale e termina con la menopausa. Nel periodo di fertilità della donna (pubertà - menopausa) gli ovociti raggiungono il differenziamento finale, periodicamente, uno ogni 28 giorni.

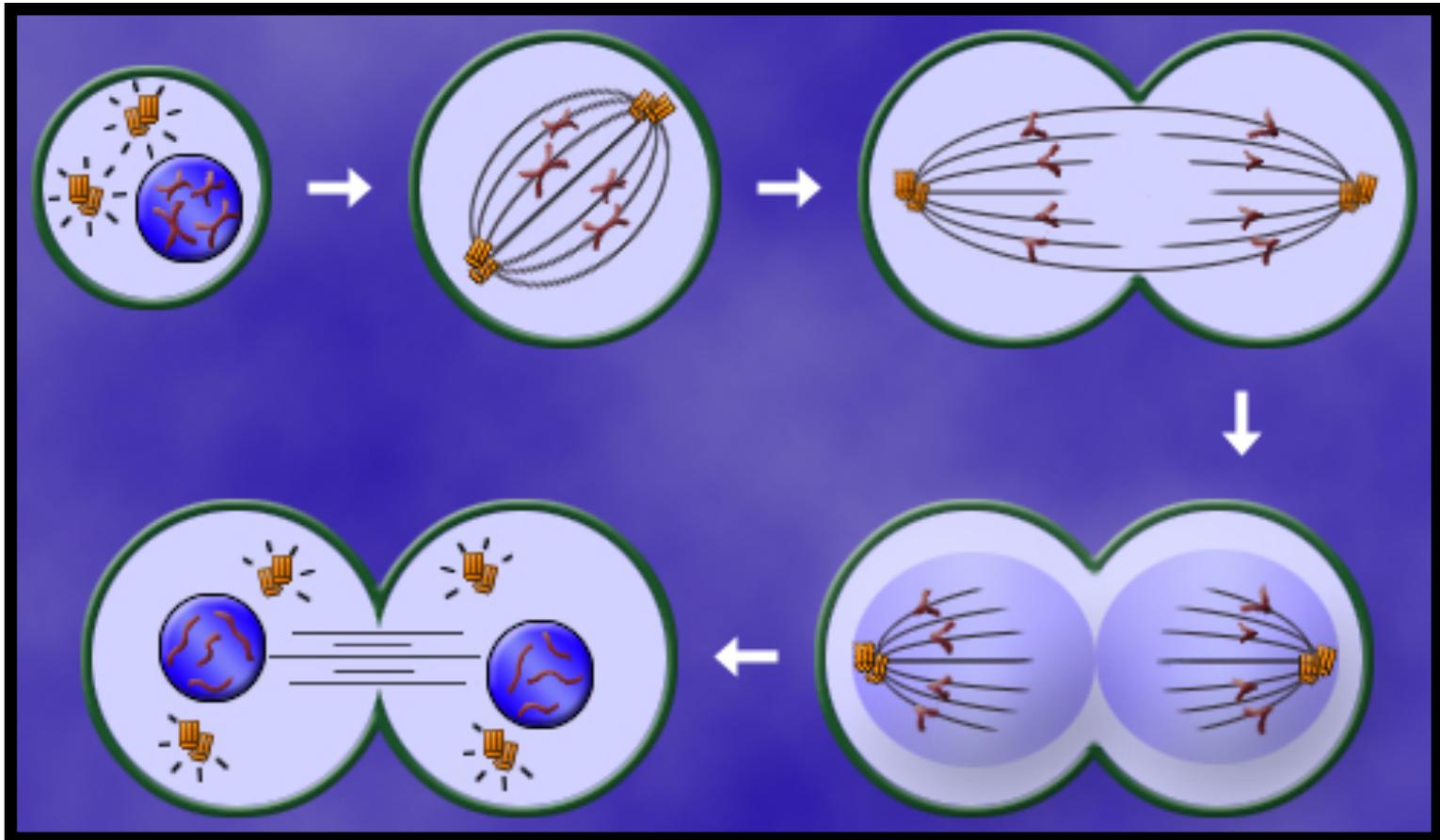
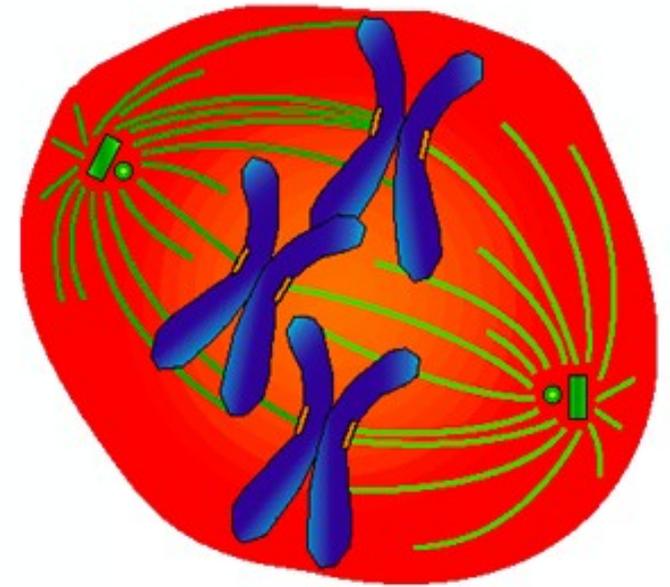
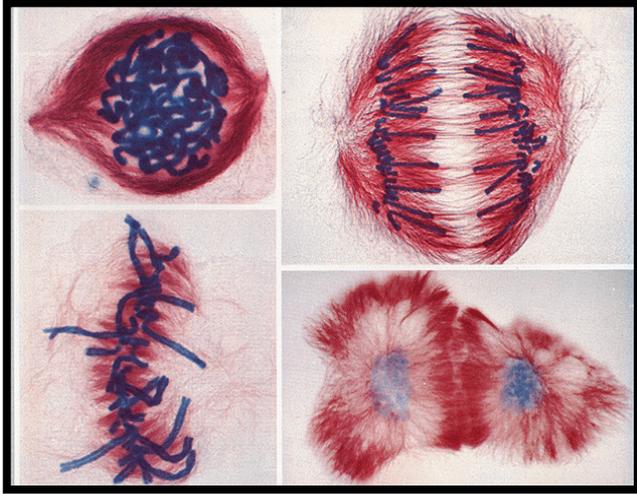
# Mitosi e Meiosi



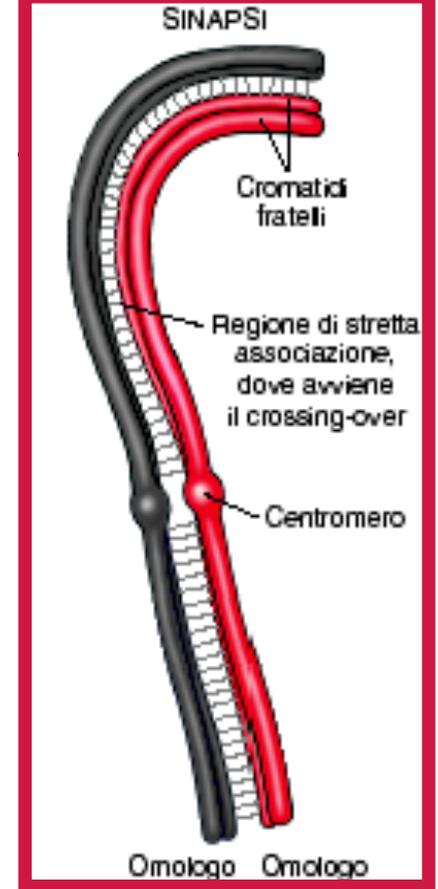
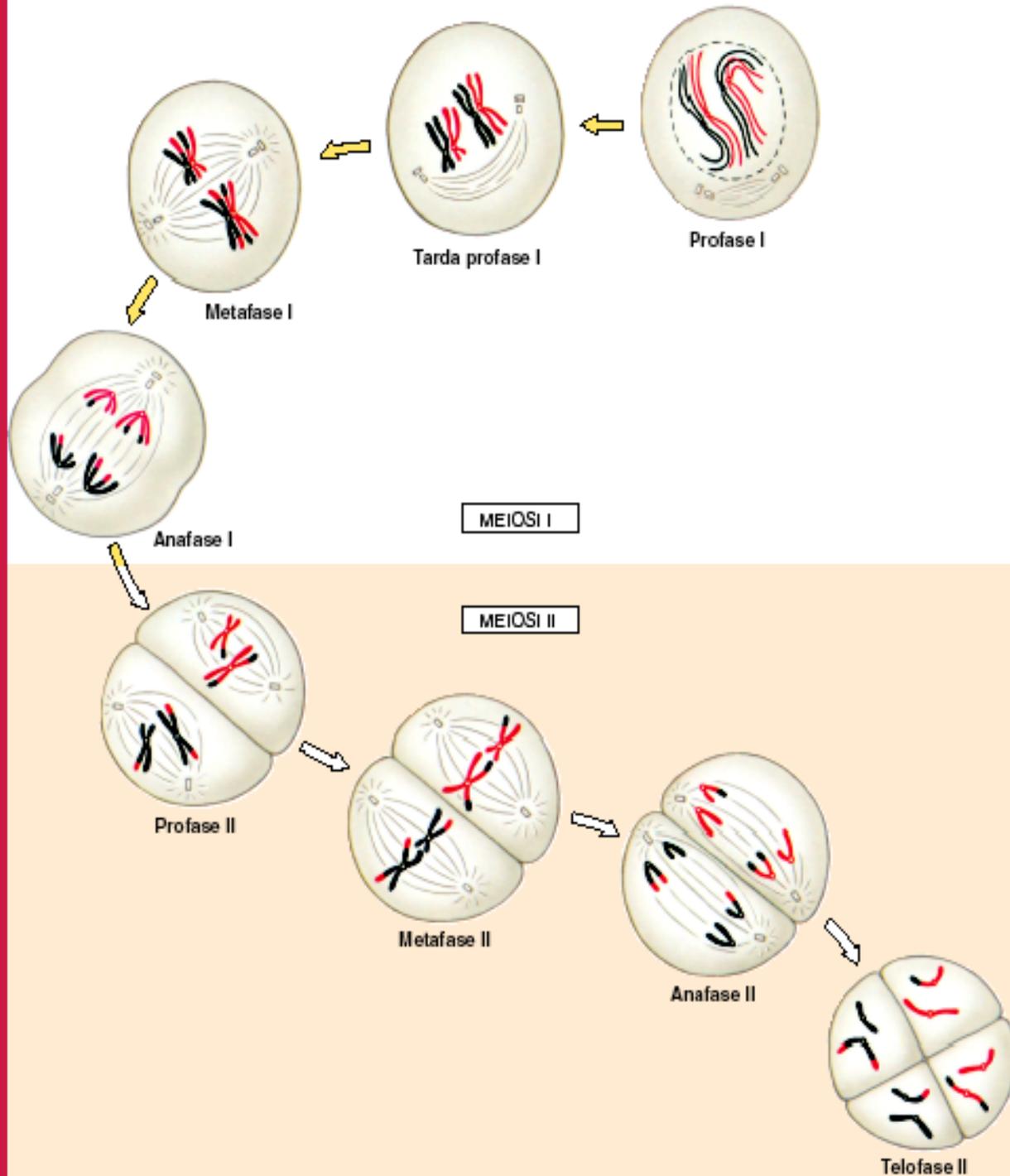
# Ciclo cellulare



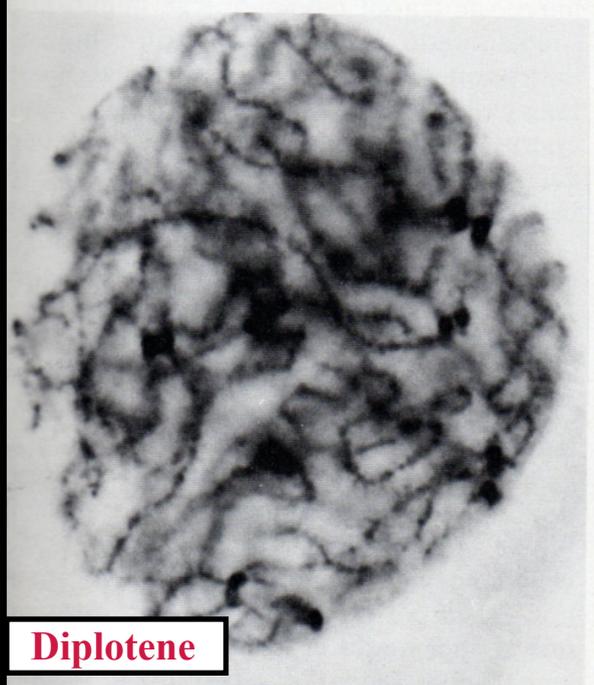
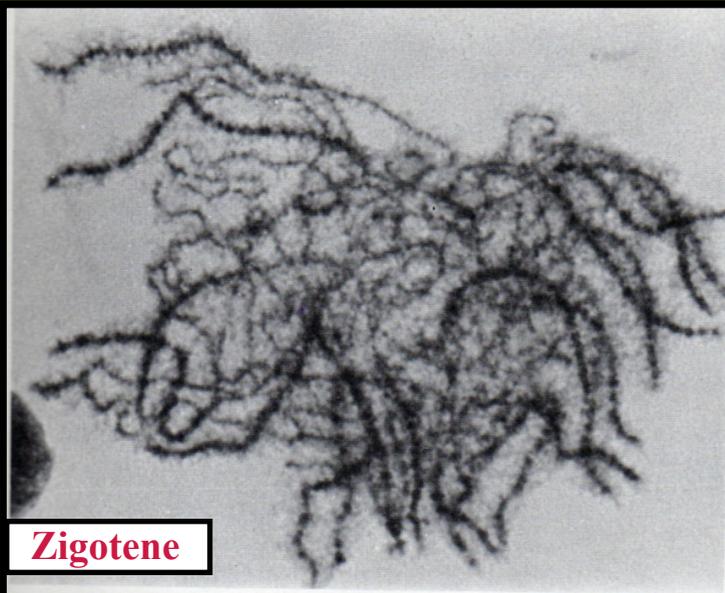
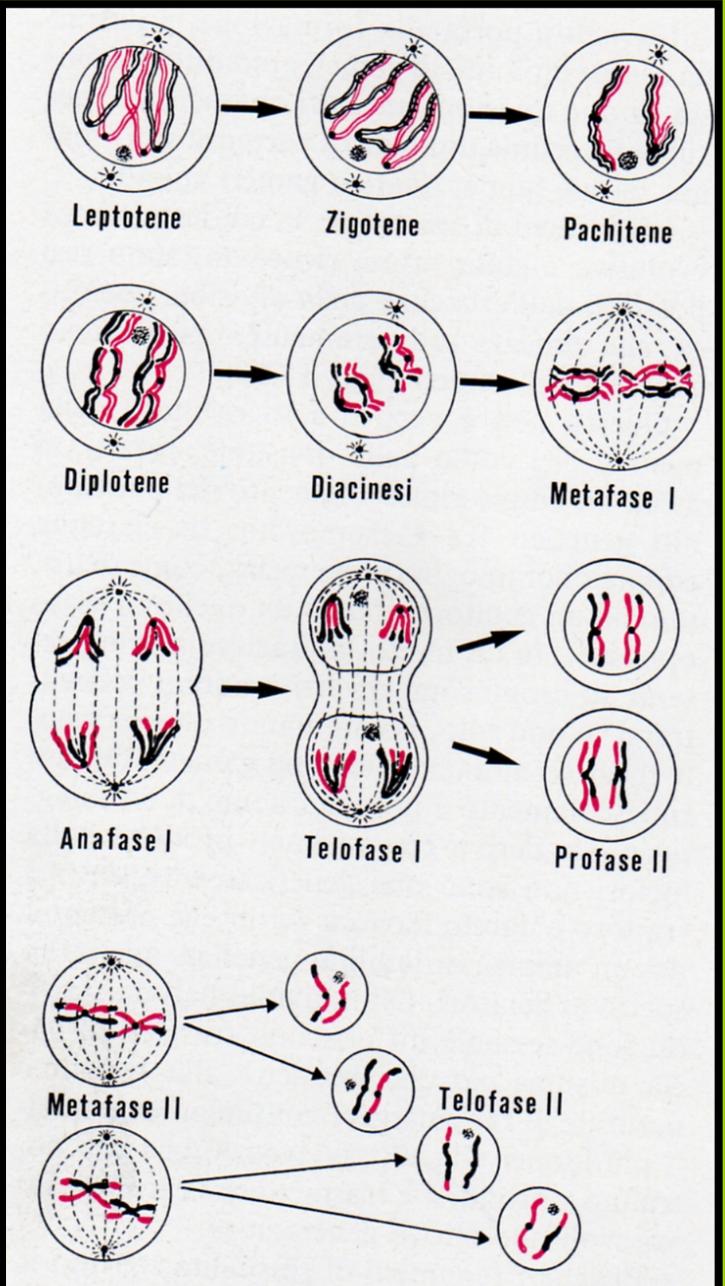
# Mitosi



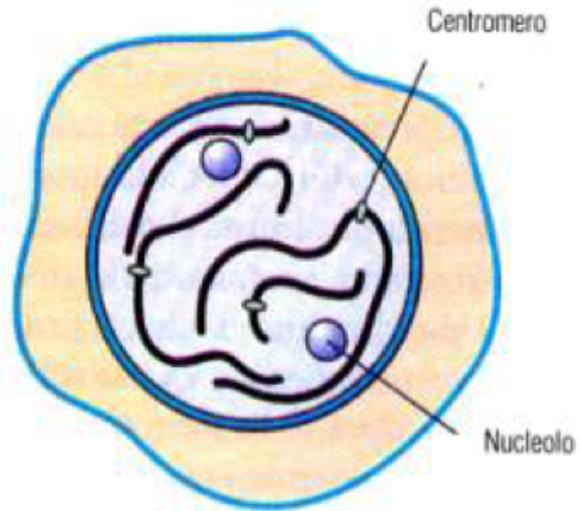
# Meiosi



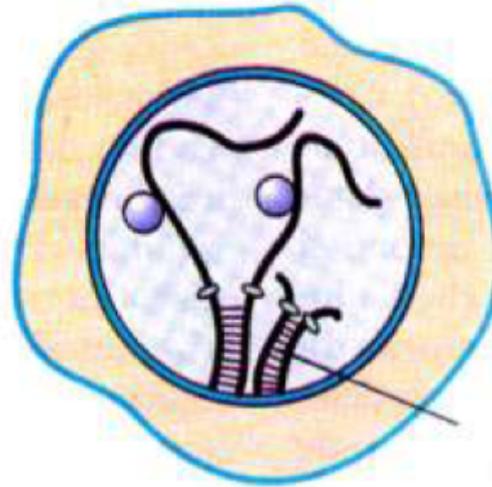
# I e II divisione meiotica      Fasi della I Profase meiotica



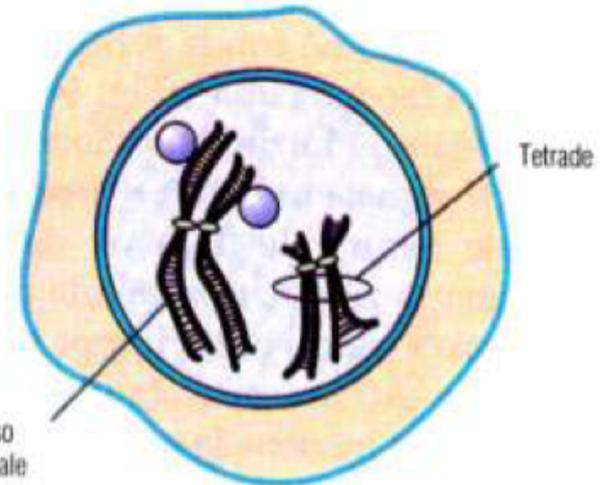
# PROFASE



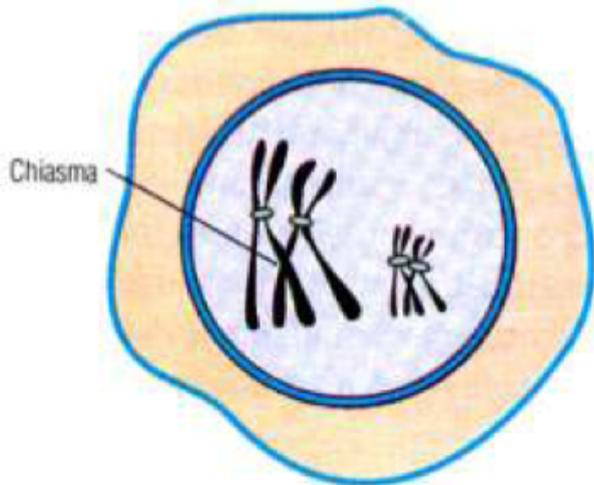
Leptotene



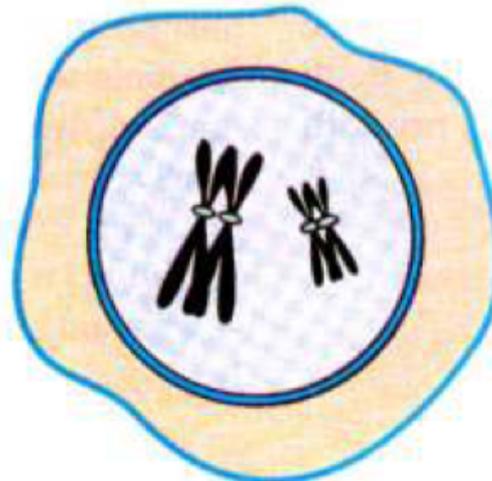
Zigotene



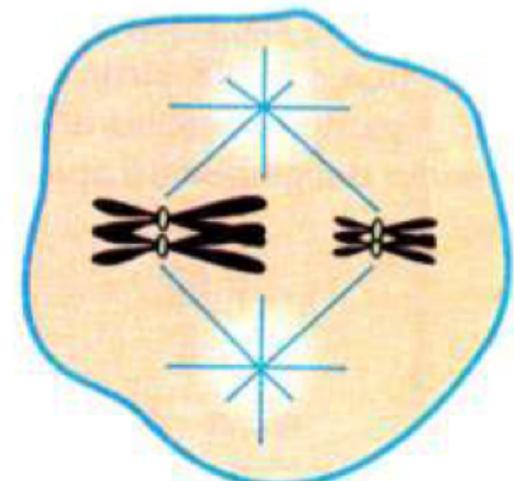
Pachitene



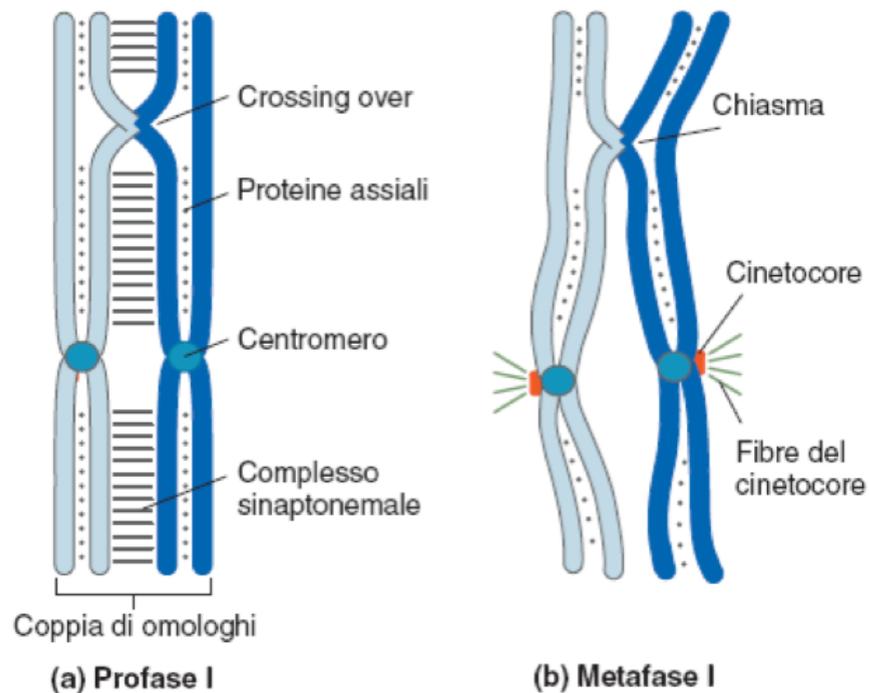
Diplotene



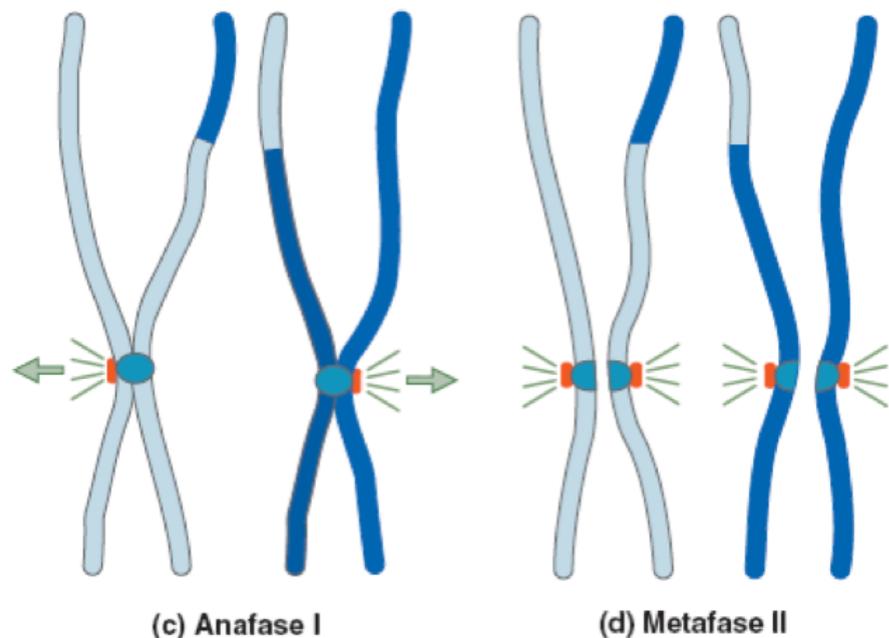
Diacinesi



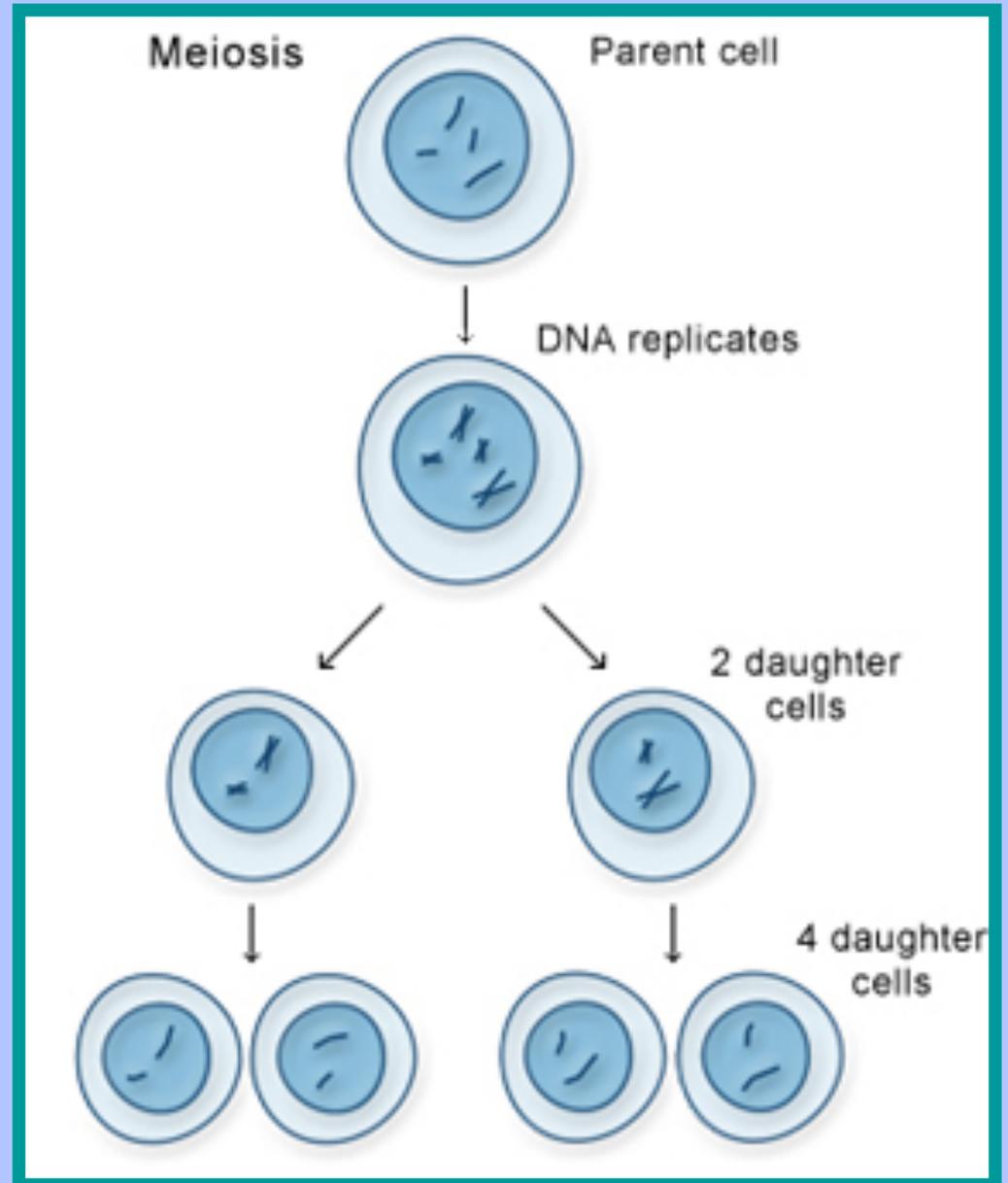
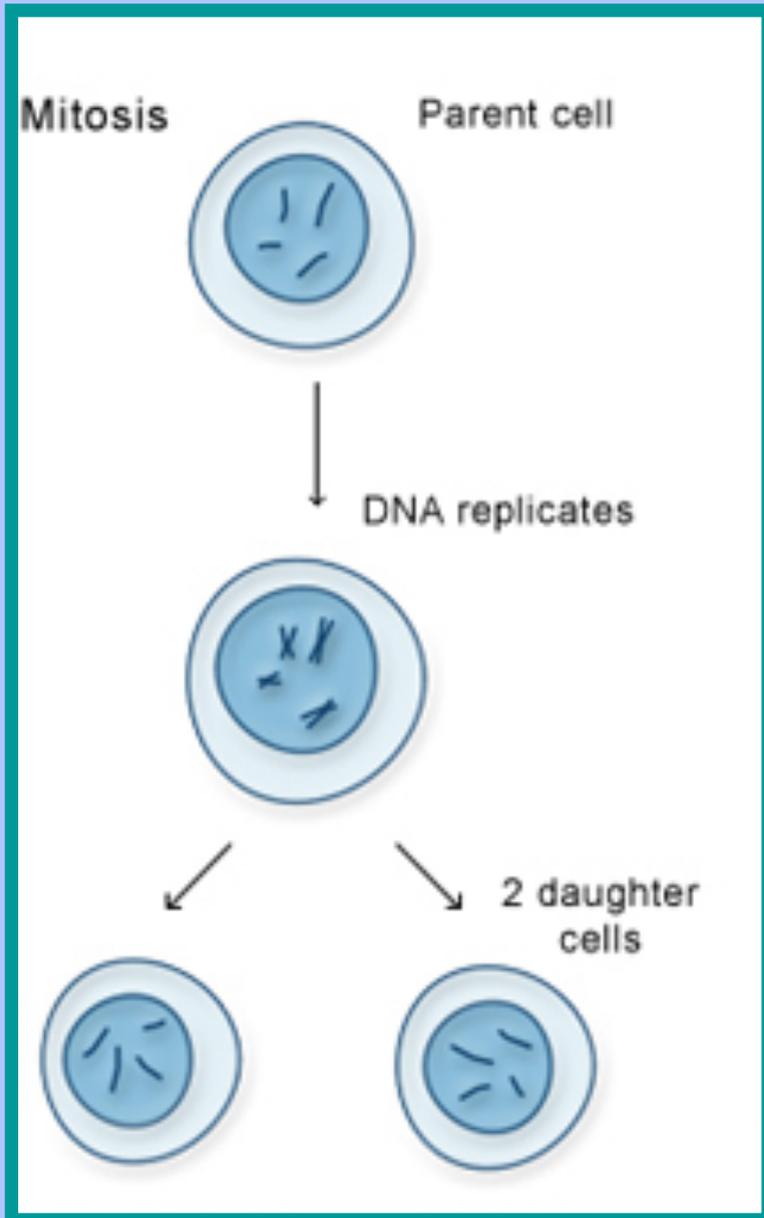
Metafase 1



**Figura 3.7** Rappresentazione schematica di una coppia di cromosomi omologhi in 4 momenti salienti della meiosi (profase I, metafase I, anafase I e metafase II). **(a)** Profase I. Ogni coppia di cromosomi omologhi, detta anche *bivalente*, risulta costituita da un cromosoma di origine paterna e uno di origine materna, ciascuno a sua volta costituito da due cromatidi. I cromatidi fratelli di ciascun cromosoma sono tenuti insieme mediante proteine assiali (punti). La coppia di cromosomi omologhi è tenuta insieme dal complesso sinaptonemale (linee brevi). È rappresentato inoltre un evento di crossing over, a livello del quale si verifica lo scambio di materiale genetico fra cromatidi non fratelli di cromosomi omologhi. **(b)** Metafase I. Notare il meccanismo che favorisce la migrazione dei due cromosomi omologhi verso i due poli opposti della cellula. È evidente la presenza del chiasma, mentre il complesso sinaptonemale è ormai scomparso. **(c)** Anafase I. Oltre al complesso sinaptonemale sono scomparse anche le proteine assiali e il chiasma ed è evidente lo scambio di materiale genetico tra cromatidi non fratelli di cromosomi omologhi. **(d)** Metafase II. Ciascun centromero è connesso con le fibre del cinetocore, per cui due cromatidi fratelli di ciascun cromosoma sono separati come in mitosi (vedi anche Figura 2.13 d).

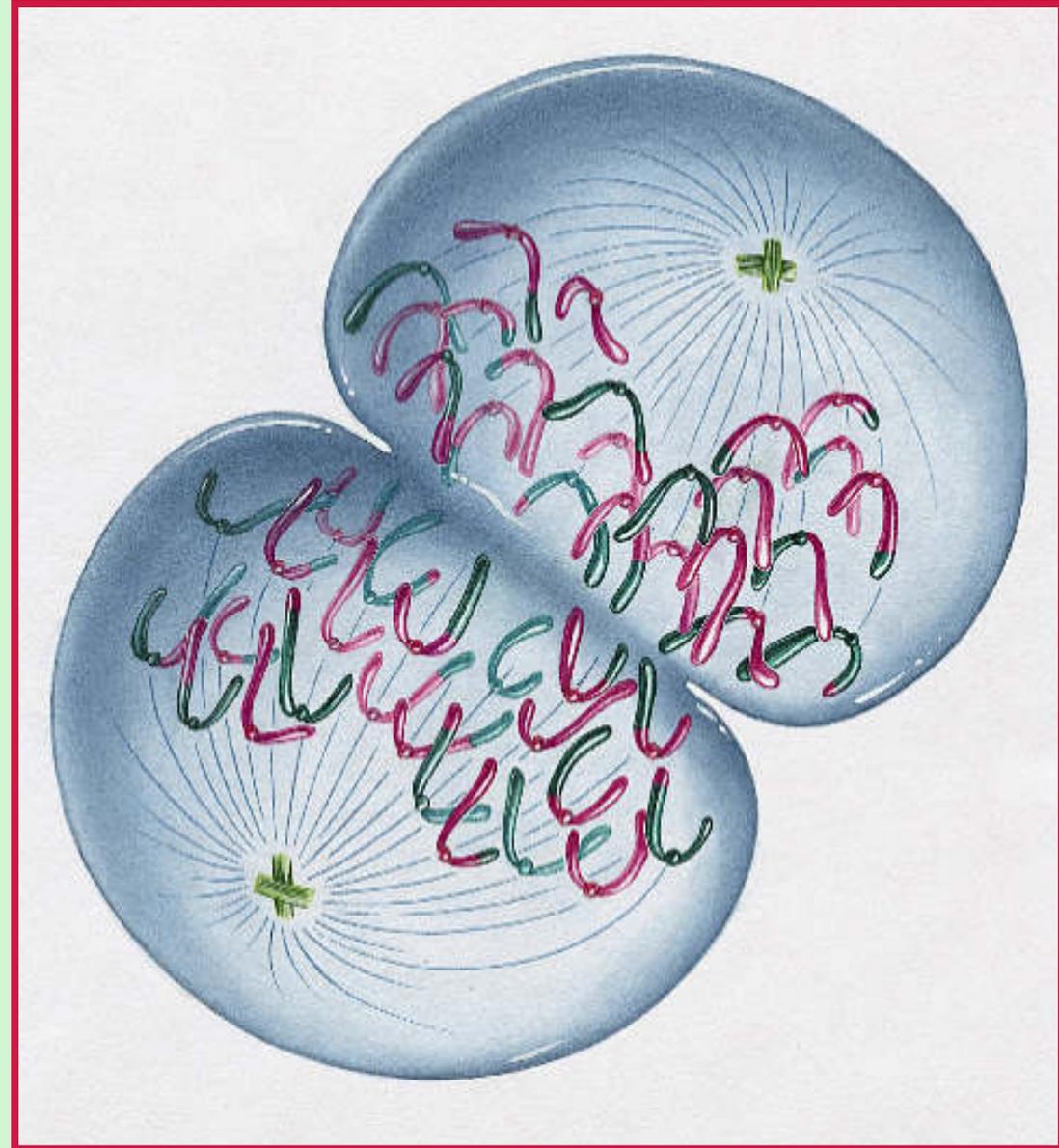
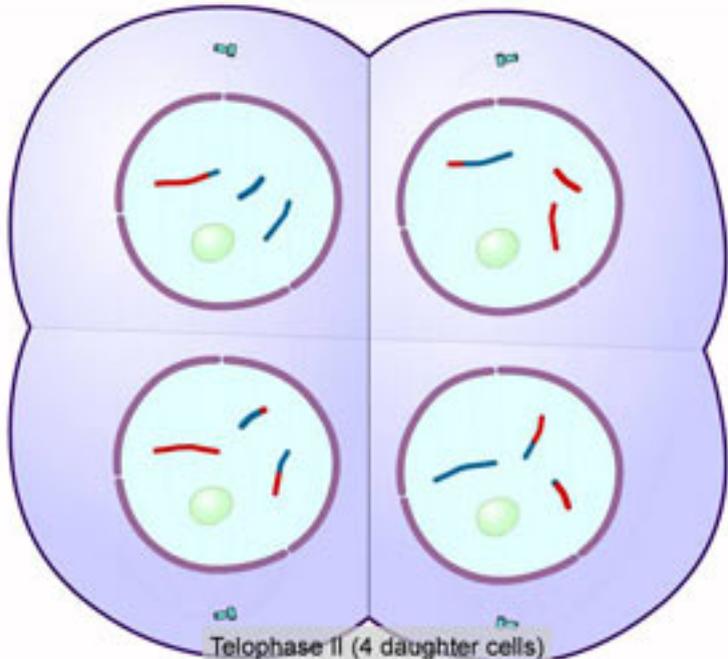
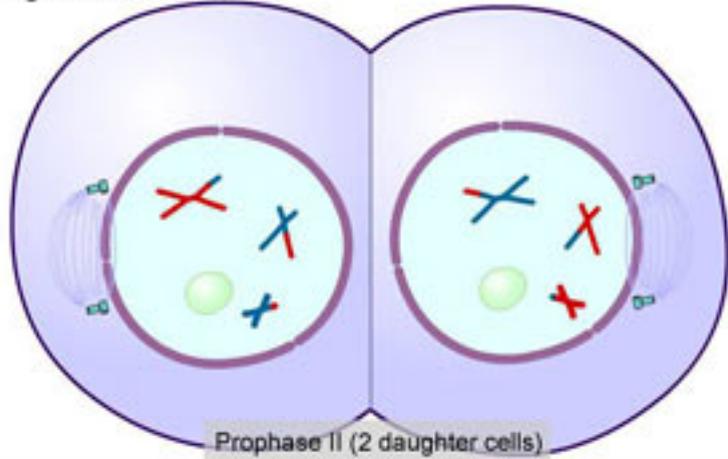


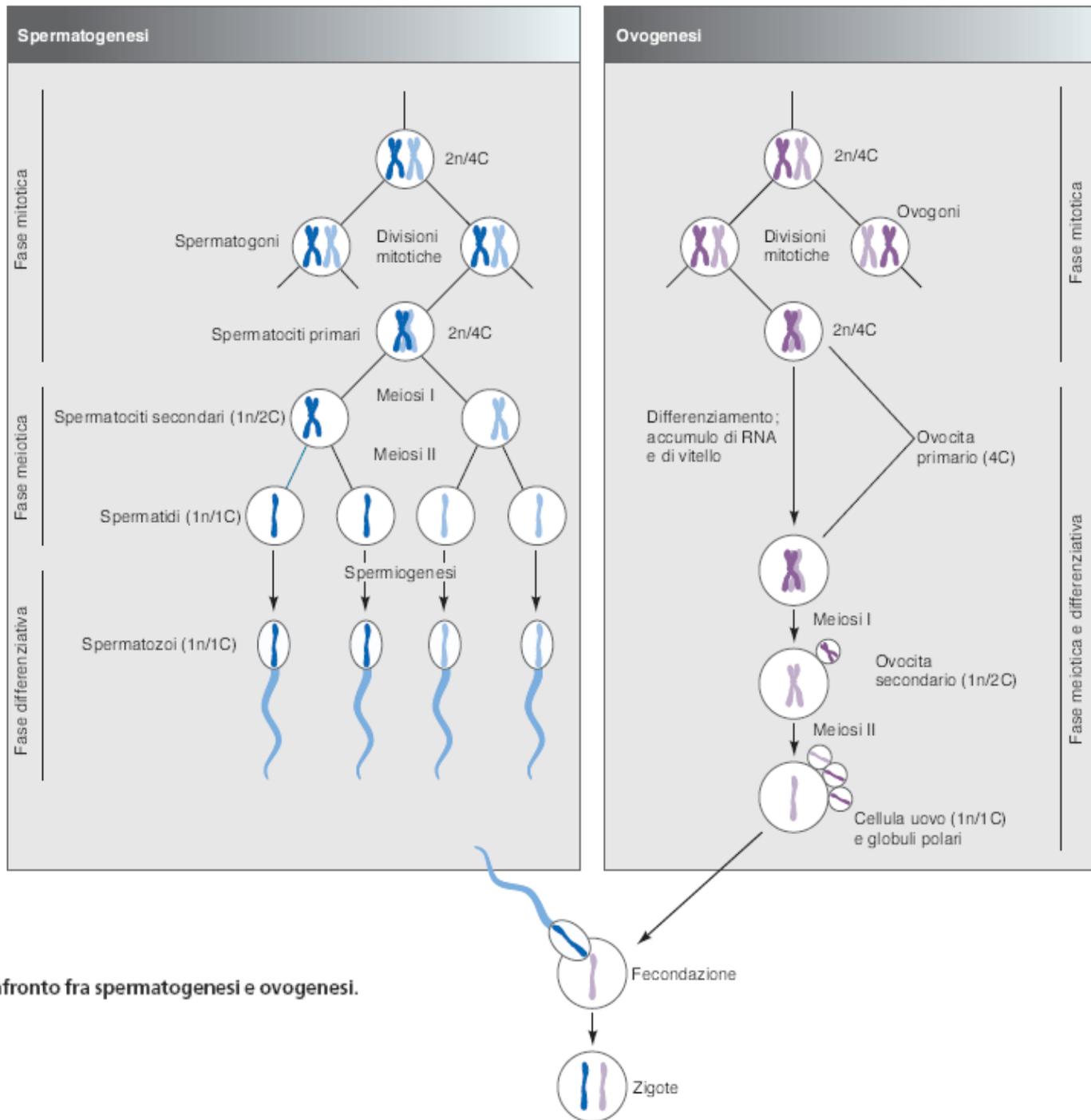
# Comparazione tra mitosi/meiosi



# II divisione meiotica

Figure B-20: Meiosis II





**Figura 3.6** Confronto fra spermatogenesi e ovogenesi.

# PUBERTÀ'

BMP8b prodotto dagli spermatogoni

Fase di  
moltiplicazione  
mitotica



meiosi

spermiogenesi

