



O INCRÍVEL MUNDO DA FECUNDAÇÃO

Autores:

Adrian José Oliveira dos Reis

Fabrielle Barbosa de Araújo

Sandra Leticia Silva dos Santos

Brenda Stefany dos Santos Braga

Maria Luiza Cunha e Souza-Ferreira

Adriana Costa Guimarães

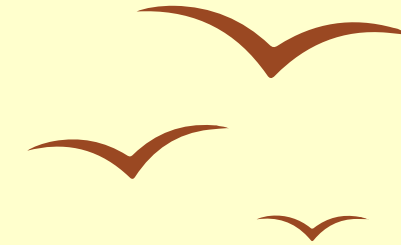
Lorena Araújo da Cunha

Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira

Verônica Regina Lobato de Oliveira Bahia

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DE MORFOFISIOLOGIA ANIMAL

Realização:



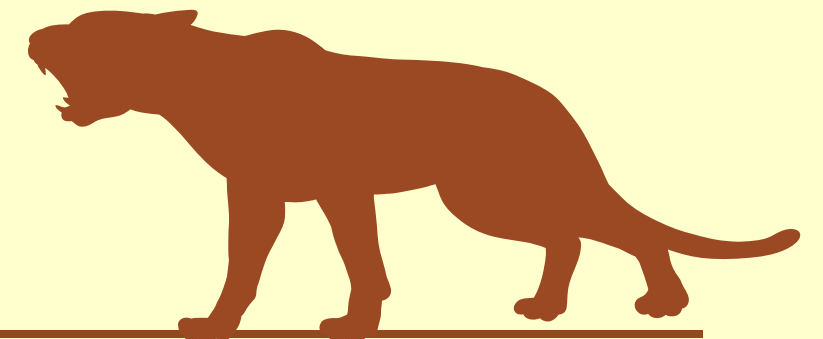
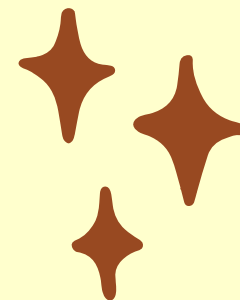
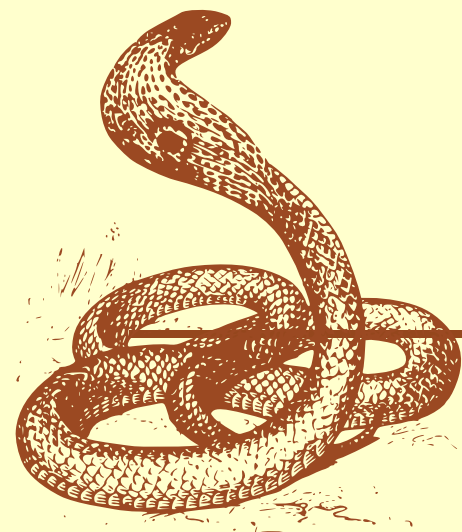
Apoio:



Pró-Reitoria de Extensão | UFPA

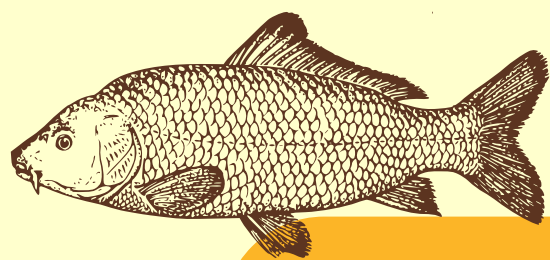


Pró-Reitoria de Ensino
de Graduação | UFPA



BELÉM - PA, 2023

Livro: O incrível mundo da fecundação



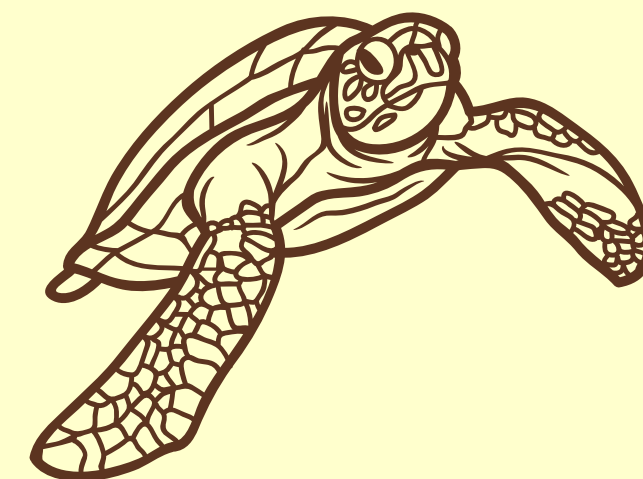
Contribuição dos autores

Figuras

Adrian José Oliveira dos Reis
Fabrielle Barbosa de Araújo

Designer gráfico

Adrian José Oliveira dos Reis
Fabrielle Barbosa de Araújo



Organiização do livro

Adrian José Oliveira dos Reis
Fabrielle Barbosa de Araújo
Sandra Leticia Silva dos Santos
Verônica Regina Lobato de Oliveira Bahia
Brenda Stefany dos Santos Braga
Maria Luiza Cunha e Souza-Ferreira
Lorena Araújo da Cunha
Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira



Revisão

Os autores

Revisão e Supervisão

Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira
Adriana Costa guimarães
Verônica Regina Lobato de Oliveira Bahia





SUMÁRIO



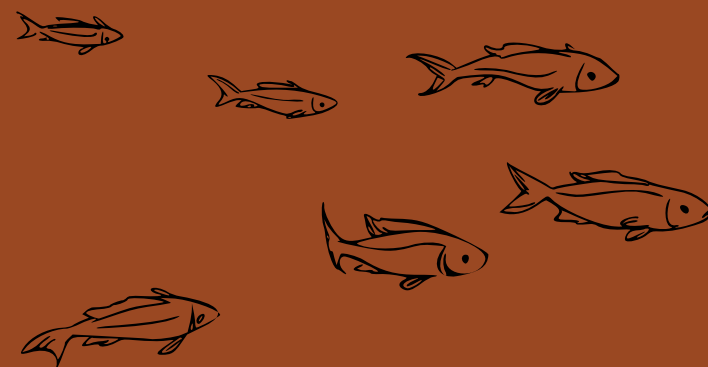
- Apresentação
- Introdução: Atores da jornada
- Fecundação interna
- Fecundação externa
- Corrida para a fecundação
- Tipos de ovos entre os animais
- E depois da fecundação o que ocorre?





Apresentação

Produzimos esta cartilha com o intuito de melhorar o Aprendizado do conteúdo "fecundação". A cartilha foi feita com textos claros e com imagens ilustrativas para melhorar ainda mais o entendimento dos alunos e professores que o lerem. Venha se aventurar nessa jornada!





Fizemos o uso de alguns recursos para melhorar ainda mais a experiência de leitura e entendimento da cartilha. Então vamos fazer a apresentação deles antes de vocês começarem de fato a leitura.



Glossabio

O "glossabio" funcionará como um glossário que elucidará sobre palavras que não são de uso cotidiano.



Você sabia que...

No quadro "você sabia que" vamos falar de fatos curiosos a respeito de assuntos que vamos tratar.

Botando em prática



Aqui no "botando em prática" vamos propor atividades para a fixação do conteúdo.



Ficou curioso?

E por fim no "ficou curioso" nós fizemos o uso de QR codes para aprofundar ainda mais o conteúdo e você tem acesso clicando ou apontando a câmera do celular para ele.

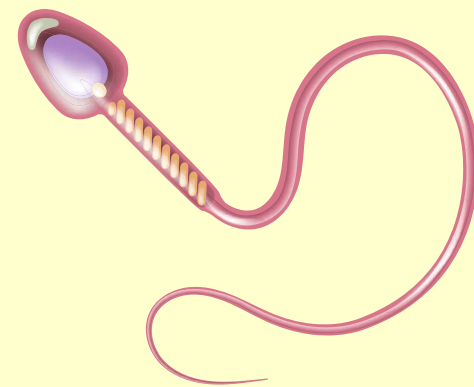
Introdução: Atores da jornada

**E aí galerinha, vocês sabem o que é fecundação?
Não? Então venham explorar a nossa cartilha que
fizemos com todo os carinho para vcs.**

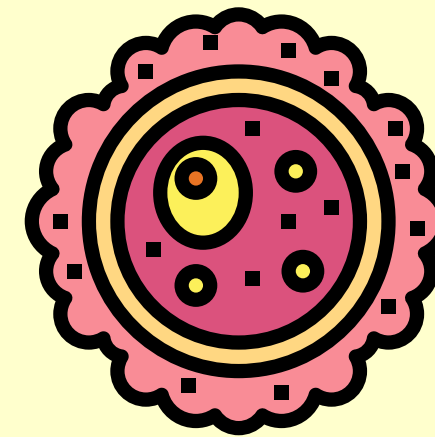
A fecundação é o processo no qual os gametas feminino e masculino se encontram e eles devem ser obrigatoriamente da mesma espécie.

Os gametas são as células reprodutivas e grandes atores dessa jornada para a fecundação são:

Espermatozoide



Oócito



Glossário

Gametas: são células especializadas em formar um novo ser, com metade do material genético de cada um dos pais.



Aqui vamos detalhar as células reprodutivas. Mas de forma geral, os animais que se reproduzem sexualmente, seguem mais ou menos o mesmo padrão.

Espermatozoide

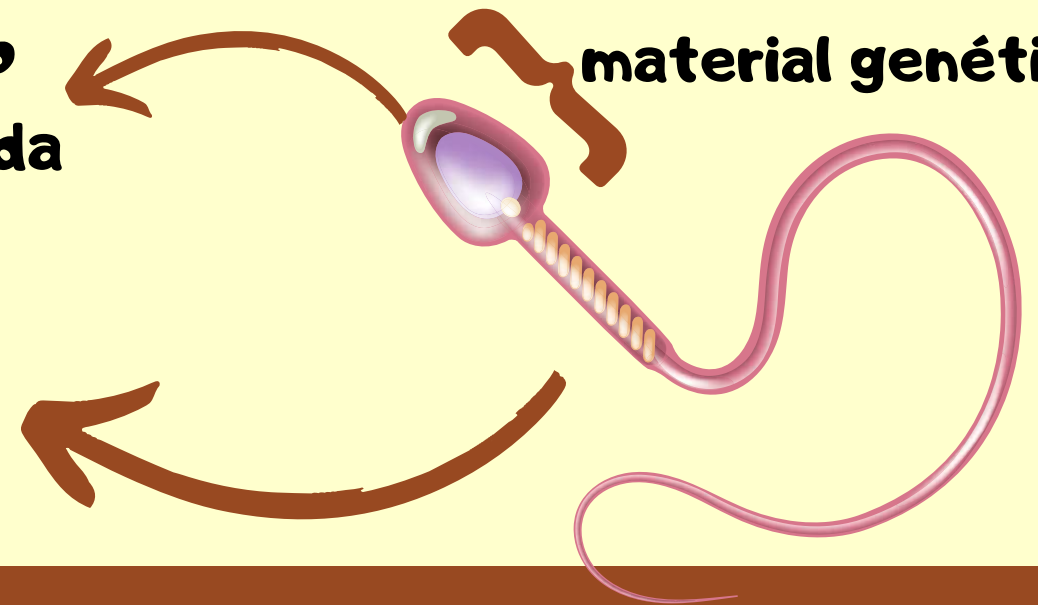
O espermatozoide é o gameta masculino que é produzido nos testículos e lá eles ficam armazenados.

Estruturas do espermatozoide

Acrossoma: utilizado para perfurar a camada do ócito

Cauda: utilizada para se locomover

Cabeça: é onde está localizado o núcleo com o material genético



Glossabio



Material genético: é o DNA, nele estão presentes todas as informações para a criação de um novo ser.

Oócito

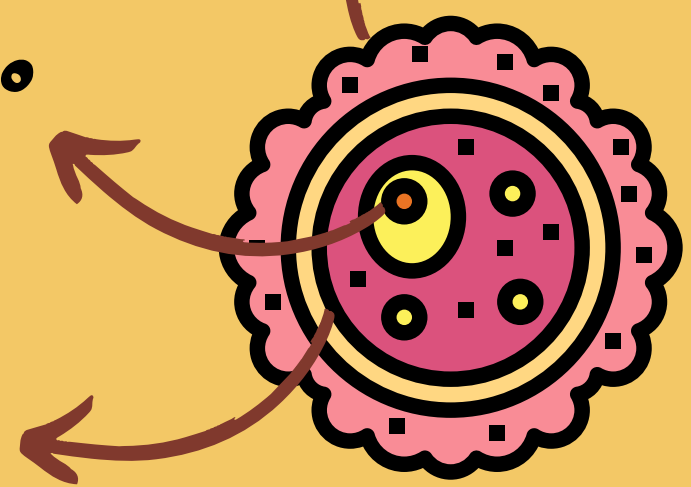
O oócito é o gameta feminino produzido nos ovários. O oócito é 10 vezes maior quando comparado ao espermatozoide.

Estruturas do oócito

Núcleo: é onde fica o material genético

Zona pelúcida: película que protege o núcleo

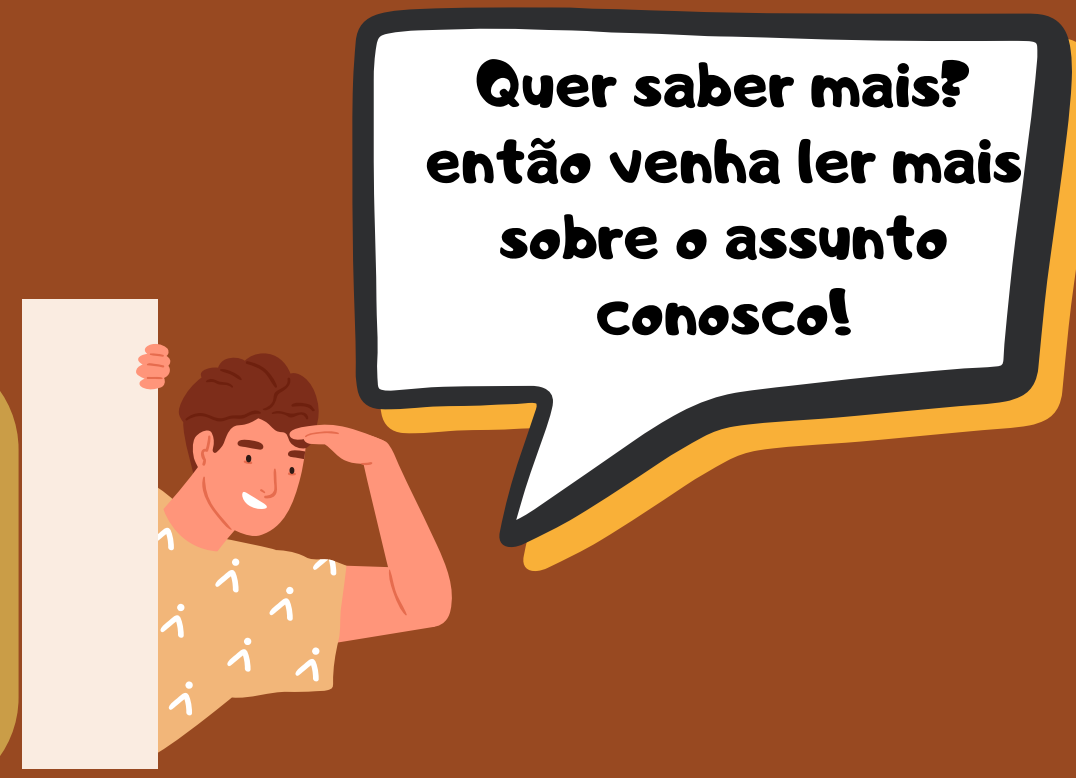
Corona radiata: é responsável por mandar sinais químicos ao espermatozóide

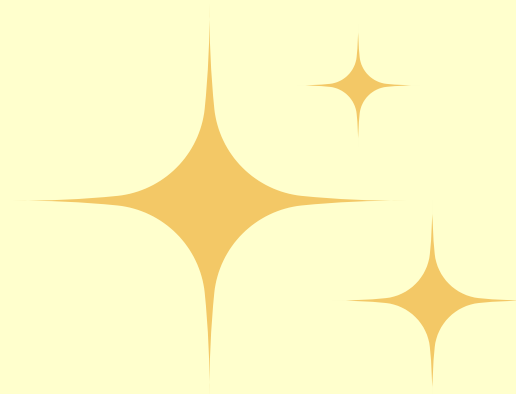
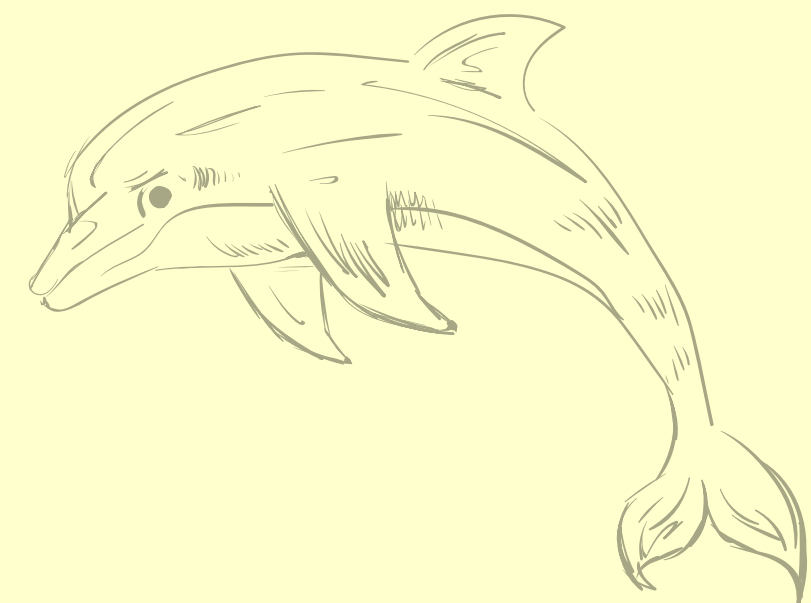


E se você acha que a fecundação nos animais é tudo igual, está muito enganado, hein.



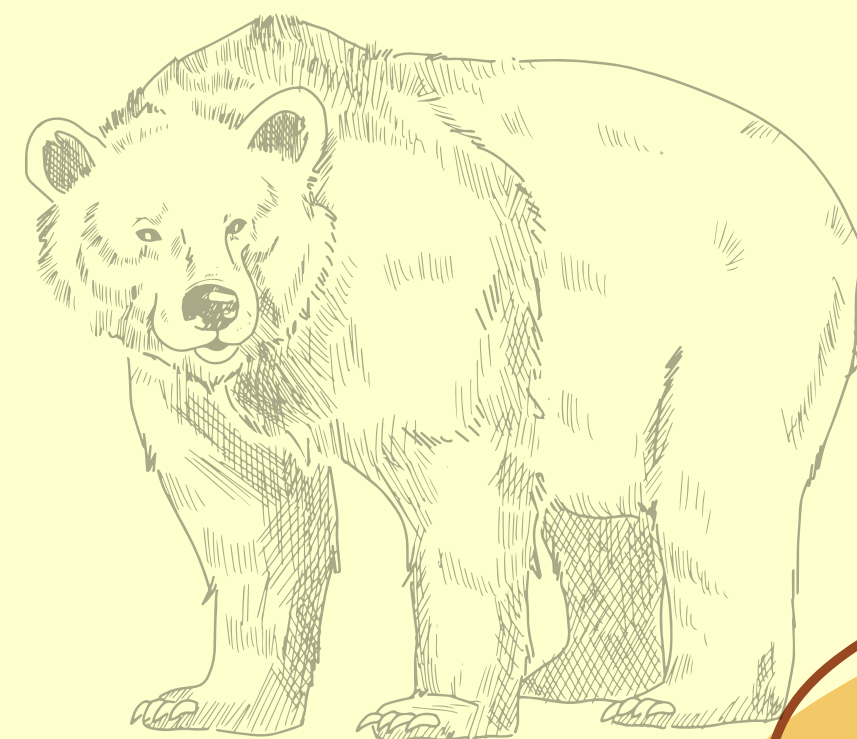
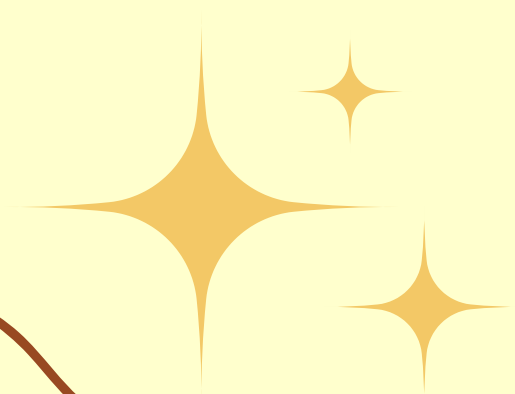
Os seres vivos possuem diversas adaptações para poder fazer esse encontro de gametas que ao final vão dar a vida aos seus descendentes.





CAPÍTULO 1

FECUNDAÇÃO INTERNA



Muitos grupos de vertebrados possuem fecundação interna, ou seja, ocorre o encontro dos gametas dentro do corpo de um dos indivíduos.

Aqui vemos alguns exemplos de copulação para que ocorra a fecundação interna.



Glossário

Vertebrados: é o grupo de animais que possuem a coluna vertebral.

Copulação: é o ato de união de dois indivíduos da mesma espécie com o intuito de junção dos gametas dando origem a novos descendentes.

Mamíferos



Nos mamíferos, o macho possui o pênis, o qual será inserido no canal vagina da fêmea. E como consequência o macho libera os espermatozóides que podem ou não encontrar o oócito.



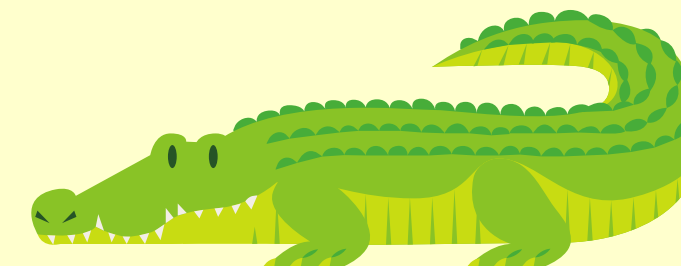
Aves



Quando as aves vão acasalar, o macho esfrega a cloaca na fêmea. A cloaca é a região por onde sai a excreção das aves e por onde elas copulam também.



Répteis



Nos répteis o processo é bem parecido, mas em vez de pênis os machos possuem o hemipênis, que são dois pênis. Cada um deles é inserido no canal vaginal da fêmea.

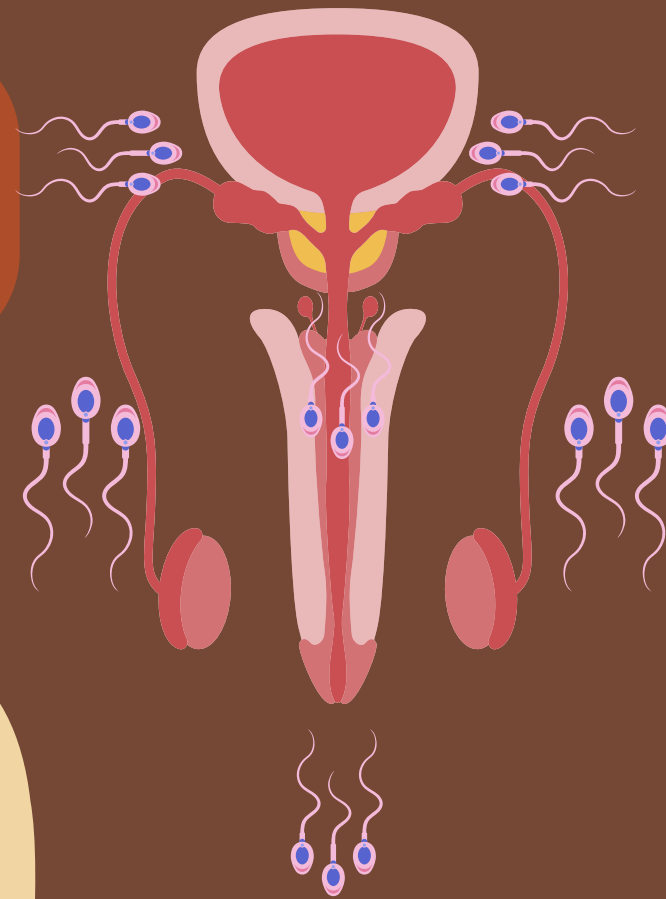


Caminho do espermatozoide

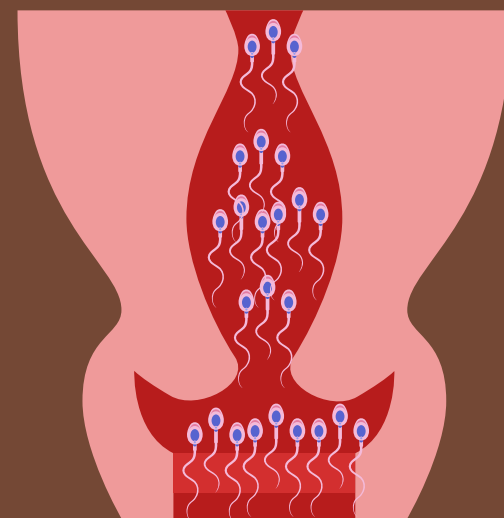
Agora, vamos entender o percurso dos espermatozoides, tendo os mamíferos como exemplo.

Os espermatozoides saem dos testículos (onde são produzidos) e passam por canais ejacutórios, onde vão ser agregados a secreções produzidas em glândulas e formar o esperma para que possa entrar no canal vaginal.

espermatozóides sendo ejetados no canal vaginal



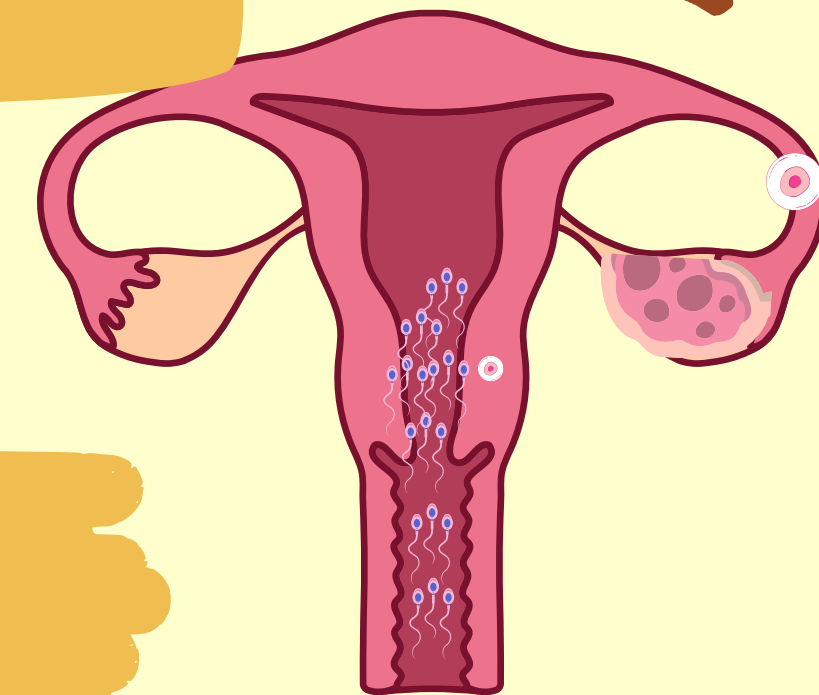
Trato reprodutor masculino



Oócito liberado pelo ovário

Conforme os espermatozoides são ejetados no canal vaginal, ocorre uma verdadeira corrida para fecundar o oócito.

Vence a corrida o espermatozoide que consegue fecundar o oócito primeiro.



Trato reprodutor feminino



Você sabia que...

A quantidade de oócitos liberados pela fêmea varia de espécie para espécie. Por isso vemos animais que possuem vários filhotes em uma gestação.



Botando em prática

Palavras cruzadas

RELACIONE A SEGUNDA COLUNA DE ACORDO COM A PRIMEIRA

Acrossoma

Gameta masculino

Corona radiata

Células reprodutivas responsáveis pela formação de uma nova vida

Espermatozoide

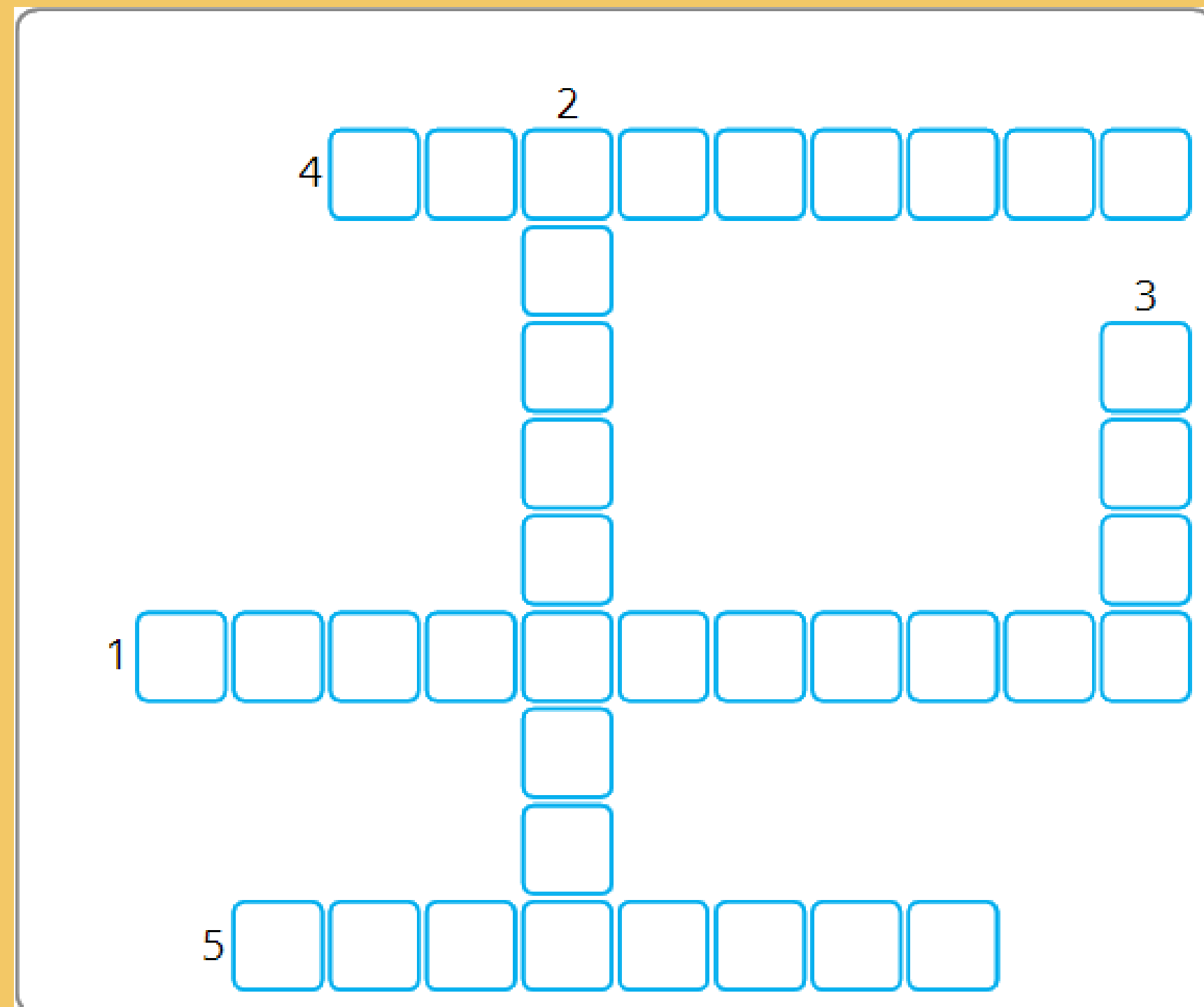
Emite sinais aos espermatozoides

Gametas

Utilizado para perfurar a camada do oócito

Oócito

Gameta feminino



Horizontal

- 1. Possuem coluna vertebral
- 4. Órgão copulador
- 5. Reunir um macho e uma fêmea para procriação

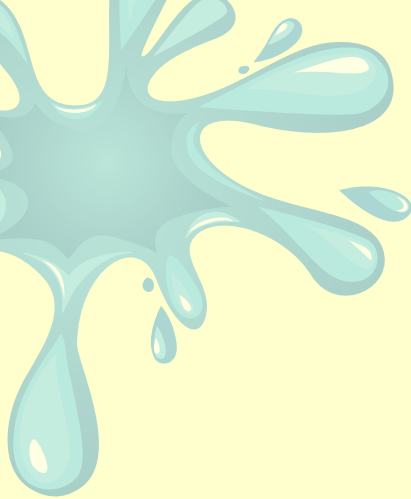
Vertical

- 2. Animais que tem mamas
- 3. Animais que voam



CAPÍTULO 2

FECUNDAÇÃO EXTERNA



Na fecundação externa, a fêmea deposita os oócitos no ambiente, e então, o macho lança os gametas masculinos, fecundando-os.

Como algumas espécies de peixes e anfíbios.



Glossário

Anuros: se refere a um grupo de anfíbios (sapos, pererecas e rãs).

Amplexo: é uma espécie de abraço que os anuros fazem para que ocorra a copulação.



Amplexo axilar

Em anuros, o macho abraça a fêmea na região peitoral (amplexo axilar) ou pélvica (amplexo inguinal), estimulando assim, a liberação dos oócitos para a fecundação.



Amplexo inguinal

Os anuros coaxam (cantam) para atrair as fêmeas e assim possam acasalar. Esse canto varia de espécie para espécie



Ficou curioso?

Você sabia que...

Em anuros, geralmente os machos são menores que as fêmeas.



**Canto do anuro
*Physalaemus natterii***

utilize a câmera do celular ou clique na imagem

Apesar da grande maioria dos grupos de peixes e anfíbios fazerem fecundação externa, existem algumas exceções nos grupos

Fecundação interna

Em uma espécie de anuro ocorre a fecundação interna: *Ascaphus truei* "sapo-de-cauda". Nele existe uma extensão da cloaca para introduzir o esperma na fêmea.

Em anuros



Glossário

Cópula: é um comportamento de união de dois indivíduos de uma dada espécie que possibilita a junção dos gametas

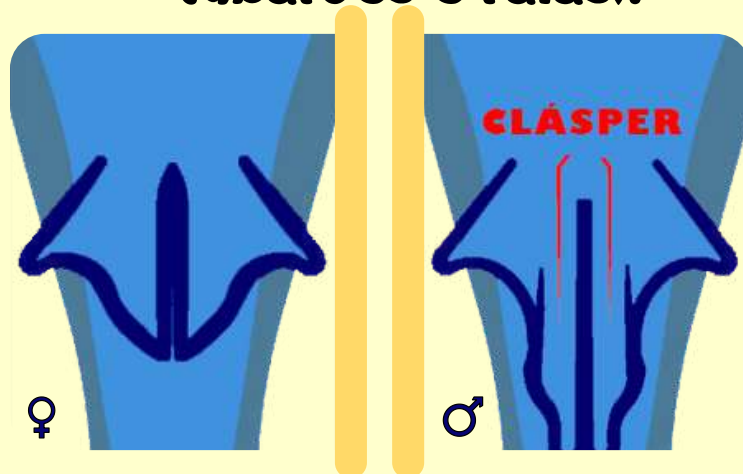
Você sabia que...

Os tubarões podem apresentar mais de um filhote em uma gestação, mas há casos de um filhote matar o outro ainda no útero da mãe. Chamamos isso de canibalismo intruterino.



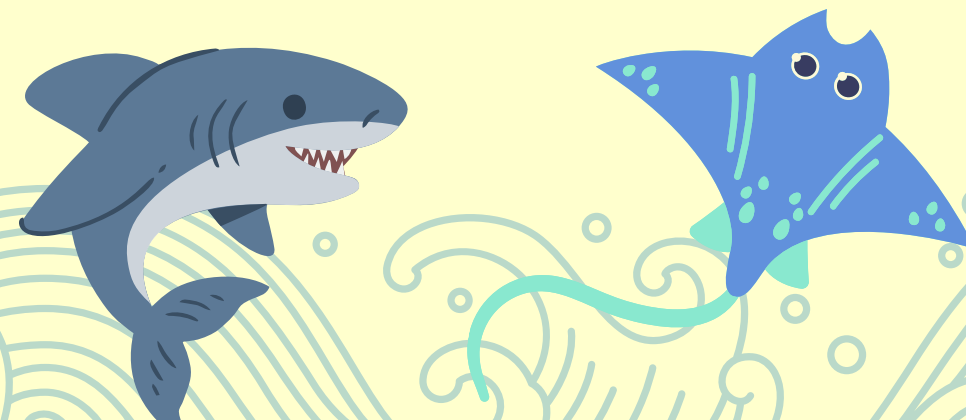
Fecundação interna

Presença de clássper (órgão de cópula de tubarões e raias).



Em peixes

Os peixes cartilaginosos (tubarões e raias) são animais que apresentam fecundação interna, ou seja, o gameta masculino é depositado no interior do corpo da fêmea.



Ficou curioso?



Tubarões-bambu se acasalam no Aquário de Santos

utilize a câmera do celular ou clique na imagem



Botando em prática

CAÇA-PAVARAS

Vamos fixar algumas palavras que foram citadas nesse capítulo?

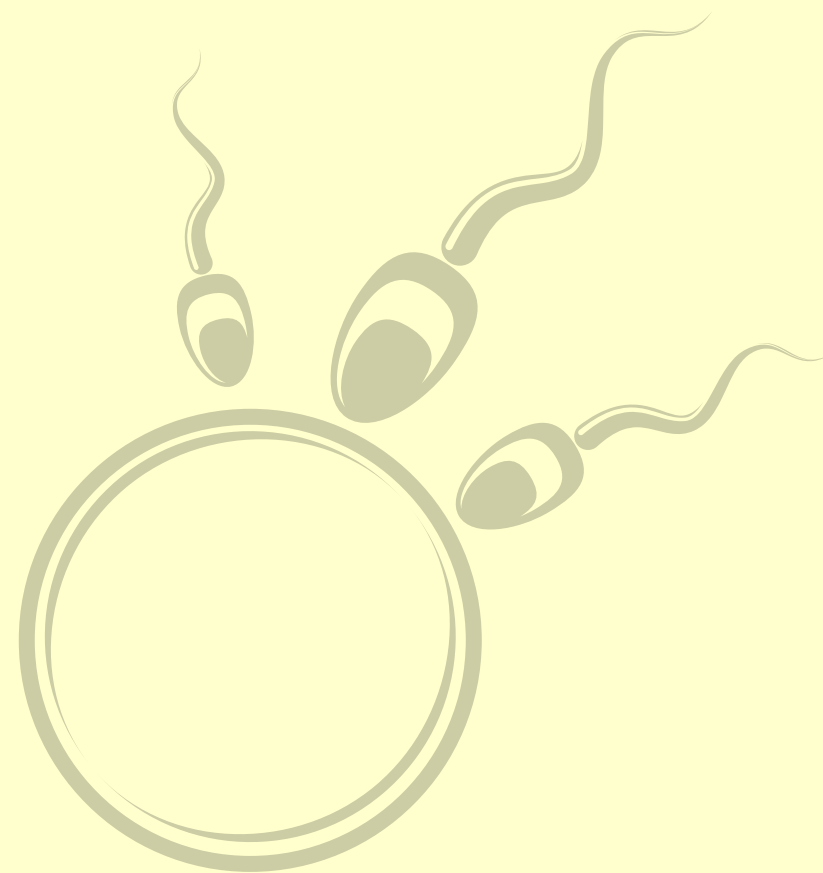
As palavras são:

1. Anuros
2. Amplexo
3. Coaxam
4. Espécie
5. Cópula
6. Clásper
7. Tubarão
8. Canibalismo
9. Útero
10. Filhote

X	Ü	K	E	M	H	Õ	F	I	C	Q	Ú
J	D	N	S	L	W	Õ	I	Y	P	C	T
U	I	Ü	P	Ü	É	A	L	K	Y	A	E
É	G	K	É	E	Y	N	H	J	Z	N	R
C	Q	T	C	A	T	U	O	N	T	I	O
L	T	U	I	C	H	R	T	A	Q	B	Ü
Á	É	B	E	O	Õ	O	E	M	I	A	F
S	Ü	A	E	A	W	S	N	P	Y	L	H
P	Ö	R	Ü	X	A	N	V	L	Ü	I	F
E	M	Ã	Í	A	Z	X	Z	E	E	S	É
R	Y	O	Ö	M	N	M	T	X	Y	M	Ü
C	Ó	P	U	L	A	Ú	Ü	O	O	O	Z

CAPÍTULO 3

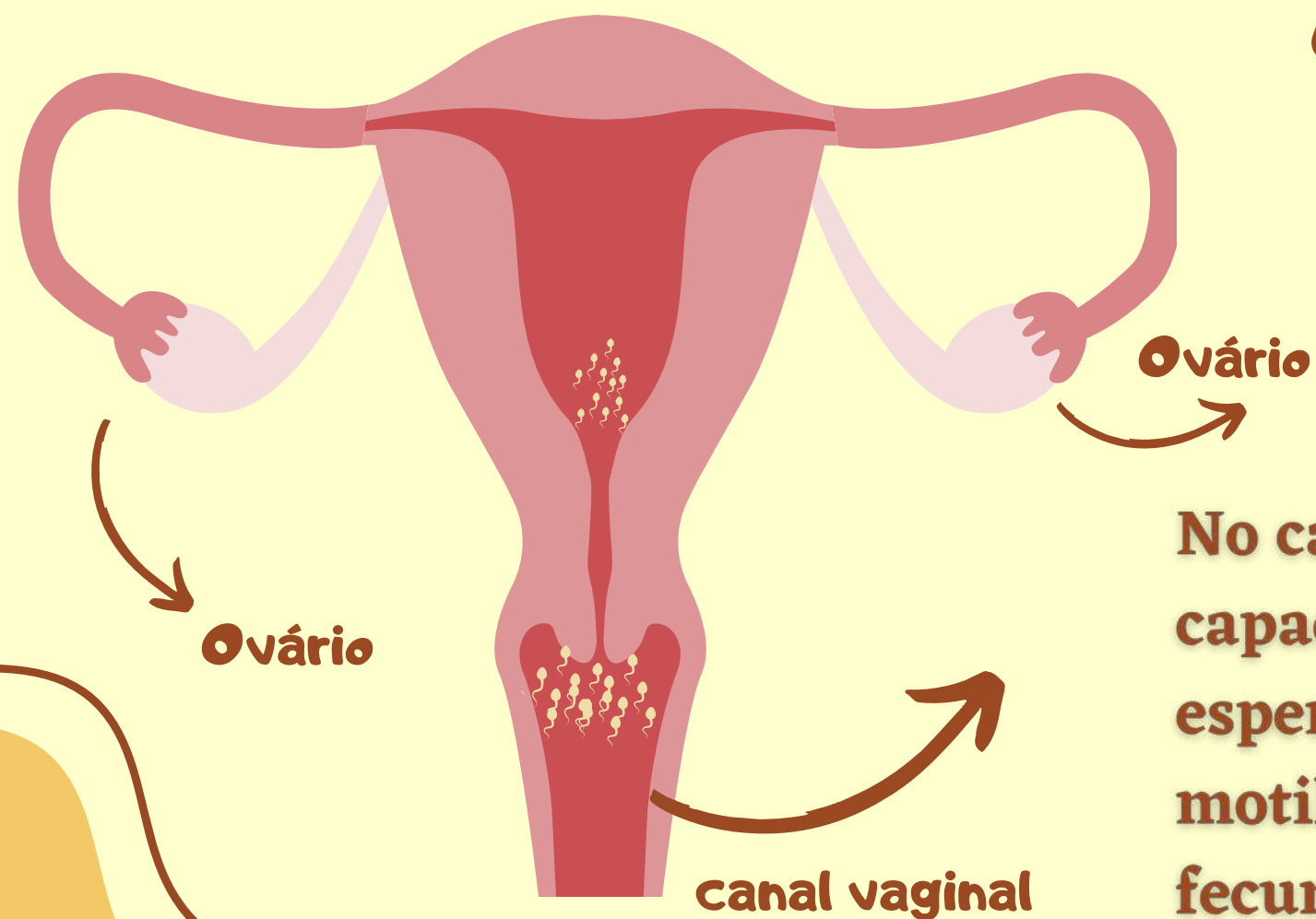
CORRIDA PARA A FECUNDAÇÃO



Como vimos anteriormente, os animais possuem diversas estratégias adaptativas para garantir a fecundação dos seus gametas, agora vamos detalhar um pouco mais a fecundação em seres humanos.

A fecundação interna em mamíferos exige alguns processos que serão especificadas mais adiante.

os espermatozóides saem dos testículos, passam pelas vias espermáticas e são liberados para o canal vaginal.

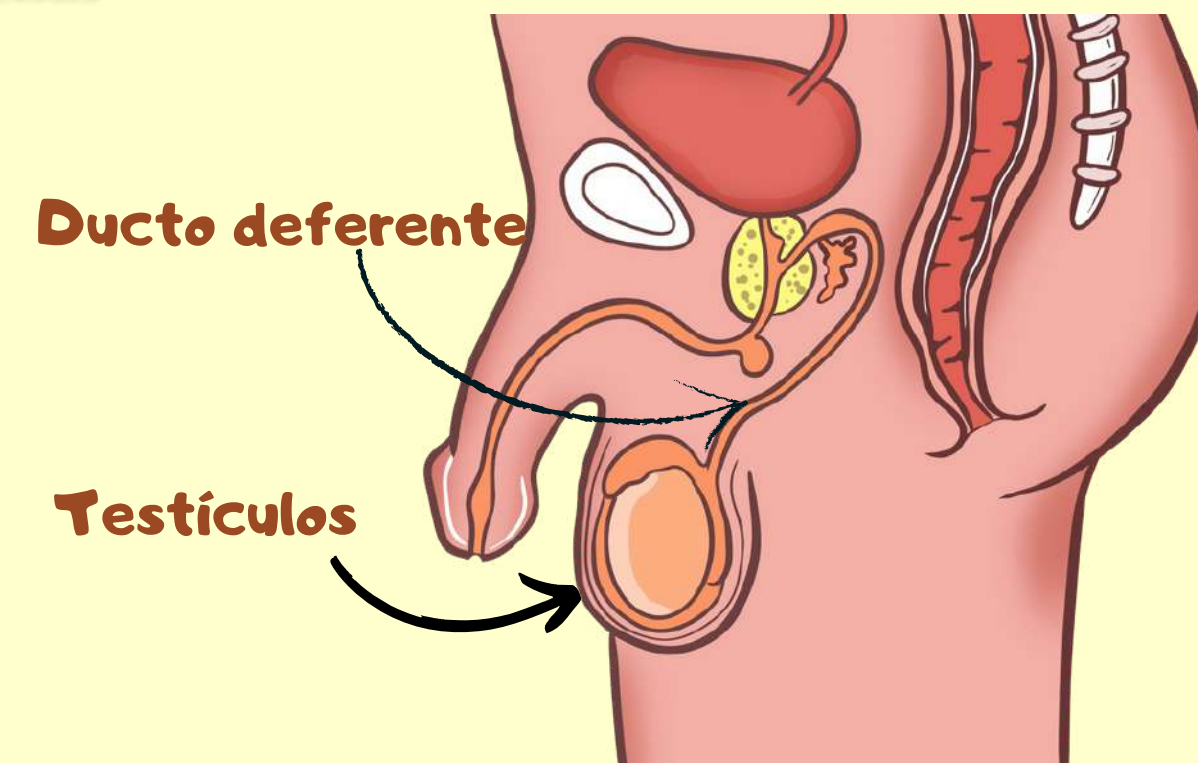


No canal vaginal ocorre a capacitação dos espermatozoides que ganham motilidade e a capacidade de fecundar oócito.

Você sabia que...



Em 1677 Anton van Leeuwenhoek observou pela primeira vez os espermatozóides e acreditou que eram pequenos animais minúsculos. antigamente se pensava que homens botavam mini bebês nas mulheres.

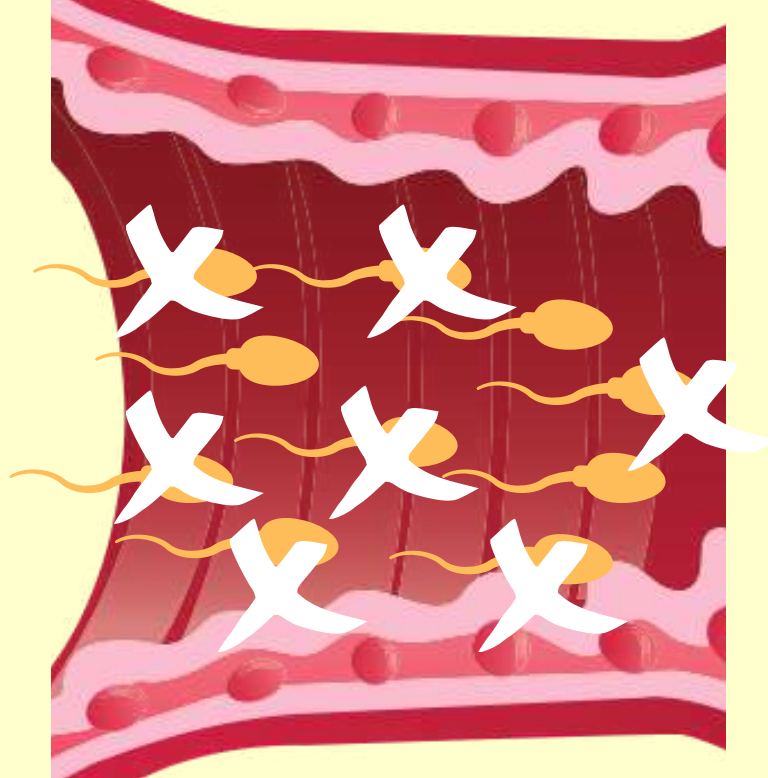


Glossário

Motilidade: é a capacidade dos seres vivos se moverem espontaneamente.



**Esquema
de uma
área do
Canal
vaginal**



No canal vaginal muitos espermatozoides morrem por conta do pH vaginal e acabam deixando a corrida.



Glossário

pH: diz o grau de acidez ou basicidade de uma substância aquosa.

Espermatozoides indo atravessar a corona radiata



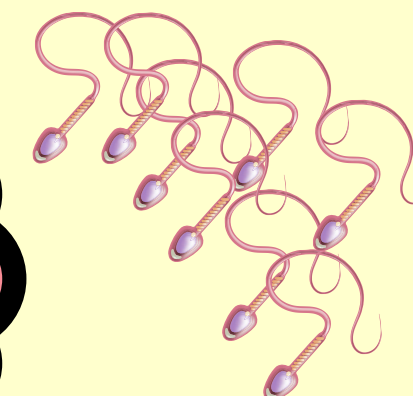
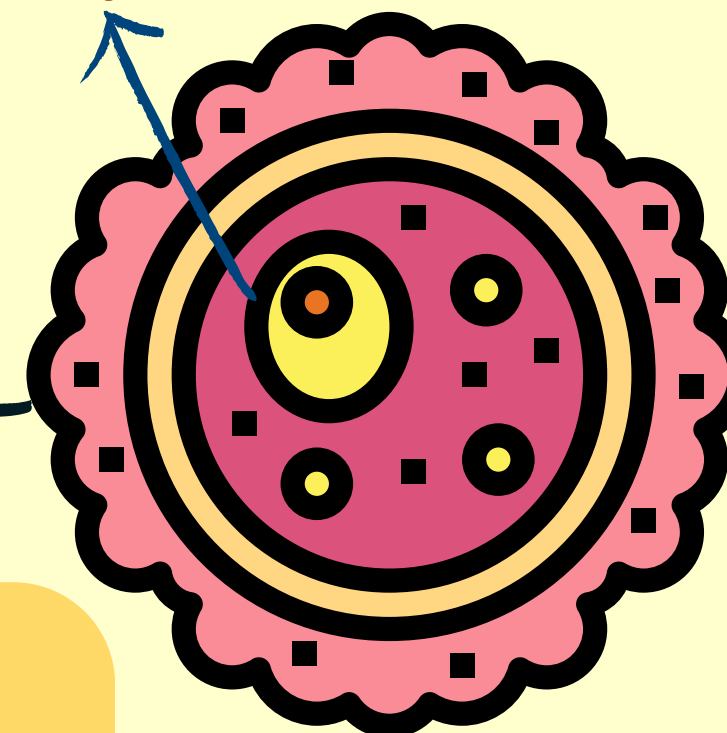
Núcleo com o material genético do pai

Acrossoma

Após encontrar o oócito, o espermatozoide passa pela corona radiata e assim ocorre a reação acrossômica.

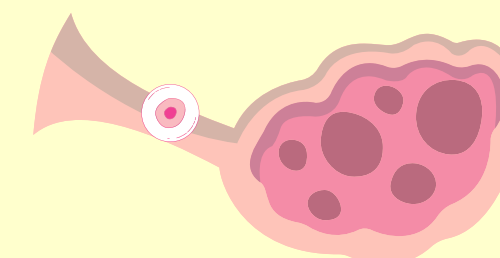
Núcleo com o material genético do pai

Corona radiata



Essa reação faz com que o espermatozoide libere enzimas, degrade a zona pelúcida e possa ultrapassá-la.

Lembrando que o espermatozoide encontra o oócito nas trompas uterinas



Existem glicoproteínas específicas que ligam a membrana do espermatozoide à membrana do oócito fazendo com que o núcleo do espermatozoide entre no oócito.

Glossário

Glicoproteínas: são açúcares associados a proteínas.

Bloqueio da polispermia: ela faz com que apenas um espermatozoide atravesse a membrana do oócito

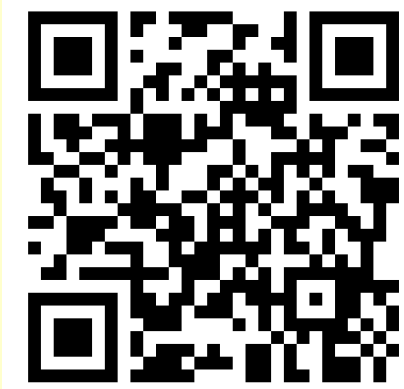
Com a entrada do núcleo do espermatozoide ocorre o bloqueio da polispermia, que altera o potencial da membrana, impedindo a entrada de outros espermatozoides.

Ficou curioso?

Esses núcleos precisam se encontrar para que ocorra a fecundação

utilize a câmera do celular ou clique na imagem

Um jeito divertido de entender a fecundação

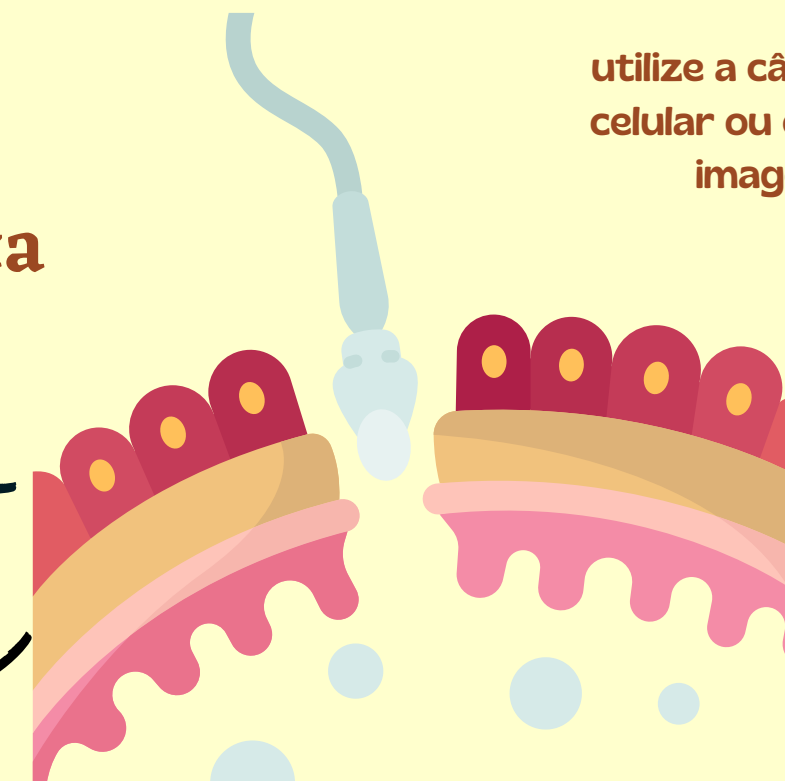
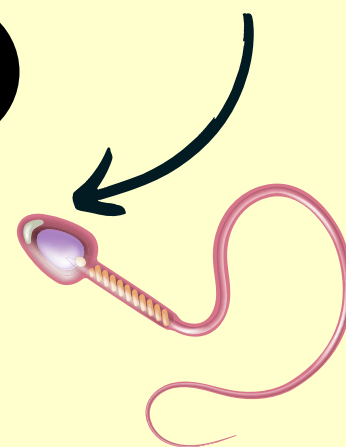
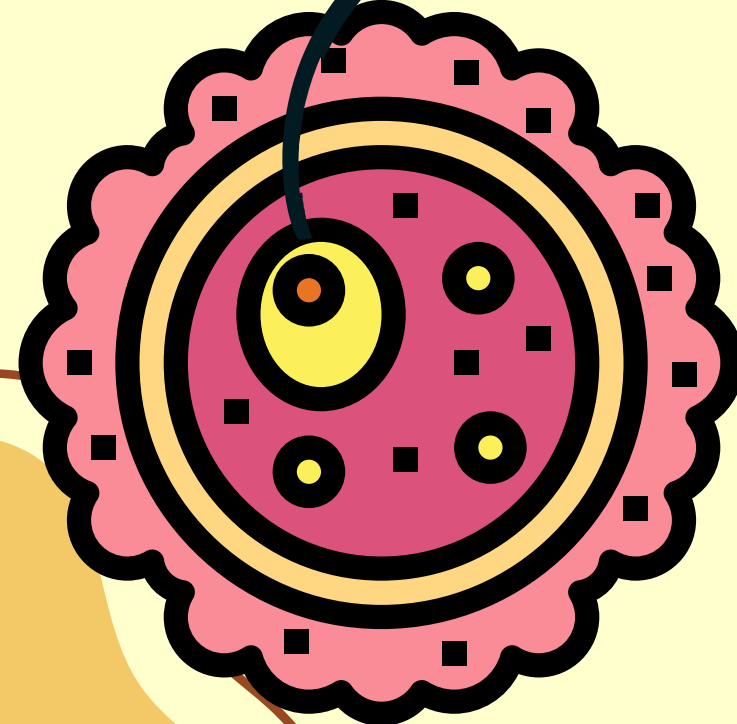


Núcleo da mãe

Núcleo do pai

Corona radiata

zona pelúcida

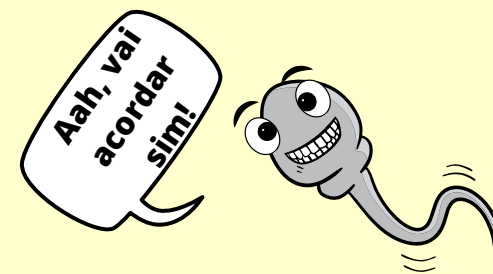


A fusão dos gametas depende da interação entre uma proteína do espermatozoide e uma proteína do oócito.

Você sabia que...



O oócito libera substâncias químicas que fazem com que o espermatozóide saiba aonde ele está e assim possa fecunda-lo.



Antes da fecundação, o metabolismo do oócito está adormecido (sem síntese de DNA e RNA). Após a fecundação, o metabolismo é ativado (duplicação do seu DNA com o início das divisões).

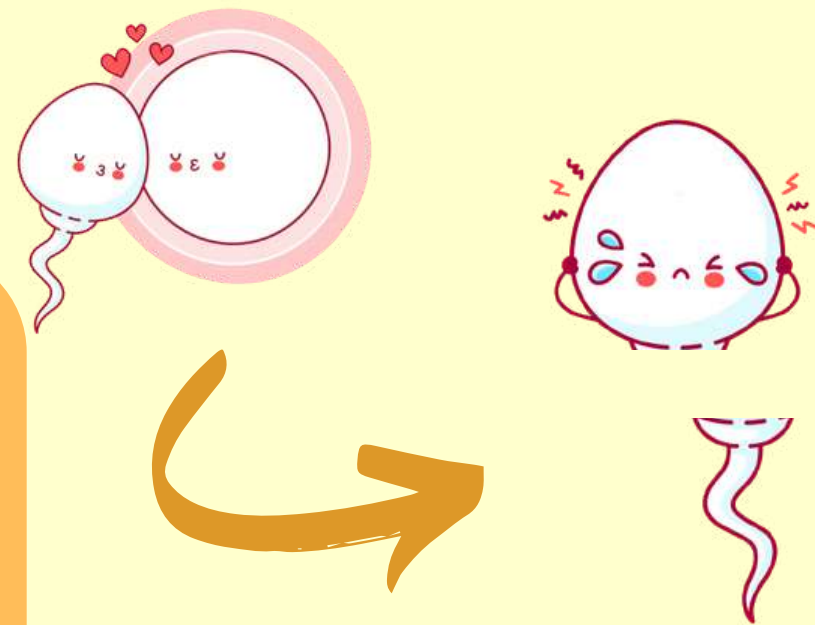
Mas, o que causa esse despertar do metabolismo?

É o aumento do pH no interior do óocito por conta do núcleo do espermatozoide que entrou no seu interior.



Aumento do PH observado no gráfico

Após a fusão das membranas, somente o núcleo do espermatozoide permanece, o restante se desintrega.

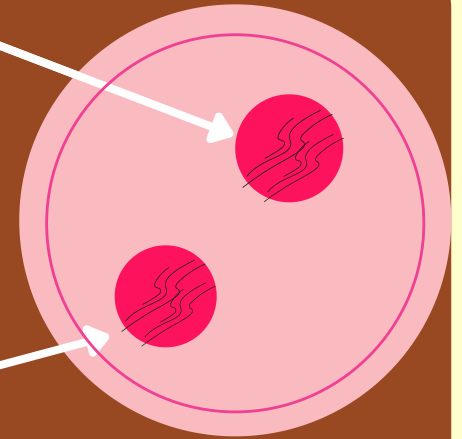


Com a entrada do núcleo do espermatozoide, o ócito finaliza a meiose, e ambos entram em divisões mitóticas individuais.

Núcleos no oócito

núcleo feminino

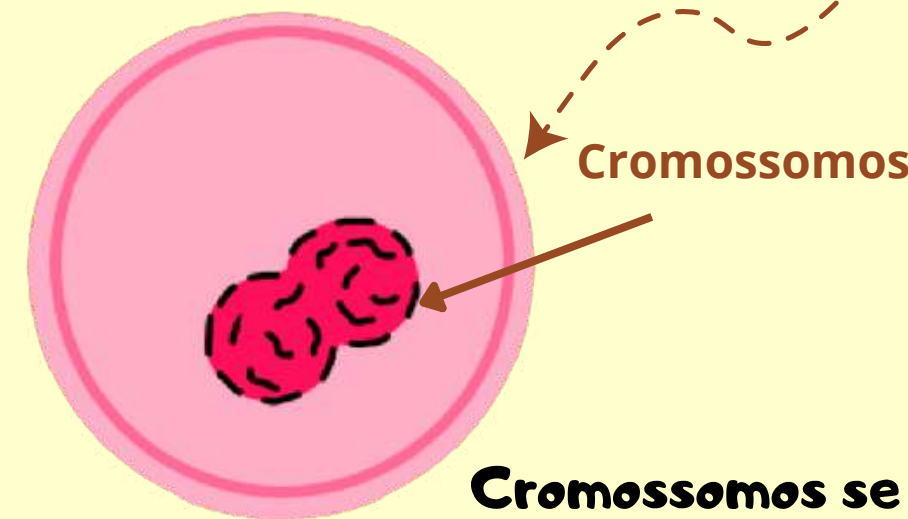
núcleo masculino



Este núcleo sofre uma série de modificações, como a quebra do seu envoltório nuclear, a desespiralização da sua cromatina e a formação de um novo envoltório nuclear.

Ocorre a quebra do envoltório nuclear e ambos os cromossomos misturam-se, formando um só.

Cromossomos

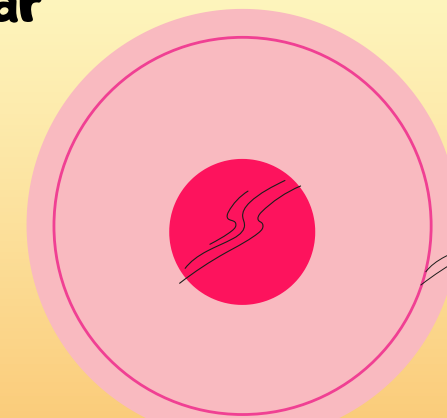


Cromossomos se misturando

Glossário

Corpúsculo polar: ao final do processo de maturação do oócito ele libera um corpúsculo para fazer a redução cromossômica.

Corpúsculo polar



Após a fertilização, o oócito termina a sua última divisão e libera corpúsculo polar que será degradado.

O resultado de todo esse processo é a origem a uma célula ovo, que é união dos núcleos do espermatozoide e oócito

mudanças





Botando em prática

1) Onde ocorre a capacitação dos espermatozoides?

2) Após o espermatozoide encontrar o oócito ele passa por quais zonas localizadas nele?

3) Quando acontece o bloqueio da poliespermia?

4) Qual parte do espermatozoide adentra o oócito?

CRIPTOGRAMA DA REPRODUÇÃO

1	💧	♥	🔍	♥	❄️	—	🐟	♥	🌙	▲	🔍	♥	❄️	
2	💍	👻	α	🌸	👁	♥	—	☺	💍	🌿	👻	▲	🔍	♥
3	🌙	❄️	▲	💧	α	👁	👻	α	💍	🌿	▲	🔍	♥	🔦
4	♥	💧	👻	α	🔦	🔦	α	🌸	♥					
5	👁	🕶												
6	α	α	💧	▲	💍	α								

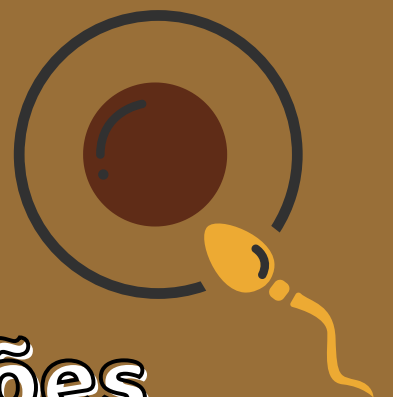


Tabela de informações

1- Os espermatozóides são expelidos lá depois que saem da uretra.

2- Lá ocorre o encontro dos gametas.

3- Liga a membrana do oócito a membrana do espermatozóide.

4- Degrada a zona pelúcida.

5- O grau de acidez ou basicidade de uma substância aquosa.

6- Finaliza a meiose liberando um pronúcleo.

SÍMBOLOS

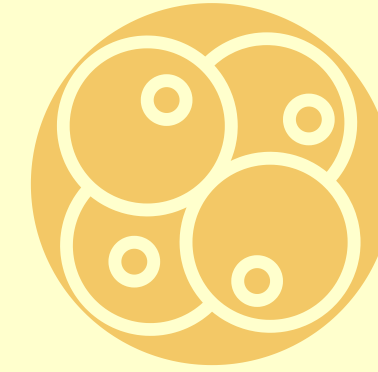
A-	♥	L-	❄	V-	☾
B-	☀	M-	🌸	X-	#
C-	💧	N-	🔍	W-	✳
D-	★	O-	α	Y-	🗝
E-	🍃	P-	👁	Z-	✍
F-	⚙	Q-	β		
G-	🌙	R-	👻		
H-	🕶	S-	🔦		
I-	▲	T-	💍		
J-	●	U-	☺		
K-	🐾				



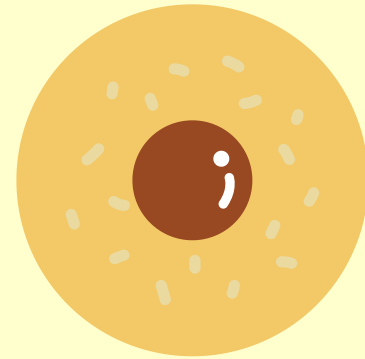
CAPÍTULO 4

Tipos de ovos entre os animais

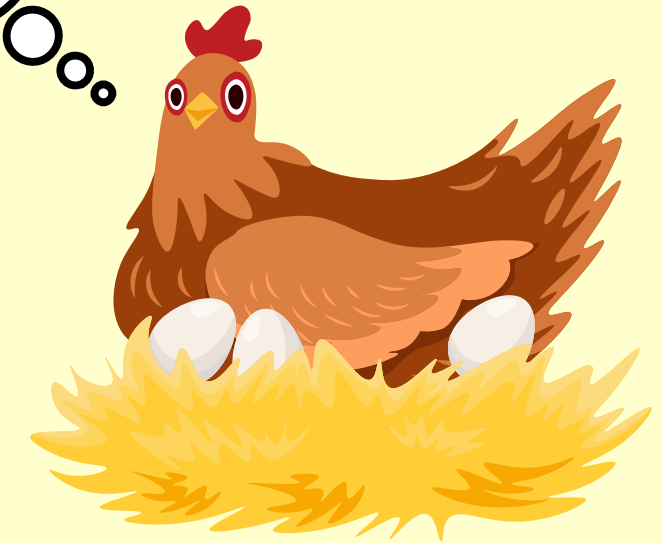
O ovo é a célula fecundada que passa por sucessivas divisões que dará origem ao embrião de um determinado animal.



célula de ovo

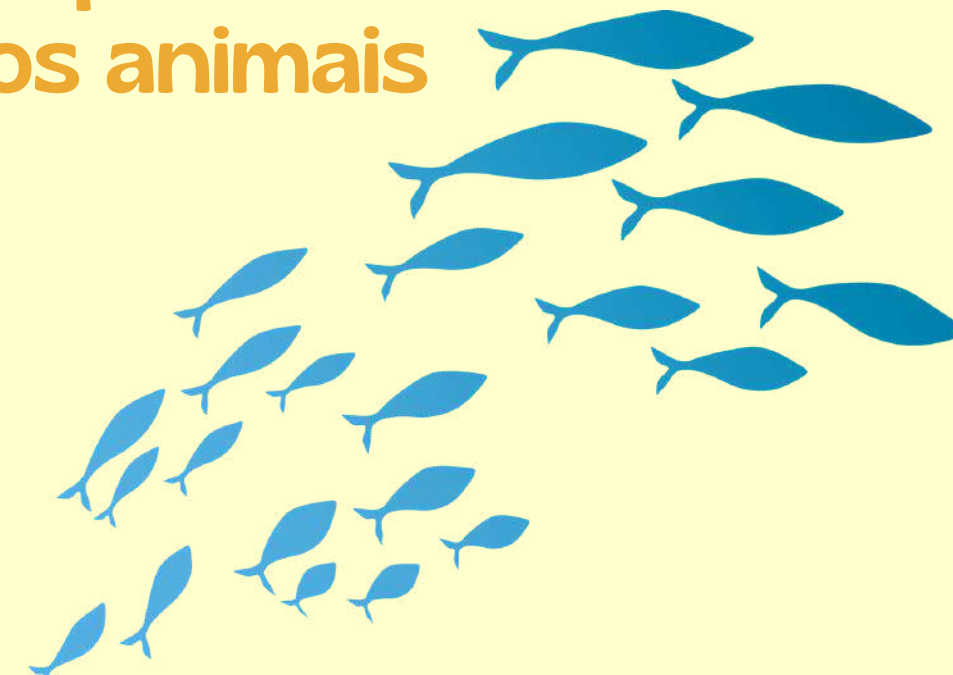


Pensou que só eu botava ovo é?



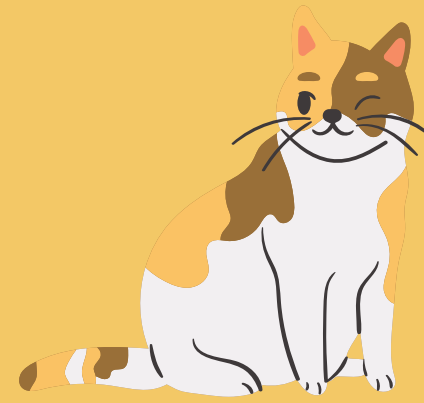
Os tipos de ovos difere entre os animais e isso fará com que a divisão das células seja diferente. A quantidade de vitelo e a distribuição deles provém do tipo de ovo.

Agora vamos ver os tipos de ovos encontrados nos animais



Alécitos

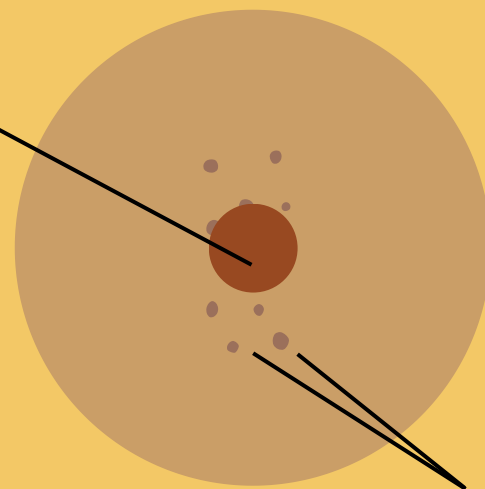
Alécitos (mamíferos placentários) e Oligolécitos (nematódeos) - Clivagem holoblástica rotacional



ALÉCITOS SIGNIFICA SEM NENHUM VITELO E OLIGOLÉCITOS COM POUCO VITELO.



Núcleo



Grãos de vitelo



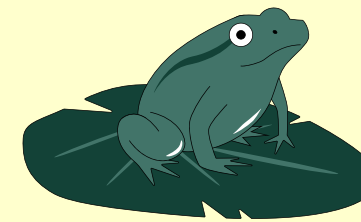
Glossário

Mamíferos placentários: mamíferos que possuem a placenta durante a gestação.



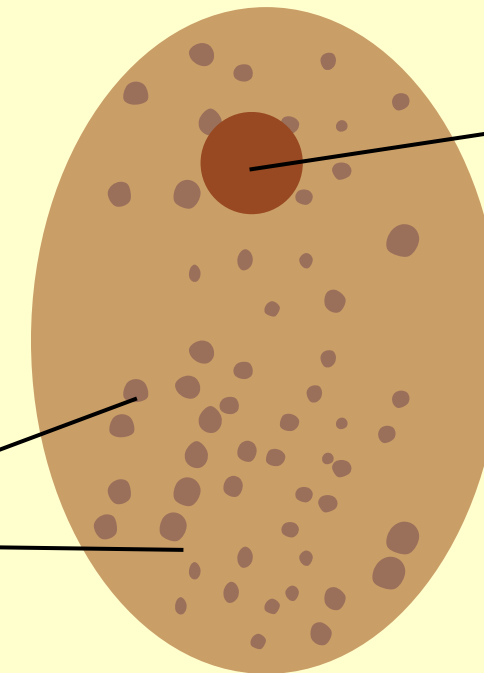
Mesolécitos

Mesolécitos (anfíbios) - Clivagem holoblástica bilateral

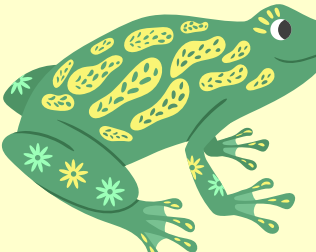


Núcleo

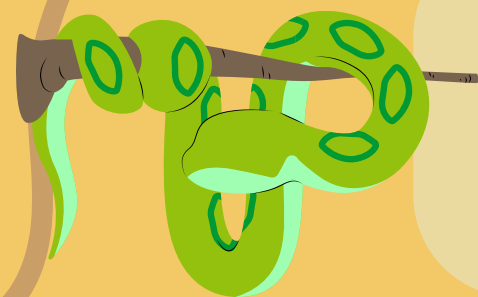
Grãos de vitelo



MESOLÉCITOS SIGNIFICA QUE POSSUI UMA QUANTIDADE MODERADA DE VITELO.

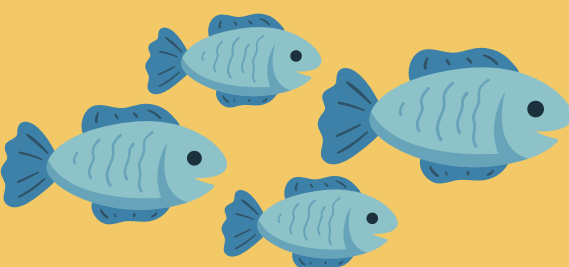


Telolécitos



Telolécitos (répteis, aves, peixes ósseos) - Clivagem meroblástica, discoidal e bilateral

TELOLÉCITO SIGNIFICA QUE ELE POSSUI MUITO VITELO.

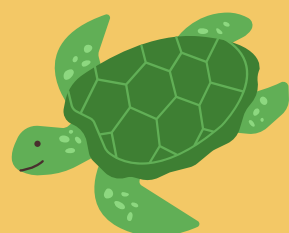


Núcleo

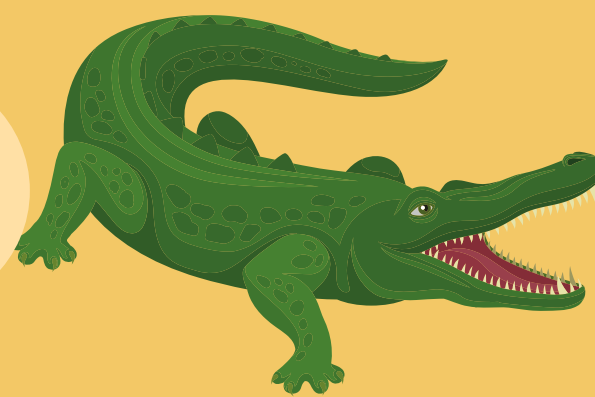
Vitelo

Disco germinativo

Glossabio

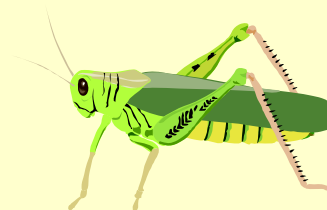


Disco germinativo: é o local aonde vai ter alta divisão celular.

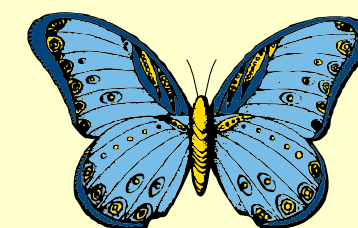


Centrolécitos

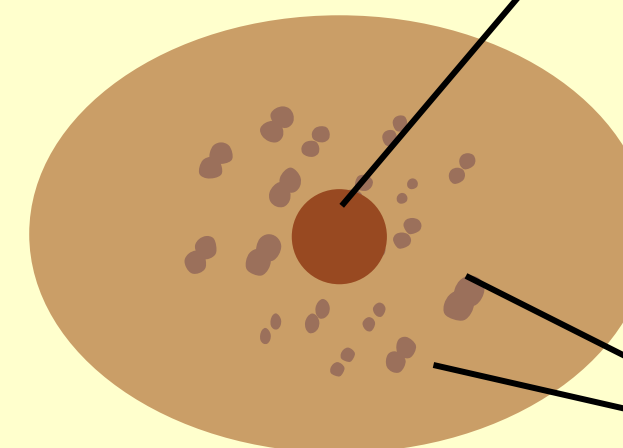
Centrolécitos (maioria de artrópodes) - Clivagem meroblástica e superficial



E POR FIM CENTROLÉCITO SIGNIFICA QUE ELE POSSUI O VITELO LOCALIZADO AO CENTRO.



Núcleo



Grãos de vitelo





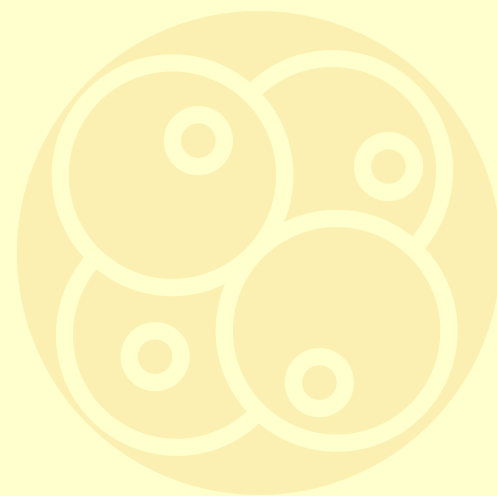
Botando em prática

CAÇA-PAVARAS

1. Alécitos
2. Mesolécitos
3. Vitelo
4. Núcleo
5. Telolécitos
6. Centrolécitos
7. Clivagem
8. Bilateral
9. Meroblástica
10. Discoidal

M	E	L	C	E	S	T	E	L	O	L	É	C	I	T	O	S	O
E	O	A	L	G	T	T	S	E	T	E	O	E	S	E	H	F	E
S	P	T	I	S	B	I	O	T	Y	Y	R	H	S	I	N	S	I
O	C	N	V	H	S	D	T	T	S	I	D	A	M	Ú	T	W	H
L	E	T	A	C	C	E	N	T	R	O	L	É	C	I	T	O	S
É	F	H	G	D	I	S	C	O	I	D	A	L	H	C	T	D	S
C	B	A	E	D	E	H	N	O	I	G	E	P	T	Y	V	L	T
I	N	O	M	U	S	I	E	E	T	O	L	T	M	I	U	A	V
T	R	W	I	D	L	E	B	E	B	I	L	A	T	E	R	A	L
O	O	A	T	H	L	I	R	O	B	A	N	E	I	E	E	O	U
S	S	N	I	N	A	M	E	R	O	B	L	Á	S	T	I	C	A
R	H	D	M	A	L	É	C	I	T	O	S	F	S	M	E	D	A

CAPÍTULO 5
E DEPOIS DA FECUNDAÇÃO O
QUE OCORRE?



Clivagem

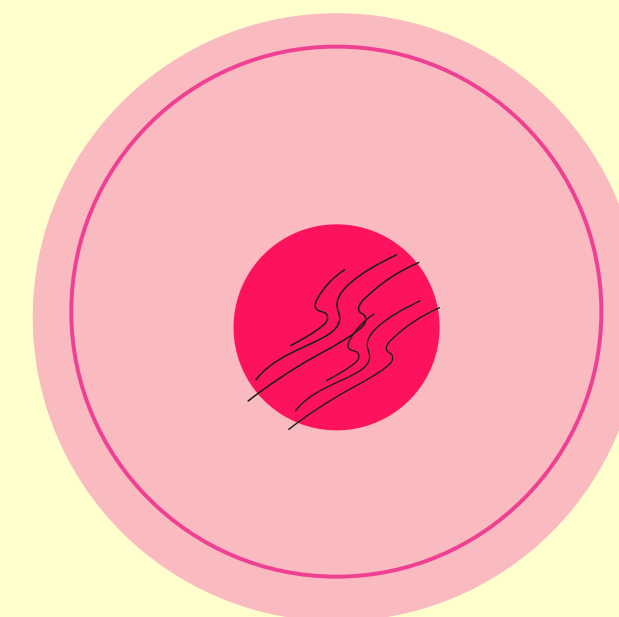
Em capítulos anteriores falamos sobre a fecundação, que é o processo no qual o oócito e o espermatozóide se encontram e formam o zigoto. Mas e depois da fecundação o que acontece posteriormente?

Ocorre um processo chamado clivagem que são sucessivas divisões mitóticas que vão originar o novo ser.

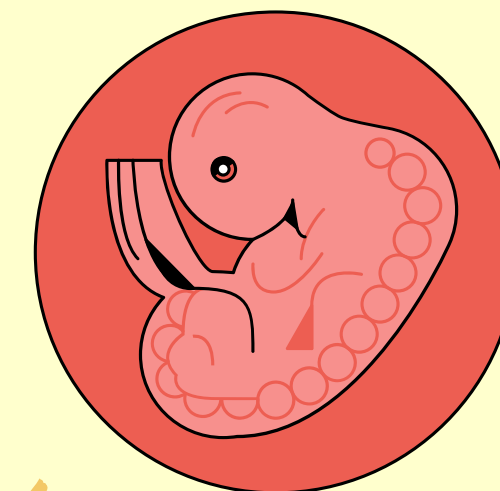
Essas divisões mitóticas dão origem a células chamadas blastômeros

Apesar de o número de células aumentar, o volume do embrião continua o mesmo

Zigoto ou célula ovo

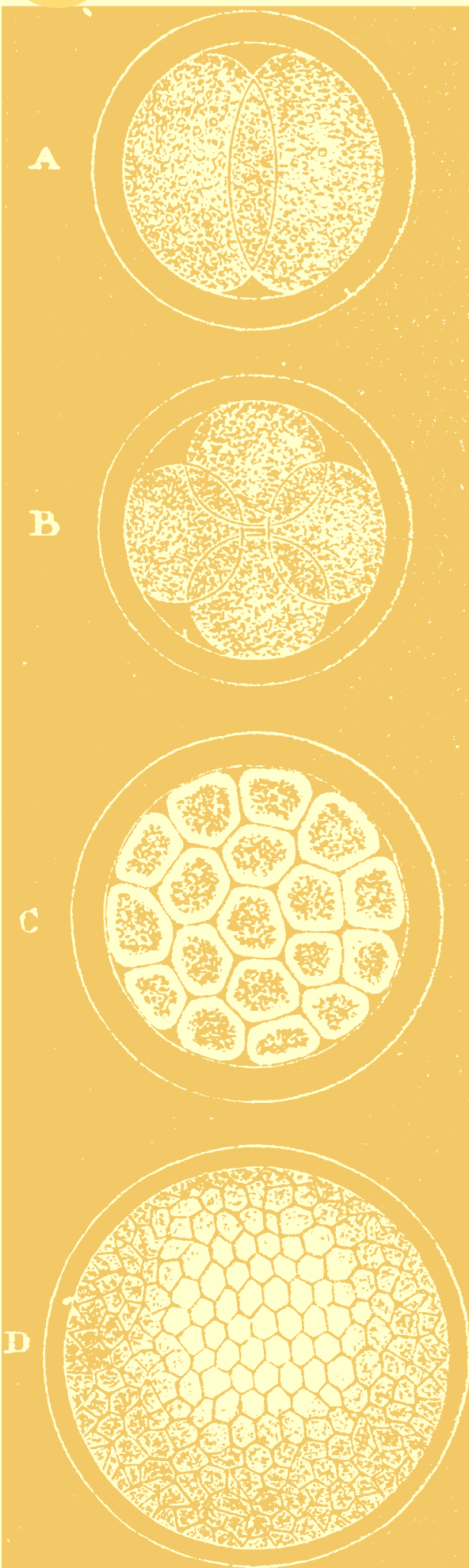


Embrião após sucessivas divisões



Você sabia que...

Hoje em dia é possível fazer fertilização in vitro, ou seja, fora do corpo da mulher, por meio de técnicas de laboratório faz-se o congelamento do oócito e fertiliza-o com um espermatozóide.



Existem vários tipos de clivagem que vão se diferenciar a partir do padrão e da quantidade de vitelo (material nutritivo) presente.

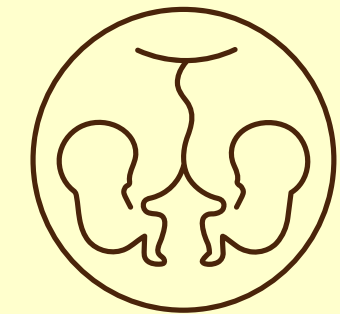
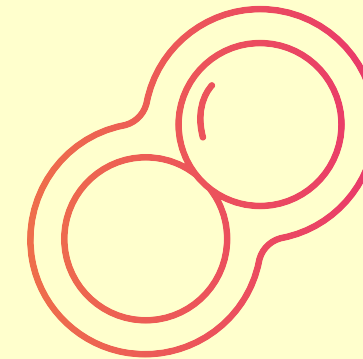


Você sabia que...

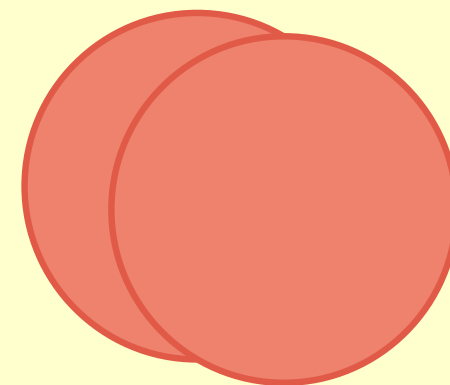
Quando o espermatozoide fertiliza o oócito e se divide formando duas culturas de células, dá-se origem a dois indivíduos com o DNA idêntico que são os gêmeos univitelinos.



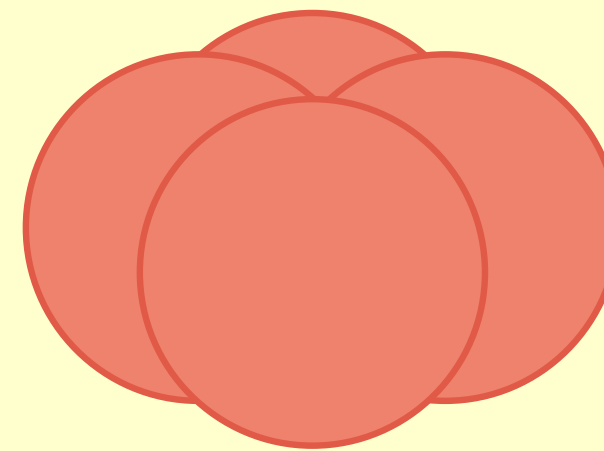
A clivagem pode ser Holoblástica (total), quando o ovo todo se divide, podendo ser de quatro tipos: radial, bilateral, espiral e rotacional.



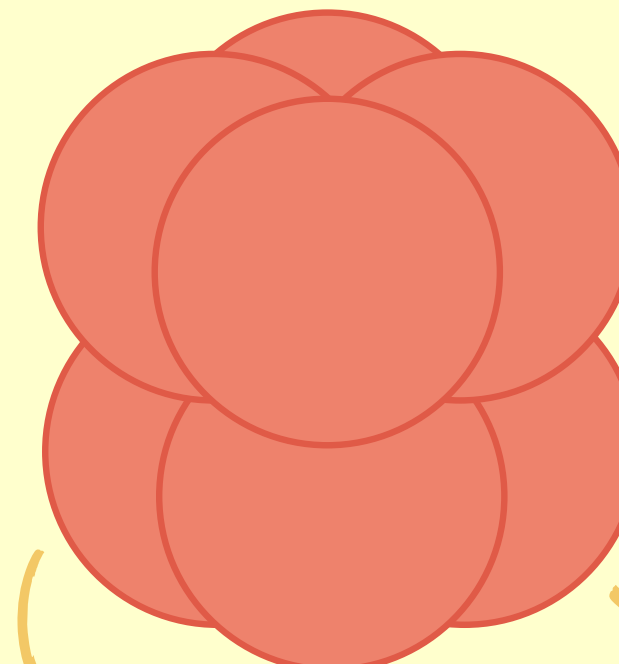
Célula que ainda não sofreu divisão



1ª divisão



2ª divisão



3ª divisão

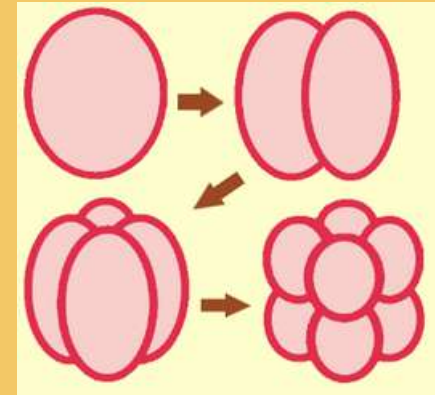
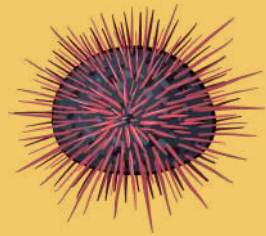
Cada célula representa um blastômero

Exemplo de Clivagem holoblástica

Agora vamos ver alguns tipos de clivagem observados em animais

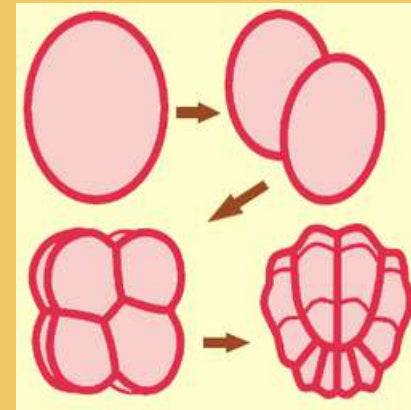
Clivagem holoblástica radial:

Observado em ouriço do mar



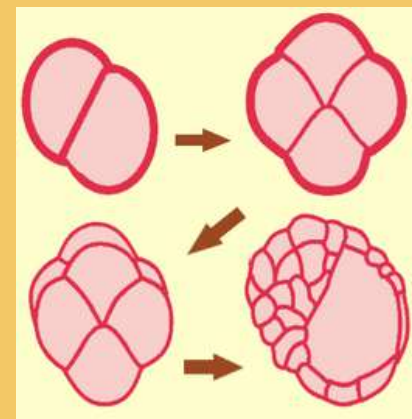
Clivagem holoblástica bilateral:

Observado em anfíbios



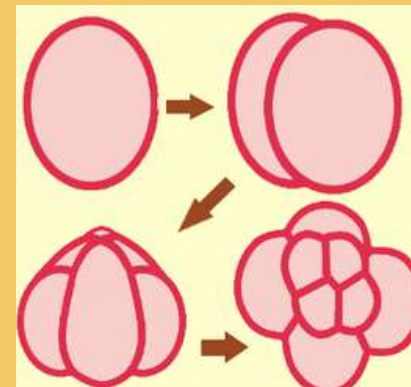
Clivagem holoblástica rotacional:

Observado em mamíferos placentários

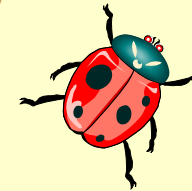


Clivagem holoblástica espiral:

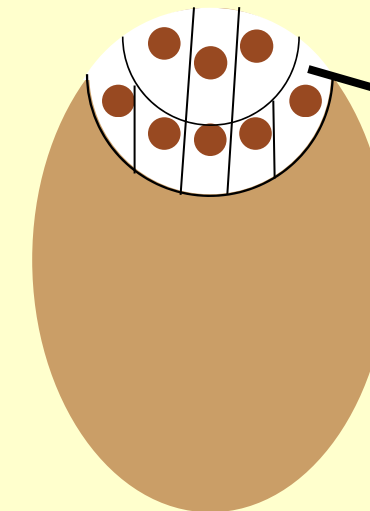
Observado em alguns invertebrados.
Exemplo: moluscos e anelídeos



Existe também o tipo de clivagem meroblástica que fica restrito a só uma parte do ovo.



Clivagem meroblástica discoidal:



Disco de células embrionárias

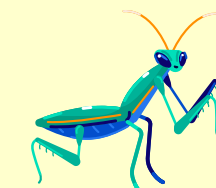
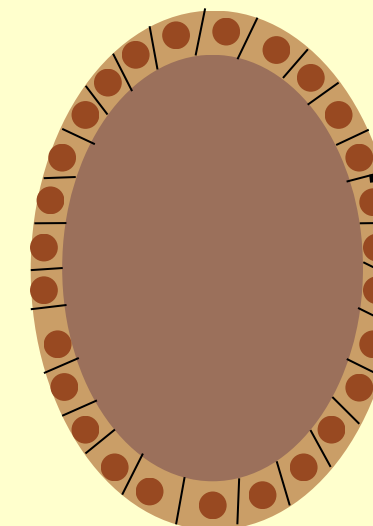


Comum em insetos, peixes ósseos, répteis e aves



Clivagem meroblástica superficial:

A divisão ocorre na superfície do ovo



Comum em insetos



Anagrama

Reorganize as letras das palavras.

◆ Verdadeiro

▲ Falso

◆ Verdadeiro

▲ Falso

◆ Verdadeiro

▲ Falso

◆ Verdadeiro

▲ Falso

◆ Verdadeiro

▲ Falso

e s o t i s n

--	--	--	--	--	--	--

a e t r i l B l a

--	--	--	--	--	--	--	--	--

í s o A n b i f

--	--	--	--	--	--	--	--

Z o g i t o

--	--	--	--	--	--

I ô s B o r t e m a

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Referências da nossa cartilha



Garcia, S. M. L. ; Fernández, C. G. . Embriologia. 3ª edição. Porto Alegre, RS: ARTMED EDITORA LTDA. 2012.

Gilbert, S. F. . Biologia do desenvolvimento. 5ª edição. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora. 2003.

Montanari, T. . Embriologia: Texto, atlas e roteiro de aulas práticas. 1ª edição. Porto Alegre, RS: Editora, própria autora. 2013.

