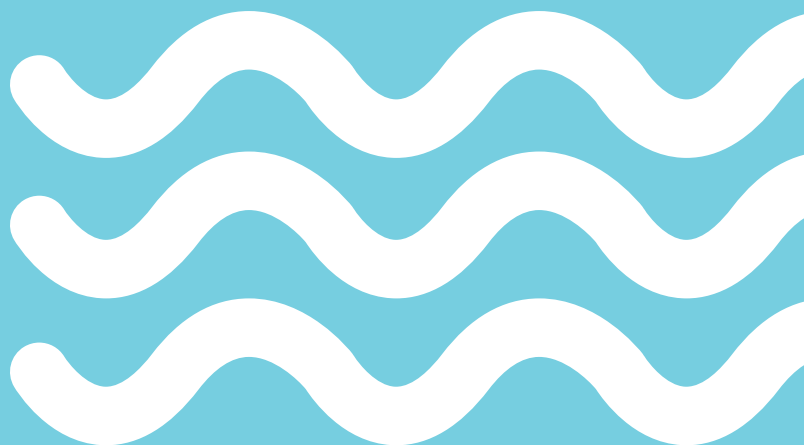


EL SEXE AL MAR



Projecte "Apropant el mar a les Terres de l'Ebre" (FCT-16-11457) finançat per:



Alumnat a qui va dirigit:

4rt d'ESO - Batxillerat

Àrees/Matèries:

Biologia i Geologia (4rt ESO): La vida, conservació i canvi. Biologia (1er Bat.): Reproducció sexual i asexual, gàmetes, meiosis...

Descripció:

Les estratègies de reproducció dels organismes marins són molt variades ja que la diversitat marina és molt gran i el medi on es troben és hostil i perillós. Seguint el fil conductor dissenyat especialment per aquesta xerrada, l'alumnat descobrirà algunes curiositats de la reproducció asexual i sexual entre els animals marins. Així doncs, esbrinaran com es produeix la fecundació al medi marí, s'adonaran que les separacions de mascle o femella no són tant evidents entre algunes espècies marines, i descobriran com alguns animals tenen cura de la seva descendència.

Aspectes metodològics:

L'activitat consta d'una sola sessió teòrica d'una hora. Per a recolzar l'explicació s'utilitza un suport gràfic a base d'imatges i vídeos de les diferents estratègies reproductives.

Objectius:

- Introduir conceptes sobre la reproducció com els diferents patrons de reproducció asexual, la fecundació interna o externa, l'hermafroditisme, la cura de la descendència...
- Aprendre alguns exemples d'estratègies reproductives d'animals marins

Competències bàsiques de l'àmbit científic-tecnològic:

- Competència 2. Identificar i caracteritzar els sistemes biològics i geològics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals
- Competència 15. Donar resposta a les qüestions sobre sexualitat i reproducció humanes, a partir del coneixement científic, valorant les conseqüències de les conductes de risc

Recursos:

Material de suport al professorat: Presentació "El sexe al mar" de Prezi i Guia didàctica.

SEXE AL MAR

Al mar hi trobem representada una gran diversitat biològica amb organismes dels cinc regnes d'éssers vius. Aquesta gran diversitat d'espècies significa que hi trobarem una gran varietat de formes de reproduir-se, incloent diverses formes de reproducció asexual i sexual, i nombroses estratègies reproductores

Durant la sessió d'avui parlarem de les diferents estratègies reproductores d'alguns animals marins, lligades a la fisiologia dels òrgans reproductors, o als costums i comportaments durant la reproducció.

Comencem primer amb una miqueta de teoria reproductiva... Coneixeu la diferència entre reproducció sexual i asexual, oi?

Per a fer la **reproducció asexual** només fa falta un progenitor i no s'utilitzen cèl·lules sexuals específiques, mentre que per la reproducció sexual "normalment" fan falta dos progenitors on cadascú aporta unes cèl·lules sexuals específiques: els gàmetes (els òvuls per a les femelles i els espermatozous per als mascles). Per a fer-nos-en una idea, posem ara alguns exemples de reproducció asexual del medi marí.

Tipus de **reproducció asexual**:

Divisió binària: és la forma més comuna de reproduir-se de bacteris i protozous, i consisteix en la divisió per mitosi del progenitor en dos parts iguals.

Gemmació: és una divisió desigual de l'organisme, on el nou individu creix com una protuberància o gema sobre el cos del progenitor i quan ja té desenvolupats tots els òrgans se separa del progenitor per estrangulació. Aquest tipus de reproducció asexual és molt comuna en els cnidaris, el fílum al que pertanyen meduses, hidrozous i coralls.

Fragmentació: un animal es trenca en dos o més fragments i cadascun d'aquests és capaç de convertir-se en un animal complet. Un clar exemple d'aquest tipus de reproducció asexual són les estrelles de mar. La majoria de les estrelles poden regenerar les parts del cos que perden, de forma que si perden un braç per culpa d'un depredador poden regenerar el braç



Figura 1: Hidra en gemmació (FONT: Microbus, 2015).



Figura 2: Estrella de mar (Font: Àgora-XTEC).

perdut. Algunes estrelles també poden regenerar tot el cos a partir d'un sol braç creant un clon de la primera estrella (veure Figura 2). Això és gràcies a les cèl·lules mare que tenen a la part central del cos.

Igual que l'hidrozoou que hem vist abans, les estrelles de mar no només es reproduïxen de forma asexual, sinó que també es poden reproduir sexualment.

Anem doncs a aprofundir una mica en les diferents estratègies de reproducció sexual al mar. Sabeu on es produeix la fecundació dels òvuls al medi marí?

Per a la reproducció sexual fa falta un òvul que sigui fecundat per un espermatozou. La reproducció pot ser Interna o Externa depenent d'on es realitzi la fecundació (la unió del gàmeta femení i del gàmeta masculí). Al mar tenim representats els dos tipus de reproducció, tot i que la major part dels animals marins presenten una **fecundació externa**, on mascles i femelles deixen anar l'esperma i els òvuls a l'aigua on es fecunden. Aquest és el cas de la majoria de peixos i de molts invertebrats com el **cogombre de mar** (VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=VnJoajhv4Yg>).

Els **cogombres de mar** són uns equinoderms (cosins de les estrelles de mar i els eriçons) que viuen al fons marí. La major part de la seva vida se la passen estirats al fons, alimentant-se de detritus mentre filtren el substrat. Però quan arriba el moment de reproduir-se comencen a aixecar-se tots (posant-se verticals sobre el fons, com a la Figura 3), fins que d'una forma sincronitzada deixen anar a l'aigua els òvuls o l'esperma. Així doncs, l'estratègia d'aquest animal per a que la reproducció amb fecundació externa tingui èxit és ajuntar-se en una mateixa zona per a reproduir-se, llavors un mascle inicia el ritual alliberant esperma i seguidament tots els cogombres es reproduïxen alhora (**sincronització de la posta**).



Figura 3: Cogombre de mar en plena reproducció
(Foto: Carlos Suárez).

Una altra estratègia per a que aquesta forma de reproducció tingui èxit és **l'alta fecunditat**. Això vol dir tenir un període de posta específic per a cada espècie i de cada posta treure moltíssims ous. Alguns peixos com la sardina posen entre 50.000 i 80.000 ous per femella a l'any, mentre que una femella de lluç pot arribar a posar fins a 350.000 ous per any.

Un exemple molt bonic de la **sincronització de la posta** es la dels **coralls** (VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=JYzVQsC96Ek>), que sincronitzen el moment de la posta gràcies a la temperatura de l'aigua i a les fases de la lluna. Així doncs, uns dies després de la lluna plena comença la reproducció: en una mateixa nit els coralls mascles alliberen núvols d'esperma i els coralls femelles núvols d'ous. Els ous i l'esperma floten fins a la superfície del mar, on es fecundaran i l'ou es transformarà en una larva que flotarà per la columna d'aigua fins a fixar-se al substrat i formar un nou corall. Algunes espècies de coralls són mascles i femelles a la vegada i alliberen ous recoberts d'esperma.



Figura 4: Alliberament d'ous de corall (Foto: Jamie Craggs).

D'altra banda, la **fecundació interna** és molt menys present en el medi marí: només el mamífers marins (dofins i balenes), alguns peixos elasmobranquis com els taurons, i alguns casos d'invertebrats, presenten fecundació interna. Per a fer la fecundació interna fa falta que els animals tinguin **òrgans copuladors**. En el cas dels **taurons** els òrgans copuladors són molt visibles: és molt fàcil diferenciar el mascle de la femella, els "penis" del mascle es diuen pterigòpodis, i són unes aletes pèlviques modificades en forma de tub. Els taurons tenen 2 penis, que normalment estan enfocats cap a la cua, però en el moment de la còpula un d'ells es gira per a poder-se introduir a la cloaca de la femella. Fixeu-vos en el vídeo, on es veu el ritual d'aparellament dels taurons de punta blanca (VIDEO: https://www.youtube.com/watch?v=MU_TX-3jKSZ4). Al vídeo es veia com el tauró mascle mossegava a la femella per a immobilitzar-la. Doncs bé, per aquesta raó, totes les femelles de tauró tenen la pell més gruixuda que la dels mascles.

Però no tots els òrgans copuladors tenen la morfologia típica del penis: en el cas dels **cefalòpodes** (pops, sèpies, calamars...) un dels braços o tentacles del mascle està modificat per a fer la funció de copulació. Se li diu hectocòtil i és l'encarregat d'agafar els paquets d'espermatozous que fabrica el mascle i introduir-los dins la cavitat de la femella. En el primer dels vídeos (<https://www.youtube.com/watch?v=wLhWk11Y4w>) veureu un mascle de pop que està introduint l'hectocòtil dins la femella, amagada dins la seva cova. El segon vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=u_wpp5u9SQk) mostra la còpula de la sèpia: en aquest cas no es pot

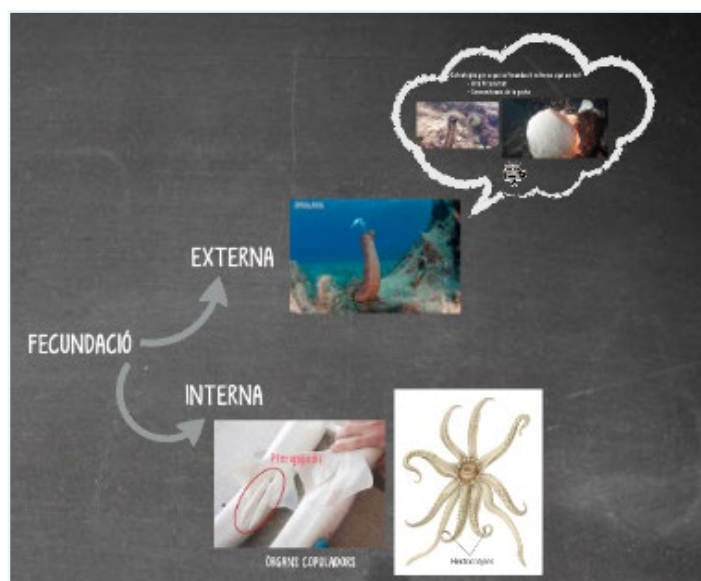


Figura 5: Tipus de fecundació al medi marí.

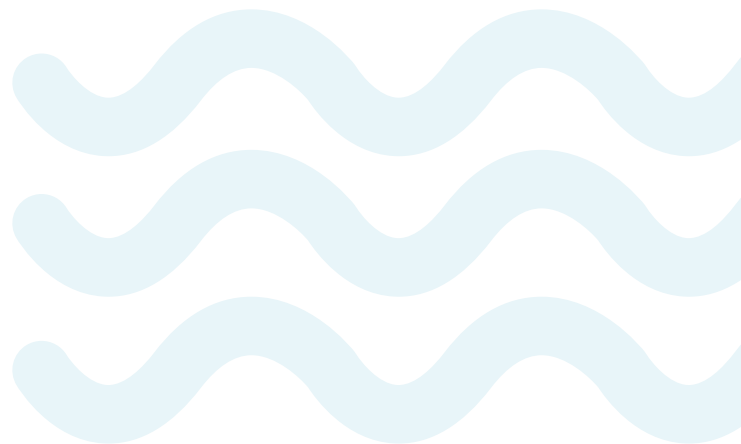
observar la introducció de l'hectocòtil dins la cavitat de la femella perquè en l'aparellament de les sèpies s'enganxen mascle i femella pels braços.

Un altre cas curiós de fecundació interna és el de del cuc anèl·lid **Bonellia viridis**. Aquest cuc presenta a més un cas extrem de **dimorfisme sexual**, que és la diferència morfològica (en coloració, forma del cos o mida) entre el mascle i la femella. Molts animals presenten diferències entre el mascle i la femella, però el cas de l'anèl·lid *Bonellia* és impressionant: la femella té el cos dividit en dues parts: el tronc, que és una bossa que mesura entre 5 i 15 cm, i la trompa, una prolongació del cos que pot arribar a mesurar fins a 1 metre. El mascle de la *Bonellia* no es veu a simple vista, ja que mesura entre 2 i 4 mm i viu a dins de la femella!! Així doncs, quan arriba el moment de reproduir-se, el mascle entra dins el sistema reproductor de la femella i fecunda els ous. Una altra curiositat d'aquesta espècie és com es determina si els ous seran mascles o femelles: Les larves de *Bonellia* no tenen el sexe definit en el moment de néixer, aquest es definirà durant la metamorfosi de la larva (període en que la larva planctònica deixa la columna d'aigua i es diposita sobre el fons marí): si la larva cau sobre una femella o prop d'una femella es transformarà en mascle i si cau lluny d'una femella es transformarà en femella.



Figura 5: Tipus de fecundació al medi marí.

I ara canviem de tema, sabeu si els mascles són sempre mascles?
I les femelles, són sempre femelles?



CLASSIFICACIÓ DE LA REPRODUCCIÓ SEXUAL SEGONS LA SEPARACIÓ DE SEXES

- **Espècies dioiques:** alguns individus són mascles i d'altres femelles.
- **Espècies hermafrodites:** són els que tenen òrgans masculins i femenins en un mateix individu. Al mar es troben moltes espècies hermafrodites: molts invertebrats sèssils (els que viuen enganxats al fons marí) i també vertebrats com algunes espècies de peixos. Dins d'aquest grup poden ser:

Hermafrodites simultanis: durant el període de posta poden actuar tant com mascles o com femelles. Aquesta estratègia és molt útil quan la densitat de població és molt baixa. Un exemple d'hermafrodita simultani és un peix que es diu **vaca serrana** (*Serranus scriba*). Aquesta estratègia reproductiva és molt útil quan les poblacions d'alguna espècie són petites. Dels hermafrodites simultanis n'hi ha algunes espècies que poden autofecundar-se (ja no són necessaris dos progenitors per a fer la reproducció sexual!!). En condicions de laboratori s'ha arribat a observar l'autofecundació de la vaca serrana.



Figura 7: Exemplar adult de vaca serrana (*Serranus scriba*). Foto: Jordi Regàs.

Hermafrodites seqüencials: vol dir que fan un canvi de sexe en algun moment de la seva vida. D'aquests hermafrodites poden ser:

Hermafrodites protenogínics: primer són femelles i després mascles. Per exemple, els **Meros** (*Epinephelus marginatus*), que és un peix molt gran present a les nostres aigües, assoleixen la maduració sexual cap als 5 anys com a femella, i a partir dels 10 anys aproximadament es tornen mascles. Els meros són territorials: un mascle viu en el seu territori amb un harem d'unes 3-15 femelles. Durant l'època reproductiva es poden diferenciar els mascles de les femelles per la seva coloració, els mascles dominants tenen una coloració més fosca i amb moltes taques blanques (Figura 8)



Figura 8: Mascle adult de mero (*Epinephelus marginatus*). Foto: Jordi Regàs.

Hermafrodites protàndrics: primer són mascles i després femelles. Un exemple d'aquest tipus d'hermafrodites és la **Daurada o moixarra** (*Sparus aurata*). Durant els 2 primers anys de vida són mascles i al tercer any es transformen en femelles. Això vol dir que totes les daurades de piscifactoria que ens mengem són mascles!!.

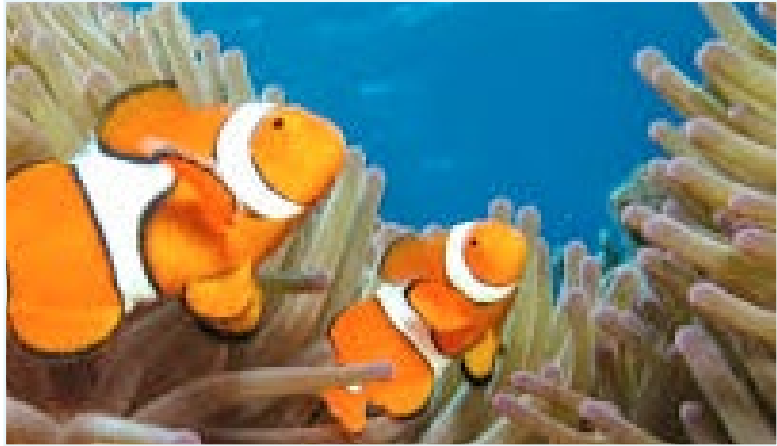


Figura 9: Mascle i femella de peix pallaso (*Amphiprion ocellaris*).
Foto: www.donde-viven.com.

Tot i que els exemples d'hermafrodites que us he posat són peixos, aquesta estratègia no és exclusiva dels peixos: molts altres animals marins també són hermafrodites, com les ostres, que són mascles el primer any de vida i femelles durant tots els següents.

Un últim exemple d'hermafrodites protàndrics són els peixos coneguts per la pel·lícula de Nemo: els **peixos pallaso** (*Amphiprion ocellaris*). Anem a posar un exemple per entendre com funciona el canvi de sexe en aquests peixos: si en un aquari tinguéssim tres peixos pallaso junts el més gran seria la femella, el mitjà es desenvoluparia com a mascle i el més petit no tindria el sexe definit. Si traguéssim la femella de l'aquari, el mascle (que ara seria el més gran) es transformaria en femella i el peix més petit es definiria com a mascle. Ara, penseu què hauria d'haver passat a la pel·lícula de "Buscant a Nemo", ja que la pel·lícula comença amb la mort de la mare del Nemo.... que li hauria passat al pare de Nemo? I al petit Nemo?

Fins ara hem vist nombrosos exemples d'animals marins que posen ous. Però, tots els animals marins posen ous? No tots, tot i que la majoria d'animals marins son ovípars (posen ous), també hi ha animals que son ovovivípars o vivípars.

Oviparisme: La major part dels organismes marins son ovípars: produeixen molts ous, que expulsen a l'aigua on són fecundats (fecundació externa). La majoria d'animals solten els ous al medi i no es preocupen més per la seva descendència, però també hi ha espècies que porten cura dels ous.

Un exemple de peix que té cura de la seva descendència construint nius dins de l'aigua és el **tord** (*Symphodus ocellatus*) (VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=UllzFd4xX04>): el mascle d'aquesta espècie de peix fabrica un niu per atreure la femella, agafant trossos de plantes i algues. La femella llavors s'aproparà al niu per a dipositar els ous a dins i en aquell moment el mascle els fecundarà deixant anar l'esperma dins dels niu, i es quedarà protegint la posta fins que els ous hagin eclosionat en uns 10-12 dies.



Figura 10: Mascle de moret vermell o reiet (*Apogon imberbis*) tenint cura dels ous amb la posta dins la cavitat bucal (Foto: Alexia Dunand).

Un exemple encara més extravagant d'incubació dels ous per part dels mascles és el cas del **moret vermell** o **reiet** (*Apogon imberbis*): el mascle d'aquesta espècie de peix incuba els ous (uns 20.000 ous) dins de la seva boca fins el moment de l'eclosió. Durant el temps d'incubació (uns 8 dies) el mascle no s'alimenta i manté la posta protegida i oxigenada.

Finalment, un cas de protecció de la posta molt conegut és el de la femella del pop (*Octopus vulgaris*) (VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=U-f8x1K1THg>). La femella penja els ous del sostre de la seva cova i es queda al costat de la posta durant tota la incubació, oxigenant els ous, netejant-los per a que no s'omplin de fongs i protegint-los dels depredadors. El període d'incubació pot arribar fins als 6 mesos, durant el qual la femella no s'alimenta... i acaba morint, però sacrifica la seva vida per la seva descendència. Una altra espècie de pop, *Graneledone boreopacifica*, cuida els seus ous durant 4,5 anys. Aquest pop viu en els fons sorrencs de les aigües pro-

fundes dels oceans Atlàntic i Pacífic, i protegeix la seva posta de possibles depredadors com els crancs. Durant els 4,5 anys que dura la incubació la femella sobreviu de les petites preses que passen a la seva vora o dels ous que no han estat fertilitzats o que no es desenvoluparan. Molt curiós el món dels pops, oi?

A part dels animals ovípars, també hi ha molts organismes marins que utilitzen altres estratègies per a la protecció dels embrions: l'**ovoviviparisme** i el **viviparisme**. Aquestes estratègies consisteixen en la protecció dels ous o embrions a l'interior del cos, protegint-los dels canvis desfavorables en l'ambient i dels depredadors. Així doncs, les espècies que utilitzen aquestes tècniques no produeixen tants ous com els ovípars.





Figura 11: Embrió de tauró llimona (*Negaprion brevirostris*). Foto: National Geographic.

Ovoviviparisme: Els progenitors retenen els ous al seu interior (generalment a l'oviducte) i es van desenvolupant gràcies a les reserves del propi ou. Així doncs, quan neixen ja són larves en un avançat estadi de desenvolupament o alevins. Existeix ovoviviparisme en invertebrats (gasteròpodes, és a dir, cargols marins) o en vertebrats (alguns peixos com els taurons i les rajades i alguns rèptils). És molt curiós el cas dels **cavallets de mar**, en el que la femella col·loca els ous dins d'una bossa que el mascle té a l'abdomen. Al cap d'un mes i mig d'aquesta bossa en naixeran les cries de cavallet completament formades (VIDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=qVthvxvnAQs>).

Moltes espècies de **taurons** són també ovovivíparas: les cries de tauró creixen dins d'uns ous plens d'aliment (vitel) ubicats a l'úter de la mare, però aquest vitel es reabsorbeix i la mare tauró utilitza una tècnica per a seguir alimentant els embrions: produeix ous sense fecundar que serviran d'aliment als embrions. En alguns casos més extrems, com el **tauró toro**, fins i tot hi ha canibalisme intra-uterí: de tots els embrions només sobreviu un, que es va menjant als seus germans dins de l'úter de la mare (VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=ZraqgPjZ07Ts>).

Viviparisme: En aquesta modalitat els embrions obtenen l'aliment directament de la mare (no de les reserves de l'ou) a través d'un cordó umbilical. El viviparisme és un cas exclusiu dels mamífers i d'alguns peixos elasmobranquis (taurons i rajades).

En l'últim vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=TS49j3L_Zxk) es pot veure el **naixement d'una orca**, un mamífer marí que pot arribar a gestar els seus embrions fins a uns 16-17 mesos. Però l'animal amb l'embaràs més llarg sabeu quin és? També és un animal marí: el **tauró anguila**, que té un període de gestació de 42 mesos, gairebé 4 anys!



Projecte "Apropant el mar a les Terres de l'Ebre" (FCT-16-11457) finançat per:



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

