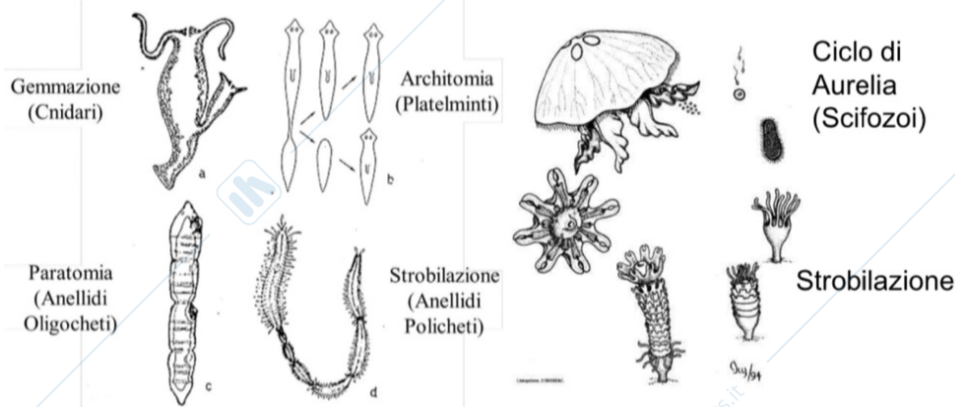


Riproduzione nei metazoi

- **metazoi:** tutti gli animali che presentano una condizione monocellulare allo stato di germe ma che raggiungono durante lo sviluppo una condizione pluricellulare con un numero più o meno elevato di elementi somatici variamente differenziati
- Nei metazoi, la riproduzione sessuale è più diffusa di quella asessuale
- Nel corpo dei metazoi si possono distinguere:
 - **Cellule somatiche** che si sono differenziate a svolgere funzioni diverse e non passano alla generazione successiva
 - **Cellule germinali** da cui derivano i gameti

Riproduzione asessuata (agamica, vegetativa o somatogonica)

1. Gemmiparità: formazione di un nuovo individuo a partire da abbozzi o gemme che si formano sul corpo del generante. L'individuo generato si stacca e conduce vita autonoma o rimane attaccato al generante e formano nuove colonie (Poriferi, Cnidari, Briozoi o Ectoprociti, Tunicati o Urocordati)
2. Endogenesi: in Poriferi e Briozoi si formano corpi duri in condizioni ambientali critiche quando le colonie vanno in disfacimento.
3. Scissiparità: un individuo si scinde in una o più parti da cui prendono origine nuovi individui
 - Architomia: rigenerazione di individui successivi alla scissione del generante
 - paratomia: precedente la scissione del generante
 - Strobilazione: paratomia ripetuta sullo stesso individuo (Celenterati Scifozoi, Anellidi Polichetati)

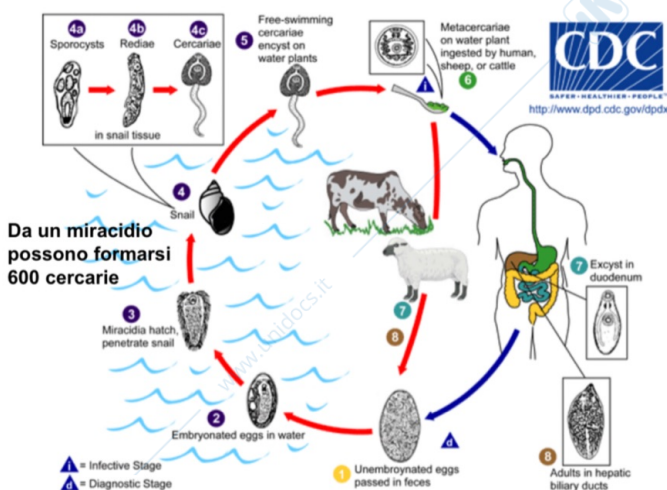


Riproduzione somatogonica

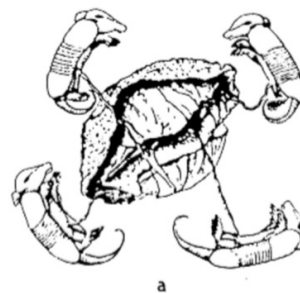
Avviene generalmente allo stato adulto. Quando l'individuo generante non è adulto si parla di:

- **amplificazione larvale:** l'individuo generante è una larva (Platelminti Trematodi e Cestodi)
- **Poliembrionia:** un singolo embrione generante dà origine a più individui distinti (mammiferi: armadilli e gemelli monovulari umani)

Amplificazione larvale (o progenesi larvale) in *Fasciola hepatica* (platelminti, trematodi)



Da un miracidio possono formarsi 600 cercarie



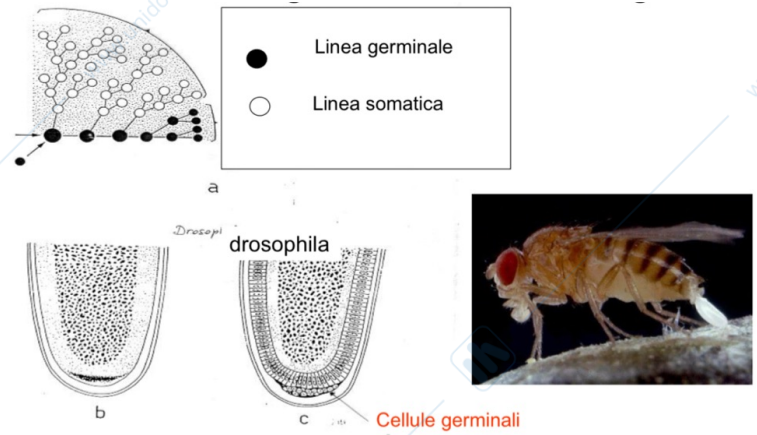
Poliembrionia in Armadillo e Homo



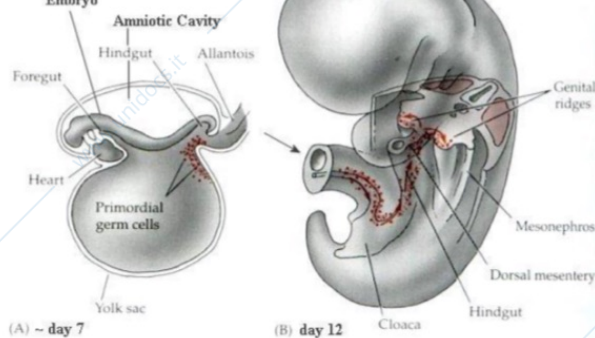
Gemelli monozigotici

Riproduzione sessuata: differenziazione precoce fra cellule somatiche e germinali durante l'ontogenesi

Negli insetti, nelle prime fasi della segmentazione, le cellule che daranno origine alla linea germinale si portano verso un'estremità e inglobano determinanti citoplasmatici (RNA).



Migration of mammalian primordial germ cells



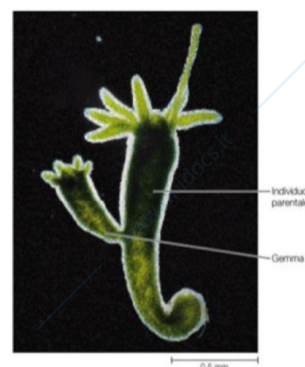
In rettili, uccelli e mammiferi, cellule germinali primordiali (PGC) non si originano nell'embrione. Questa collocazione remota consente probabilmente alle PGC di evitare processi di differenziazione e specializzazione che avvengono nelle cellule somatiche. Successivamente le PGC migrano, tramite movimenti ameboidi, nelle gonadi quando queste ultime si stanno sviluppando.

Il differenziamento cellulare

- Lo zigote è **totipotente**; è cioè in grado di dare luogo a tutti i tipi cellulari dell'individuo adulto. Negli animali, nei primi stadi di sviluppo, le cellule mantengono la totipotenza.
- Successivamente le cellule, sebbene non ancora differenziate diventano **determinate**.
- Le cellule determinate si **differenziano** poi nei vari tipi cellulari.
- Il differenziamento è dovuto ad un'espressione genica differenziale.
- Le **cellule staminali** sono le cellule primarie di ogni organismo pluricellulare. Quelle dei primi stadi **embrionali** danno luogo a tutti i tessuti. Quelle **adulte** rigenerano alcuni tessuti. Le cellule staminali possono essere distinte in:
 - **totipotenti**, capaci di dare origine a tutte le popolazioni cellulari dell'organismo (stadi precoci dello sviluppo embrionale)
 - **pluripotenti**, in grado di dare origine a più popolazioni cellulari.
 - **multipotenti**, in grado di dare origine a cellule di famiglie strettamente correlate.
 - **unipotenti**, in grado di dare origine ad un unico tipo cellulare caratteristico all'interno di un tessuto.

Nonostante la precoce differenziazione fra linea germinale e somatica, in alcuni metazoi che presentano anche riproduzione vegetativa permangono cellule indifferenziate (totipotenti) che possono differenziarsi in cellule somatiche e germinali, o esistono meccanismi di reversibilità dalla linea somatica a quella germinale.

Idra. Si trovano gruppi di cellule interstiziali totipotenti nella zona subtentacolare che danno origine sia a cellule somatiche nella riproduzione asessuata (gemmiparità) sia a gameti nella riproduzione sessuata.



Riproduzione sessuata o gamica

- Se spermatogenesi e ovogenesi si compiono nello stesso individuo si parla di **ERMAFRODITISMO**,
- Se si compiono in organismi diversi di **GONOCORISMO**.

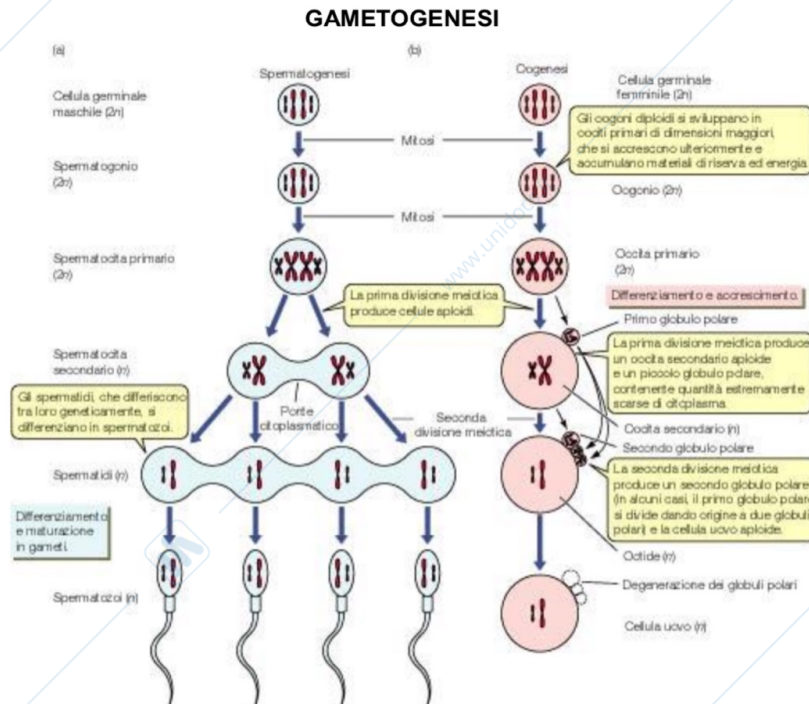
I gameti maturano, generalmente in organi specializzati, le gonadi, costituiti da cellule somatiche.

Negli organismi ermafroditi, possono esserci gonadi distinte o gonadi ermafrodite.

Generalmente la gametogenesi si ha in individui adulti; nel caso si verifichi già nelle forme larvali, si parla di **neotenia**.

I sessi si differenziano per **caratteri sessuali**:

- primari (ovari o testicoli)
- secondari (organi e strutture genitali, ghiandole accessorie, organi copulatori vie genitali ecc)
- terziari (o extragenitali) legati direttamente o indirettamente alla funzione riproduttiva o alla cura della prole (dimensioni, comportamento ecc).



Isogamia

Anisogamia

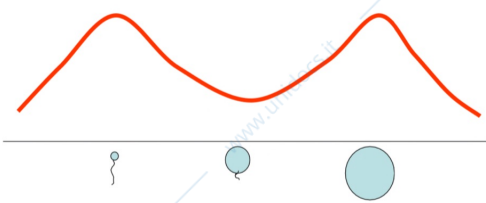
Oogamia



Differenze morfologiche fra gameti di polarità opposta in *Chlamydomonas* (Chlorophyta)

Chlamydomonas eugametos
Chlamydomonas coccifera

Chlorogonium oogamum



Teoria di Parker, Baker e Smith (1972) sull'evoluzione dell'anisogamia.

Presume un vantaggio dei gameti di grandi dimensioni con più deutoplasma, che formano zigoti con maggiori possibilità di sopravvivenza.

Se i gameti più grandi sono premiati dalla selezione, immediatamente saranno favoriti gameti piccoli che trovano un partner di grandi dimensioni, sfruttando le sue riserve nutritive, cioè parassitandolo.

Contatto tra i gameti

Durante l'**oogenesi**, gli oociti primari vanno incontro ad un grande aumento dimensionale, che si verifica soprattutto durante la profase I (es. Nella rana il volume aumenta circa 27000 volte).

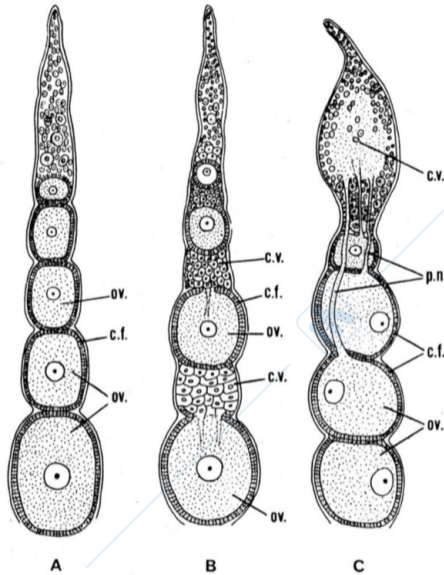
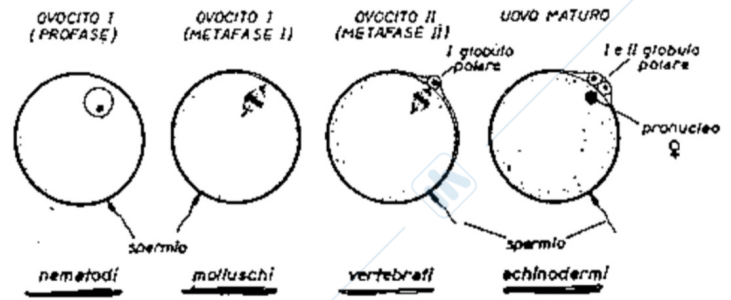
L'aumento dimensionale è dovuto, in gran parte alla **deutoplasmogenesi o vitellogenesi** (deposizione di sostanze di riserva)

Deutoplasmogenesi solitaria

- l'uovo sintetizza autonomamente le molecole che formeranno deutoplasma (o vitello o tuorlo); le uova mature avranno generalmente poco vitello (Asteroidea, Policheti, Molluschi).

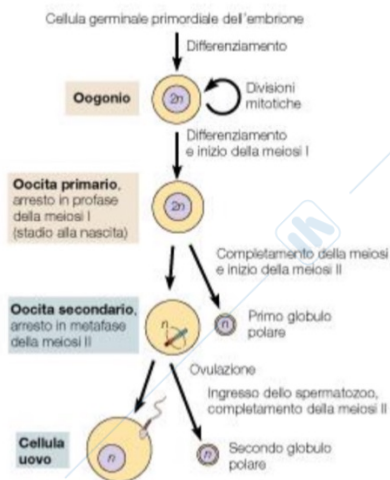
Deutoplasmogenesi alimentare

- D. nutrimentale (cellule nutrici, linea germinale),
- D. follicolare (cellule follicolari, linea somatica).

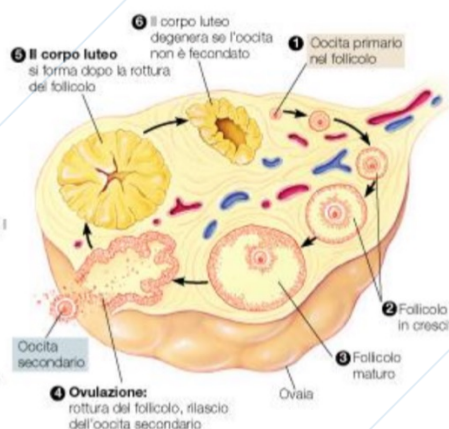


- Cellule nutrici (c.v.) e follicolari (c.f) negli ovari di insetti.
- A-ovario panoistico (solo cellule follicolari)
- B e C ovari meroistici (cellule follicolari e nutrici)

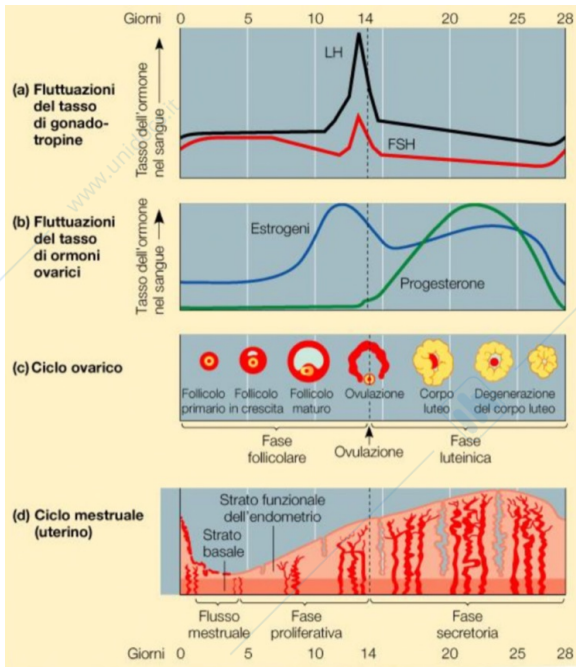
OOGENESI NEI MAMMIFERI



(a) La produzione di cellule uovo prende avvio già nell'embrione femminile, con il differenziamento delle cellule germinali primordiali in oogoni, che a loro volta si trasformano in oociti primari. Già alla nascita, una donna ha un numero definito di oociti, ognuno dei quali è bloccato in profase della meiosi I. A partire dalla pubertà, un singolo oocita primario completa la meiosi ogni mese e prosegue lo sviluppo fino a oocita secondario. Nel corso dell'oogenesi, la meiosi comporta processi di citodieresi ineguale che distribuiscono la quasi totalità dell'oplasma a un'unica cellula uovo relativamente voluminosa. Gli altri prodotti della meiosi sono rappresentati da cellule di piccole dimensioni chiamate globuli polari (il primo globulo polare a sua volta può dividersi oppure no). L'oocita secondario completa la meiosi soltanto se viene fecondato. Dopo la meiosi II, i nuclei aploidi dello spermatozoo e della cellula uovo matura si fondono.



(b) Questa rappresentazione di un'ovaia sezionata illustra gli stadi di sviluppo di un follicolo ovarico nel corso dell'oogenesi. In risposta al picco dell'ormone FSH, numerosi follicoli cominciano a crescere, ma di regola soltanto uno arriva a maturazione. Nella figura sono rappresentati insieme, in una sorta di ciclo (freccia), tutti i vari eventi caratteristici dell'organo (maturazione del follicolo, ovulazione, formazione del corpo luteo e degenerazione dello stesso). In realtà questi stadi non sono mai presenti contemporaneamente, poiché il ciclo ovarico non si realizza nello spazio ma nel tempo. Così, se un follicolo si trova in un certo punto dell'ovaia, esso subisce in quella stessa sede tutti i vari stadi di sviluppo.



ORMONI ADENOIPOFISARI (glicoproteine)

ORMONI OVARICI (steroidi)

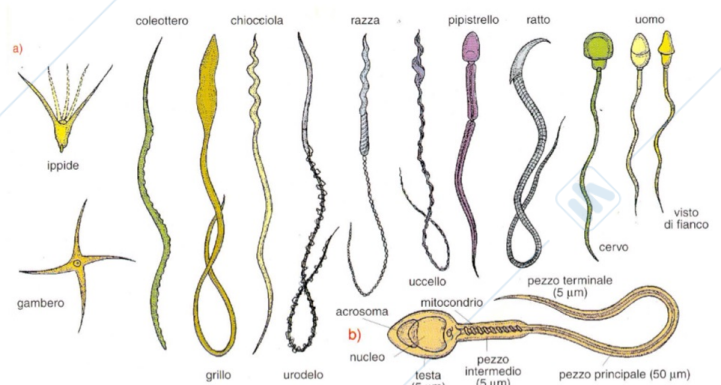
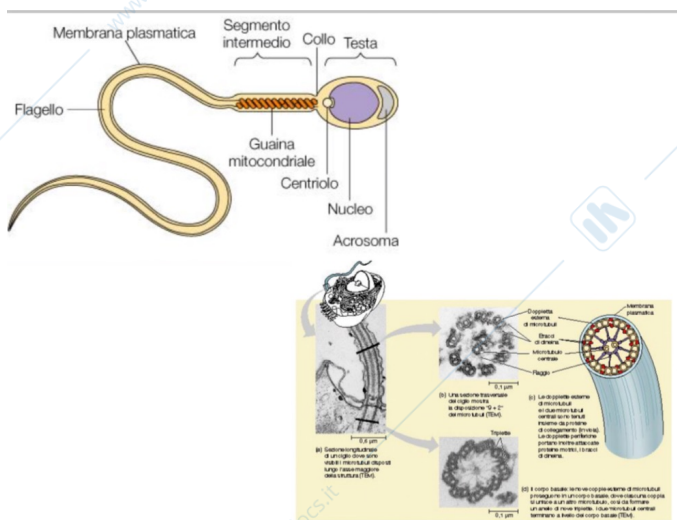
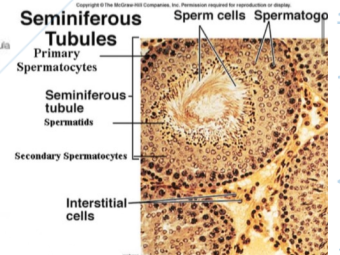
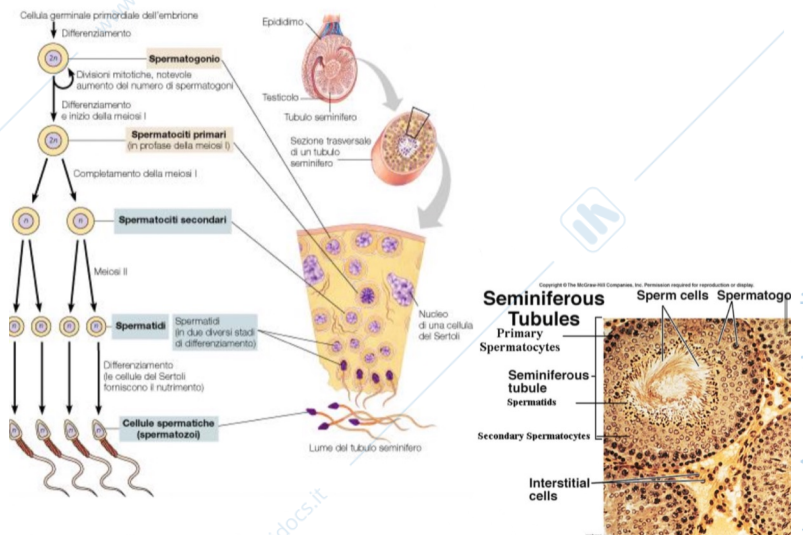
Ciclo mestruale nella donna e regolazione ormonale

EVOLUZIONE FOLLICOLO

ENDOMETRIO

La spermatogenesi avviene nei tubuli seminiferi; nei tubuli troviamo grandi cellule somatiche chiamate Cellule del Sertoli, che servono come supporto durante la maturazione degli spermatozoi. Gli spermatidi che derivano dalla divisione degli spermatozoi secondari subiscono un complesso processo di trasformazione in spermatozoi denominato spermiogenesi durante il quale si differenziano in strutture specifiche comprendenti il flagello e l'acrosoma. Quando gli spermatozoi sono completamente differenziati, abbandonano l'epitelio seminifero e si ritrovano nel lume dei tubuli seminiferi. Da qui essi sono spinti verso l'epididimo

SPERMATOGENESI NEI MAMMIFERI



Tipi di spermatozoi

Modalità che favoriscono l'incontro fra gameti

- **Fecondazione esterna**
 - vicinanza dei riproduttori
 - coordinazione nell'emissione dei gameti
 - interazione chimica specie-specifica tra i gameti
 - ipergamesi maschile e femminile
- **Fecondazione interna**
 - fattori anatomici e fisiologici: organi copulatori, spermatofore
 - corteggiamento
 - interazione chimica tra i gameti
 - ipergamesi maschile

Fecondazione

Unione dello spermio e dell'uovo a dare lo Zigote, essa culmina nella cariogamia.

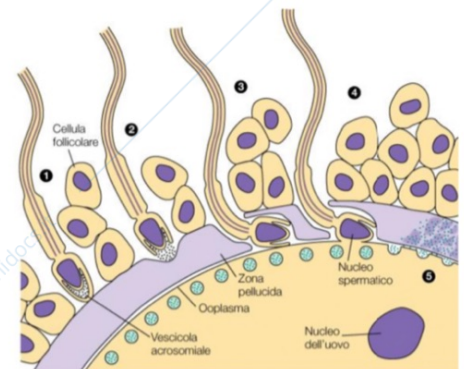
Membrane e rivestimenti dell'uovo:

- membrana plasmatica
- membrane primarie (prodotte dall'ocita o dalle cellule follicolari; es zona pellucida nei mammiferi, corion dei pesci e degli insetti)
- membrane secondarie (prodotte dalle cellule delle vie genitali durante il passaggio dell'uovo; es involucri gelatinosi negli anfibi; albume, guscio calcareo negli uccelli)

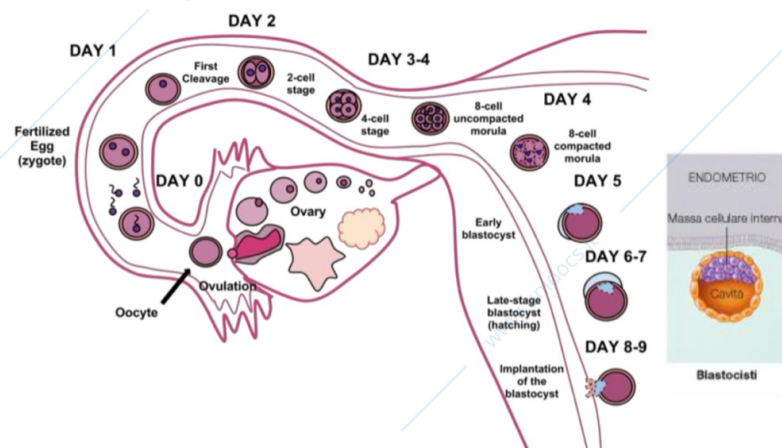
Gli spermatozoi vengono "capacitati" da secrezioni presenti nell'apparato genitale femminile

1. lo spermatozoo si muove attraverso le cellule follicolari che circondano l'uovo e si lega a recettori posti sulla zona pellucida
2. la reazione acrosomiale rilascia enzimi idrolitici
3. lo spermatozoo raggiunge la membrana plasmatica dell'uovo
4. le due membrane si fondono e il contenuto dello spermatozoo entra nella cellula uovo
5. reazione corticale: gli enzimi liberati dai granuli corticali induriscono la zona pellucida che agisce come blocco per la polispermia. La reazione è associata a rilascio di ioni Ca^{2+} da parte di depositi intracellulari. L'alta concentrazione di ioni Ca^{2+} porta i granuli corticali a fondersi con la membrana plasmatica e successivamente alla formazione della membrana di fecondazione
6. l'ocita secondario termina la seconda divisione meiotica e si fondono i pronuclei maschile e femminile

FECONDAZIONE NEI MAMMIFERI



NELLA NOSTRA SPECIE



Partenogenesi

Riproduzione sessuata o asessuata?

- P. meiotica si ha quando avviene la meiosi ed il corredo diploide è acquisito secondariamente.
- P. ameiotica quando la meiosi è abolita.

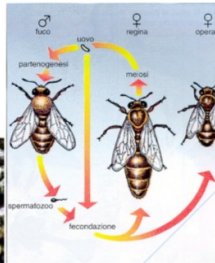
In base al sesso dei figli:

- telitoca (solo femmine)
- arrenotoca (solo maschi)
- deuterotoca (maschi e femmine)

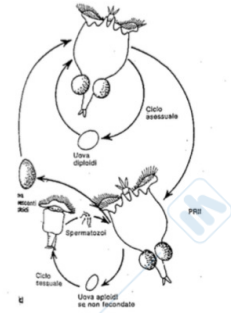
In base alla comparsa nel ciclo vitale

- Facoltativa, quando le uova possono essere fecondate o svilupparsi per partenogenesi (Imenotteri)
- Obbligatoria, quando le uova si sviluppano solo per partenogenesi
 - costante (Rotiferi Bdelloidei)
 - ciclica (Rotiferi Monogonti, Crostacei, Afidi)

Partenogenesi normale facoltativa arrenotoca in *Apis*



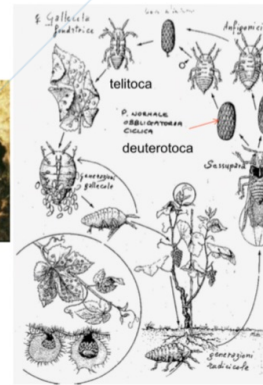
Partenogenesi obbligatoria ciclica Rotiferi Monogonti



Partenogenesi obbligatoria costante telitoca Rotiferi Bdelloidei



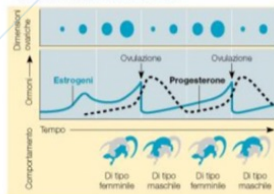
Partenogenesi obbligatoria ciclica Fillossera della vite (Afidi)



PARTENOGENESI NELLA LUCERTOLA *Cnemidophorus*



Entrambi gli esemplari di *Cnemidophorus uniparens* della foto sono femmine. La lucertola in posizione di monta è una femmina che induce il ruolo maschile; nella stagione degli "amori" ogni individuo cambia il suo ruolo sessuale a intervalli di due-tre settimane.



Il comportamento sessuale di *Cnemidophorus uniparens* è correlato con un ciclo complesso di ovulazione mediato dagli ormoni sessuali. Prima dell'ovulazione la lucertola femmina assume un comportamento femminile. Essa ha ovule notevolmente grandi e il suo comportamento è correlato con alti livelli di estrogeni nel sangue. Dopo l'ovulazione, il regresso delle ovule, insieme con un calo degli estrogeni e un rapido aumento del tasso ematico di progesterone, si dimostrano responsabili del cambiamento di tipo maschile dello stesso individuo.

Partenogenesi nel gecko *Lepidodactylus lugubris*

