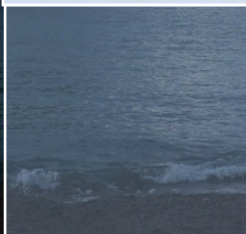
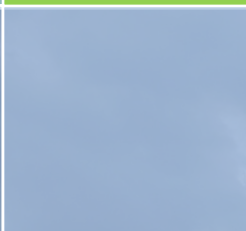
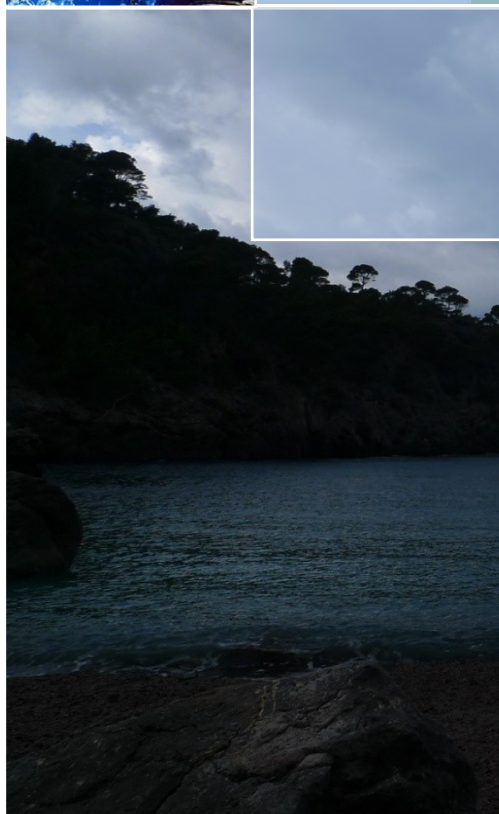
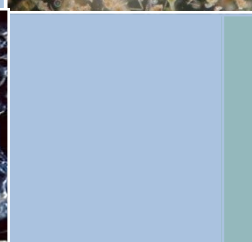
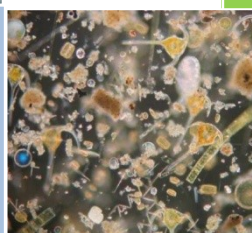
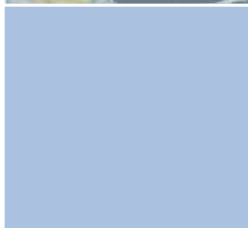


TALLER DE PLÀNCTON

1



G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT
I TERRITORI
B

Taller de plàncton. Quaderns de l'Aula de la Mar 1.

Conselleria de Medi Ambient i Territori.

Autors: Isabel M. Barceló Mairata i Guillem Quetglas Quetglas.

Text i disseny: els autors

Fotografies i figures: els autors



Aquesta obra es difon subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

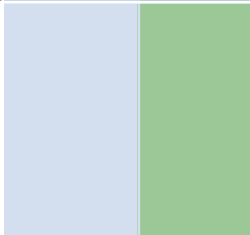
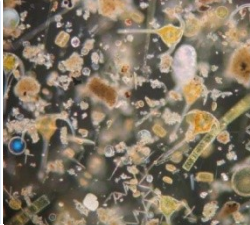
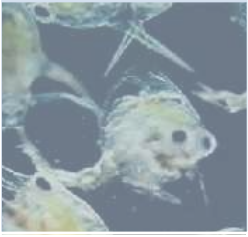
Dipòsit Legal: DL PM 00905-2022

Índex

[Presentació](#)

[Base teòrica](#)

[Desenvolupament de l'activitat](#)



Presentació

La mar és un dels elements primordials del medi ambient a les Illes Balears. En un context d'insularitat i d'aprofitaments econòmics de la costa (la pesca, el turisme, etc.), resulta imprescindible incloure l'aprenentatge del medi marí en tots els programes educatius. Aquests han de considerar tant la població escolaritzada com la ciutadania en general amb la premissa que conèixer i entendre un espai ajuda al seu respecte i protecció.

Les Aules de la Mar són centres d'interpretació del medi marí que posen a l'abast dels alumnes i els professors de les Illes, i també del públic en general, un conjunt d'elements interpretatius i activitats de contacte amb el medi marí. Aquests equipaments fan possible treballar continguts i objectius de l'educació ambiental, així com d'altres temes de les diferents àrees curriculars, en un entorn que disposa d'instal·lacions i recursos adients.

L'Aula de la Mar de la Petrolera ofereix activitats d'educació ambiental adaptades als nivells educatius de secundària i batxillerat. D'aquesta manera s'afavoreix que l'alumnat visitant desenvolupi les seves capacitats d'observació i interpretació, tot experimentant el contacte directe amb el medi i l'aprenentatge mitjançant materials didàctics específics.

Els objectius de la visita a l'Aula de la Mar són:

- Conèixer millor i poder interpretar el medi marí balear, mitjançant el contacte directe amb la mar i la costa a través de mitjans didàctics adients.
- Prendre consciència de la importància del mar i dels impactes que l'afecten.
- Desenvolupar actituds i valors positius envers el medi marí i conscienciar dels problemes provocats per les transformacions produïdes per l'acció humana.
- Valorar la dificultat de gestionar la gran quantitat d'interessos que conflueixen al mar i al litoral de les nostres illes.
- Aproximar-se a la ciència del mar. Valorar el mètode científic i la importància del coneixement en la protecció de la naturalesa.
- Conèixer la història d'un lloc emblemàtic com el Portitxol i la seva relació amb el mar i el litoral.

El taller de plàncton

Aquest dossier descriu com es desenvolupa el taller de plàncton a l'Aula de la Mar de la Petrolera, mitjançant l'explicació de les diferents activitats que es proposen, una base teòrica sobre el plàncton i altres aspectes que es treballaran durant la visita dels alumnes.

La recerca sobre el plàncton ajuda a entendre molts aspectes de la biodiversitat i del funcionament de l'ecosistema marí. Ara, les escoles que ho desitgin poden tenir accés als recursos necessaris per a estudiar-lo de manera senzilla i assequible, de forma que puguin extreure'n interessants coneixements i lliçons.

Els alumnes faran de científics

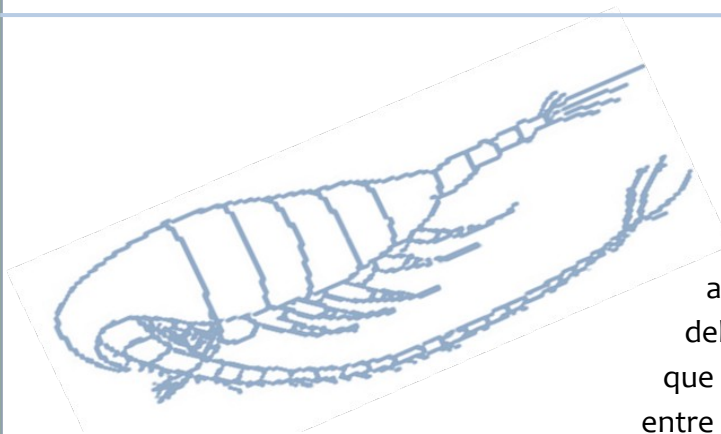
Les escoles participants realitzaran recollida de mostres de plàncton. Els alumnes hauran de fer servir un seguit d'estrís i equips per a pescar el plàncton, recollir els organismes capturats i guardar-los dins de recipients adients. A més, mesuraran un seguit de variables ambientals.

Amb les dades i els exemplars recollits, les escoles podran realitzar diversos estudis (observació i identificació del material capturat) al laboratori de l'Aula de la Mar, tot seguint les directrius de les guies pedagògiques que els seran subministrades. Al final del taller els alumnes hauran après més sobre el plàncton, els seus cicles anuals i la seva importància dins les xarxes tròfiques, així com de les activitats humanes que poden afectar aquests organismes.

Tipus d'activitat	Activitat d'iniciació	Temps	4 hores
Espai de realització	Aula de la Mar (Can Salas) i el Portitxol	Alumnes	30
Descripció de l'activitat			

La recerca sobre el plàncton ajuda a entendre molts aspectes de la biodiversitat i del funcionament de l'ecosistema marí. Amb aquest taller els alumnes tindran accés als recursos necessaris per estudiar el plàncton de manera senzilla i assequible.

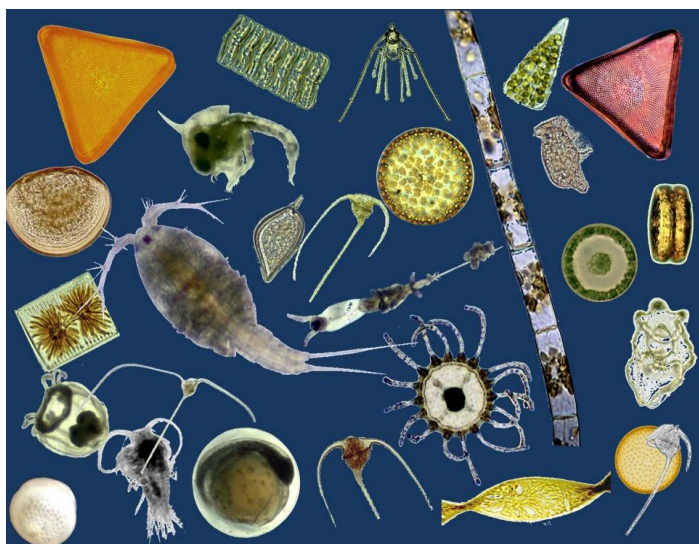
Objectius	- Aprendre les tècniques de captura de plàncton. - Identificar el plàncton capturat pel grup. - Reconèixer la importància del plàncton dins els ecosistemes de la Mediterrània. - Prendre consciència de la sensibilitat del plàncton als contaminants.		
Continguts	Conceptuals	- El plàncton - Organismes del plàncton - Xarxa tròfica	
	Procedimentals	- Observació i interpretació de les mostres - Capacitat d'argumentació	
	Actitudinals	- Valoració de la importància del plàncton en la xarxa tròfica del medi marí - Apreciació de les mostres per transmetre valors, idees, conceptes - Respecte a l'opinió dels companys	
Material de suport	L'Aula de la Mar disposa de laboratori, sala d'audiovisuals, aparells electrònics multiparamètrics, xarxes de pesca de plàncton, lupes binoculars, microscopis, material didàctic de suport i bibliografia.		



Quan de vegades mirem les clares aigües dels oceans, o les més verdoses dels mars litorals, sembla, aparentment, que no hi visqui cap ésser viu, però surant entre elles i a diferents nivells es troben complexes comunitats de petits organismes, la majoria microscòpics, de les quals depenen totes

les altres espècies marines.

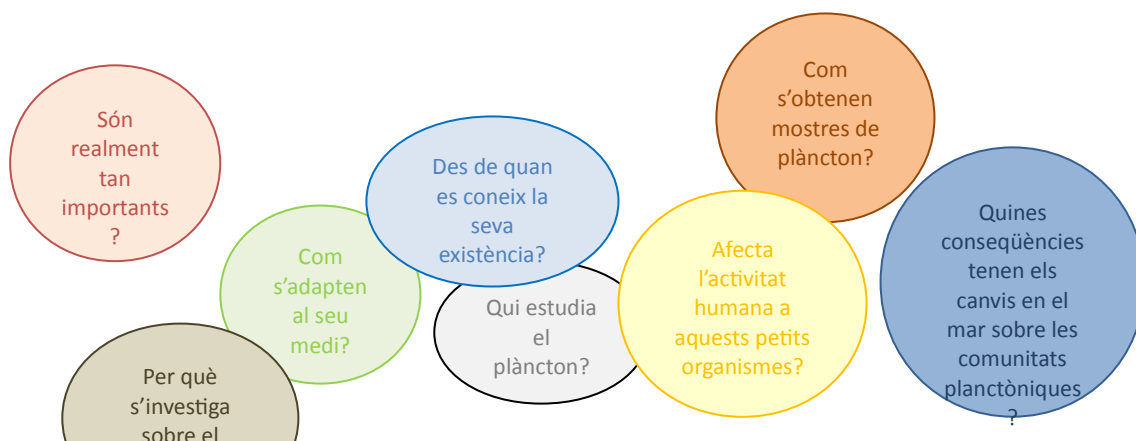
Què és el plàncton?



Tot un conjunt d'organismes que floten en les aigües salades o dolces i que, degut a la seva reduïda capacitat de moviment, es deixen portar pels corrents i les ones. Inclou tot tipus d'organismes, la majoria dels quals no es veuen a simple vista, només es poden observar al microscopi; encara que n'hi ha d'altres que són bastant grans, com les meduses. Les seves formes també són molt diverses: allargats, amb forma de filaments, quadrats, circulars, espirals, etc.

Fig. 1. Organismes del plàncton

A continuació us proposam endinsar-vos en el fantàstic món d'aquests petits organismes... Tan petits i tan importants alhora.





El descobriment

Avui dia ens és a tots evident la importància del plàncton en tot l'ecosistema marí, però es tracta d'un descobriment relativament recent.

Les investigacions sobre el plàncton es remunten a l'any de 1828. John Vaughan Thompson, cirurgià anglès i naturalista afeccionat de l'exèrcit britànic, estudiava les primeres etapes de la vida dels crancs. Per aconseguir capturar els petits espècimens de cranc va construir una petita xarxa cònica de gasa fina per arrossegar en l'aigua. En el seu extrem col·locà un recipient per retenir el material filtrat.

Quan Thompson observà la mostra recollida a través del seu microscopi, va descobrir una concentració de vida microscòpica que surava en les aigües marines: no només hi havia petits crancs, sinó també organismes madurs de moltes classes. Es tractava d'una forma de vida que els biòlegs no havien observat fins llavors: el **plàncton**.

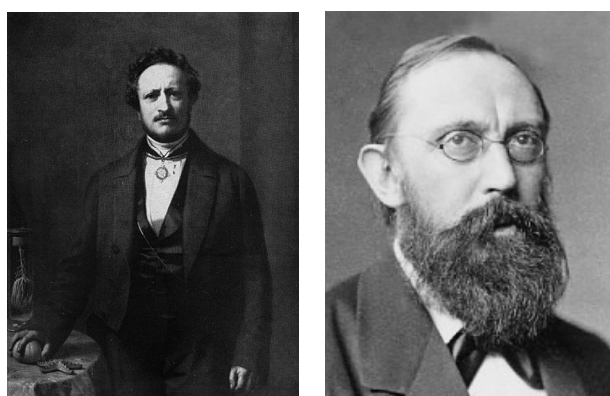


Fig. 2. Johannes Müller (esquerra. Font: Oskar Begas.) i Víctor Hensen (dreta. Font:)

Com passa a vegades en el món de la ciència, la invenció de la xarxa per pescar plàncton s'atribueix normalment a un naturalista alemany anomenat Johannes Müller, el qual no la va començar a utilitzar fins al 1844. El 1885 l'investigador, estudiant

el cicle vital de l'estrella de mar, va utilitzar una xarxa de malla fina, com les emprades en els molins per garbellar la farina, la va remolcar per l'aigua en un intent de capturar larves de l'animal i li va cridar l'atenció la gran quantitat de vida flotant composta d'organismes desconeguts de forma estranya i especial que havien passat per alt els naturalistes de l'època. Müller va contagiar el seu entusiasme a Haeckel, el qual, juntament amb altres ecòlegs contemporanis, es va apassionar amb aquest nou món de vida que podia obtenir-se arrossegant "xarxes de Müller" en l'aigua.

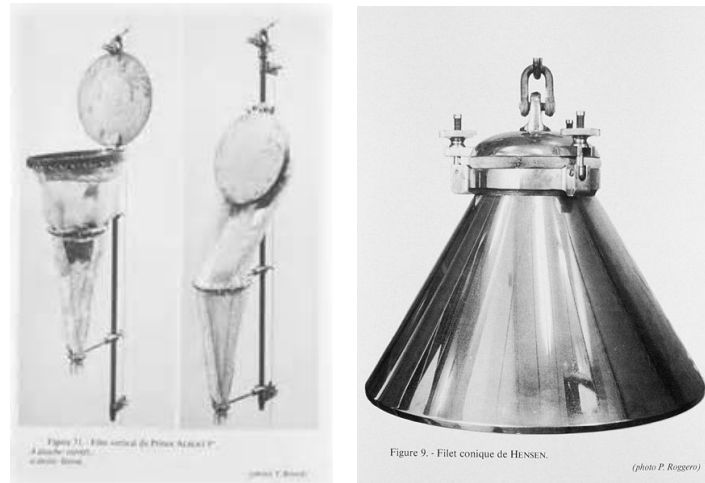


Fig. 3. Xarxes de captura vertical de plàncton (esq.) i conus inventat per Hensen (1883) per a la seva xarxa de captura de plàncton (dreta). (Font: NOAA)

L'any 1887 l'alemany Victor Hensen introdueix el terme **plàncton**, que significa “**organismes arrossegats pels corrents**”, per designar aquesta nova agrupació de vida marina, que juntament amb els dos grups que és coneixien fins a llavors, el **nècton** (**organismes que naden**) i el **bentos** (**que viuen en el fons del mar**) va donar lloc a nous conceptes en l'agrupació ecològica dels animals marins.

Els oceanògrafs del segle XIX van dedicar gran part dels seus esforços a perfeccionar xarxes rastrejadores que els permetessin obtenir mostres de plàncton en diversos nivells del mar. En un curt temps es va fer popular la ciència del plàncton i es va posar de moda la seva investigació. El desenvolupament metòdic de la investigació sobre el plàncton es va ocupar principalment de dos problemes: la presa quantitativa de mostres representatives, i la identificació o determinació i descripció de tots els organismes recol·lectats en elles.



Característiques del plàncton

Ara ja sabem què és el plàncton, aquest conjunt de petits organismes que viuen en suspensió a l'aigua. Però... què vol dir petits? De quina mida parlem? I això de viure en suspensió... per què no s'enfonsen? De què viuen? De què s'alimenten?

ÉS UN GRUP HETEROGENI

El plàncton està format per una gran diversitat d'organismes normalment minúsculs. Aquest conjunt d'éssers vius és molt heterogeni, ja que hi podem trobar virus i bacteris, fongs, “vegetals” i animals. Per tant, poden ser unicel·lulars i pluricel·lulars, i les seves formes també són molt diverses: allargats amb forma de filaments, quadrats, circulars, espirals, etc.

El plàncton “vegetal” (realment correspon al regne del protocists) s'anomena FITOPLÀNCTON, i està constituït per diferents espècies de microalgues que pertanyen a diferents grups, essent les diatomees i les dinoflagel·lades els grups més importants a l'ecosistema marí.

El plàncton animal s'anomena ZOOPLÀNCTON i comprèn milers d'espècies, les més importants de les quals són els protozous i els copèpodes (crustacis molt petits).

També hi podem trobar les larves de peixos que són molt més petites que els adults i que anomenarem ictioplàncton. No tots els organismes que componen el plàncton es troben tota la seva vida formant part del mateix plàncton. Així, podem diferenciar el MEROPLÀNCTON (organismes que passen només la vida larvària formant part del plàncton i després es fixen o viuen en el fons -bentos- o bé les larves i ous dels peixos), i l'HOLOPLÀNCTON (organismes que passen tota la vida en el plàncton, ja sigui prop de la costa o bé a mar obert).

Tot i que una de les característiques dels organismes planctònics és la seva gran heterogeneïtat, és possible trobar algunes característiques comunes:

- **Mida petita**
- **Flotabilitat**
- **Transparència**
- **Gran capacitat reproductora**

LA MAJORIA SÓN DE MIDA PETITA

D'organismes planctònics n'hi ha de moltes mides. La majoria no es veuen a simple vista, només es poden veure al microscopi, però n'hi ha d'altres que són bastant grans, com el cas de les meduses.

Així, en funció de la seva mida, el plàncton és classifica com:

- Femtoplàncton (entre 0,02 i 0,2 μm : virus i bacteris).
- Picoplàncton (entre 0,2 i 2 μm : bacteris, cianofícies, prasinofícies).
- Nanoplàncton (entre 2 i 20 μm : fitoflagel·lats).
- Microplàncton (entre 20 i 200 μm : diatomees, dinoflagel·lades, tintínids, radiolaris).
- Mesoplàncton (entre 200 μm i 2 cm: copèpodes, eufausiacis, cladòcers).
- Macroplàncton (entre 2 cm i 20 cm: meduses, salpes)
- Megaplàncton (més de 20 cm: meduses)

Sabíeu que...

hi ha una medusa, *Tiburonia granrojo*, que viu entre els 600 i els 1.500 metres de profunditat, que té un diàmetre de 90 cm.

VIUEN EN SUSPENSIÓ A L'AIGUA: FLOTABILITAT

El plàncton és homogeni pel que fa a la seva incapacitat de moure's o de poder fer-ho únicament en petita mesura, és a dir, manquen de la força necessària per a lluitar contra els corrents marins.

El plàncton s'ha d'aguantar suspès en l'aigua per poder alimentar-se i reproduir-se. Per això, ha desenvolupat estratègies destinades a flotar el màxim de temps possible: formes filamentoses, prolongacions, etc.

Per reduir la seva possibilitat de caure cap al fons, els mecanismes més útils són:

- Ser petit.
- Tenir una densitat molt similar a la de l'aigua de mar.
- Acumular gotes d'oli o gas en el seu cos.
- Tenir expansions i ramificacions dels apèndixs per augmentar la seva superfície i per tant tenir una major resistència a la sedimentació. Són expansions que els permeten "baixar en parapent", per dir-ho així. Potser no impedeixen la davallada, però almenys l'alenteixen.
- Tenir apèndixs mòbils (flagels i cilis).
- Realitzar moviments verticals.

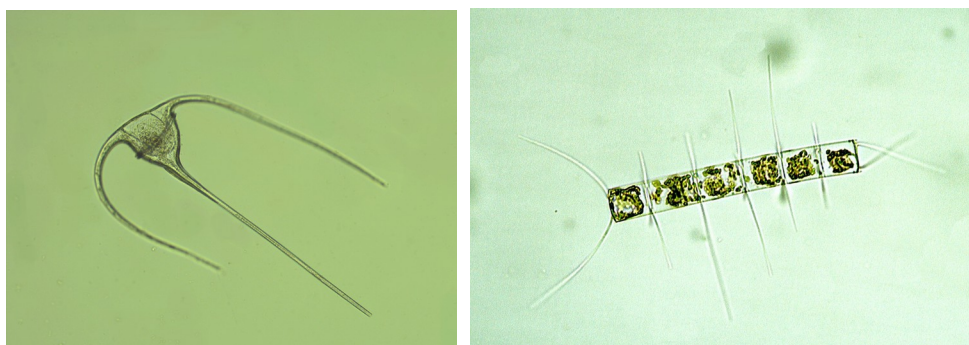


Fig. 4. *Ceratium* (esquerra) i *Chaetoceros* (dreta) són gèneres fitoplanctònics que presenten formes que alenteixen la seva sedimentació.

Les migracions verticals

A petita escala (distàncies en metres), els animals més grans del zooplàncton, com ara els copèpodes, poden pujar o baixar a voluntat. De fet, molts animals del zooplàncton pugen a la nit i baixen durant el dia. Els copèpodes poden desplaçar-se en vertical de 30 a 60 metres en una hora, i els eufausiacis de 100 a 400 metres. A la nit pugen per menjar prop de la superfície, i durant el dia s'enfonsen per amagar-se dels depredadors.



Fig. 5. Copèpodes.

TRANSPARÈNCIA

El color també sol mostrar característiques adaptatives. Les espècies d'aigües superficials solen ser transparents o lleument acolorides o només tenen unes petites taques obscures. Les espècies d'aigües profundes presenten una coloració generalment rogenca. Aparentment, totes aquestes coloracions tenen caràcter adaptatiu i es relacionarien amb la fuga dels seus depredadors. Els òrgans lluminosos d'espècies que viuen a grans profunditats pareixen ser funcions adaptatives també relacionades probablement amb la depredació.

GRAN CAPACITAT REPRODUCTORA

Els organismes del plàncton es poden reproduir de forma gairebé vertiginosa. De fet, només necessiten alguns dies, o fins i tot hores, per a duplicar-se. Al mateix temps que creixen i es multipliquen molt, estan sotmesos a una alta taxa de mortalitat natural i per depredació.

En aquest sentit, les algues són ben diferents dels productors primaris terrestres. Els arbres d'un bosc inverteixen bona part de l'energia que obtenen de la fotosíntesi en estructurar bé el seu sistema de branques, arrels o troncs. En canvi, les microalgues planctòniques destinen menys energia al creixement i més energia a la reproducció. La inestabilitat del medi aquàtic les força a fer-ho.

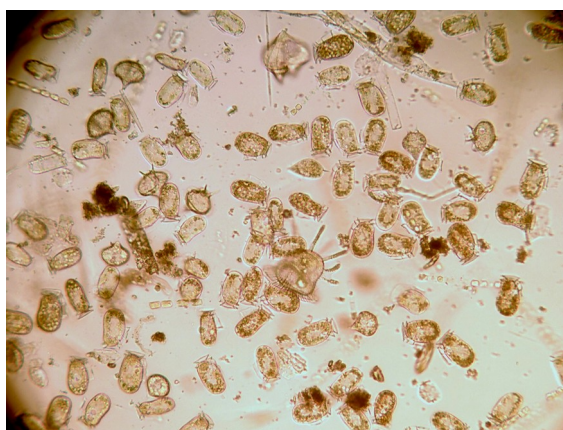


Fig. 6. Proliferaçió de fitoplàncton del gènere *Dinophysis*.

ELS GRUPS MÉS IMPORTANTS DEL PLÀNCTON

BACTERIOPLÀNCTON

Els bacteris del plàncton tenen un paper important dins l'ecosistema marí com a descomponedors de la matèria orgànica i recicladors de les sals minerals i nutrients indispensables per a les comunitats fotosintetitzadores.

La concentració de bacteris presents a les aigües marines és molt variable. Són molt més abundants cap a la costa (fins a 10 milions de cèl·lules per mil·lilitre) que a mar obert; i quant a la seva distribució vertical dins la columna d'aigua, la seva màxima concentració es troba devers els 50 m de fondària.

Per la seva mida, generalment inferior a 1 μm , formarien part del picoplàncton.

FITOPLÀNCTON

El fitoplàncton està format per microalgues unicel·lulars (a vegades formant filaments), generalment eucariotes, que presenten clorofil·la i altres pigments i que tenen com a funció fonamental la fotosíntesi.

Es troben a les capes superficials de la columna d'aigua on arriba llum suficient per a la fotosíntesi i solen aparèixer en concentracions més abundants prop de la costa que a mar obert. Poden assolir concentracions de milions de cèl·lules per ml en alguns casos, originant “blooms” (proliferacions fitoplanctòniques) i marees roges.

Els dos grups més importants del fitoplàncton marí són les diatomees i les dinoflagel·lades.

Les **Diatomees** són algues unicel·lulars que presenten una membrana silícica externa, de forma i estructura molt diversa, i que viuen aïllades o formant colònies.

Aquesta càpsula de sílice externa s'anomena *frústul* i està formada per dues peces que encaixen una dins l'altra (com una capsa d'ensaimada o una càpsula de Petri).

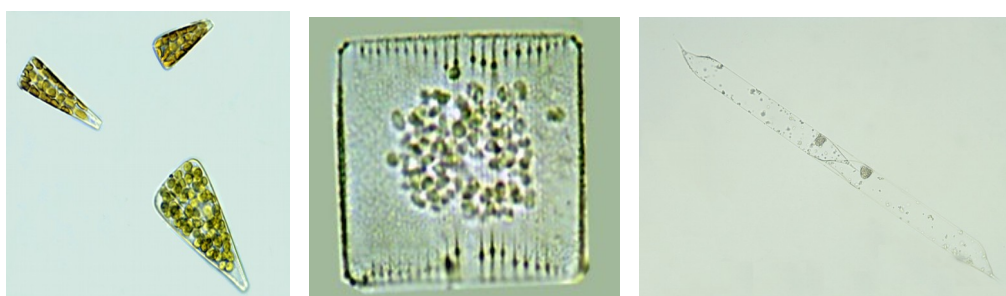


Fig. 7. Diferents diatomees dels gèneres *Licmophora*, *Striatella* i *Rhizosolenia*.

Solen dividir-se en dos grans grups, les centrals (amb simetria radial, semblant a la roda d'un cotxe) i les pennades (amb forma allargada en una direcció).

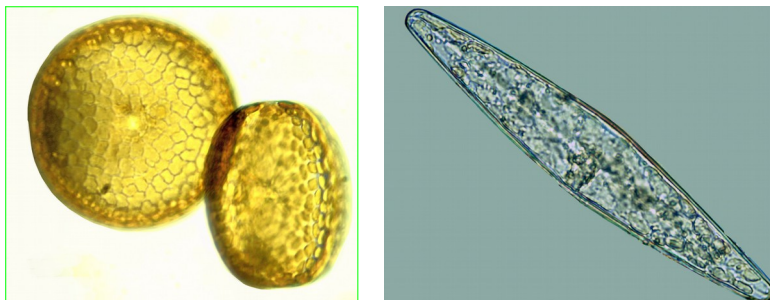


Fig. 8. Diatomees centrals (esq.) i pennades (dreta).

Solen tenir al seu interior gotes d'oli per a millorar la flotació i algunes presenten formes espinoses o s'agrupen en cadenes per a retardar l'enfonsament.

Són típiques a la mar espècies dels gèneres *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Asterionella*, *Thalassiosira*, etc.

Les **Dinoflagel·lades** tenen més mobilitat gràcies a la presència de dos flagels. També poden presentar una coberta externa o *teca* formada per plaques de cel·lulosa. Algunes, a més de realitzar la fotosíntesi, poden capturar preses més petites que elles (petites diatomees) per alimentar-se.

Algunes produeixen bioluminiscència, especialment visible a l'aigua durant la nit.

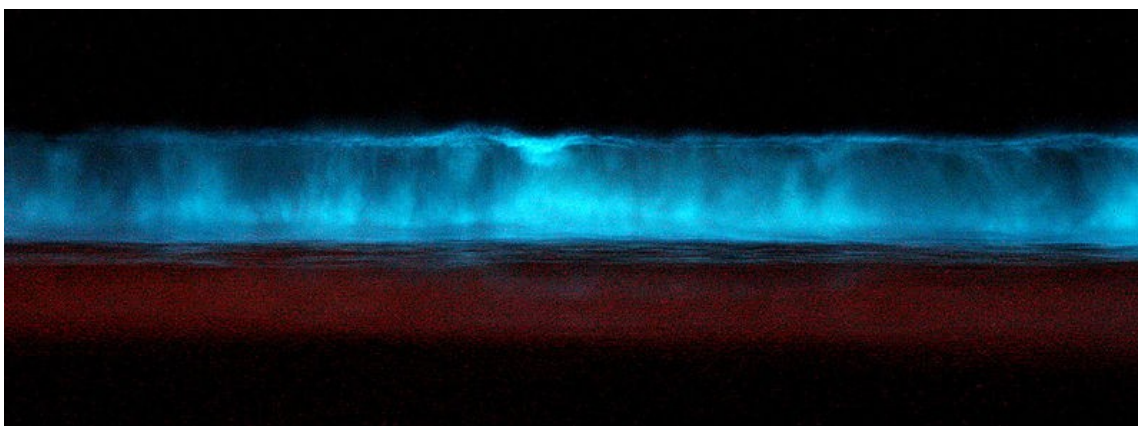


Fig. 9. En algunes indrets es pot veure la bioluminiscència produïda per algunes espècies de microalgues quan rompen les ones a la platja (Font: © Mike Sauder © BY-SA 2.0).

Les dinoflagel·lades contenen pigments vermells que provoquen que l'aigua presenti una coloració vermella quan la seva població creix de manera desmesurada, causant les típiques mareas roges.

Gèneres com *Alexandrium*, *Dinophysis* o *Gymnodinium* són coneguts com a productors de toxines.



Fig. 10. Dinoflagel·lades típiques de les nostres aigües. Des de l'esquerra: *Prorocentrum micans*, *Dinophysis sacculus* i *Ceratocorys horrida*.

Altres grups fitoplanctònics presents a l'aigua, encara que en més baixes densitats en els ecosistemes marins, són les Cianofícies, les Cocolitoforals, les Criptofícies, les Crisofícies, les Euglenofícies o les Clorofícies. Alguns d'aquests darrers grups són els predominants en els ecosistemes d'aigua dolça.

ZOOPLÀNCTON

El plàncton animal inclou tota mena d'organismes, des de petits animalons unicel·lulars fins a les grans meduses, passant per una gran varietat de crustacis i formes gelatinoses.

Holoplàncton

Quant als organismes zooplanctònics que passen tota la vida formant part del plàncton, destaquen els següents grups:

Protozous

Els més coneguts són els que tenen esquelets resistents o durs.
Hi ha dos grans grups:

- a) els Rizòpodes, amb la paret cel·lular nua. I entre ells tenim els Foraminífers i els Radiolaris;

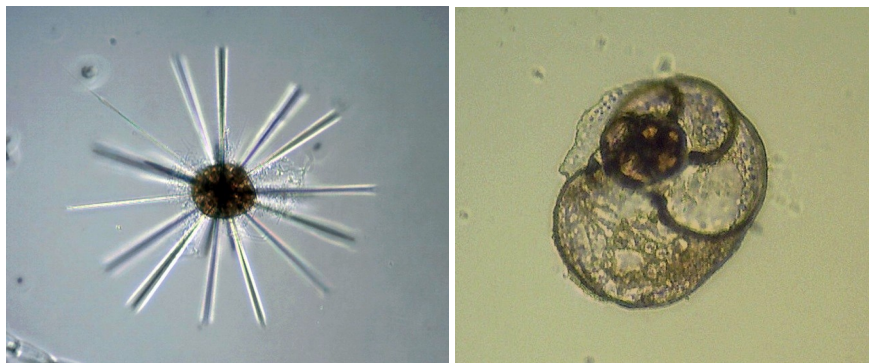


Fig. 11. Radiolari (esquerra) i foraminífer (dreta)

- b) els Ciliats, amb la paret cel·lular coberta total o parcialment de cilis. És el grup de protozous més important des del punt de vista tròfic. Cal citar els Tintínids, ja que són els únics del grup que tenen una closca de naturalesa cartilaginosa amb una boca envoltada per un gran nombre de cilis.

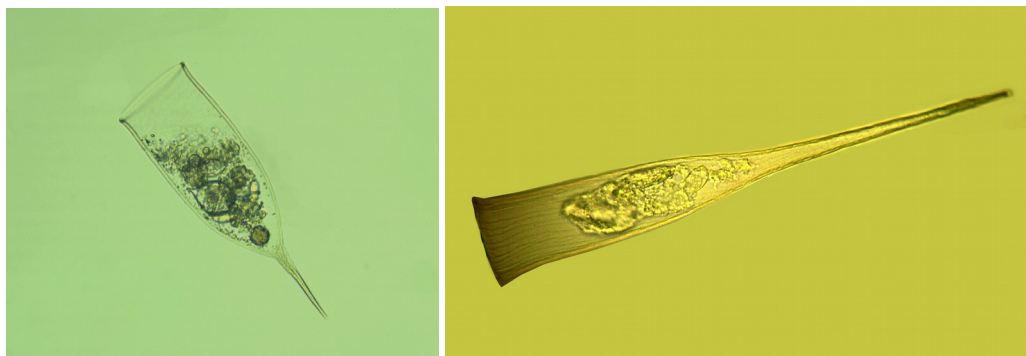


Fig. 12. Tintínids

Cnidaris

Tenen el cos en forma de sac, que presenta un únic orifici, la boca, que dona accés a la cavitat gàstrica. Entre ells es troben les petites i grans meduses, caracteritzades per tenir simetria radial, tentacles i cèl·lules urticants anomenades *cnidoblasts*. Totes són carnívores.

Sabíeu que...

hi ha una medusa típica d'aigües australianes, la vespa marina (*Chironex fleckeri*), que està considerada com un dels animals més verinosos del planeta. La tortuga de mar és immune al seu verí i s'alimenta d'ella.



Fig. 13. Hi ha meduses de totes les mides, des de les que podem veure a simple vista, a la fila superior (d'esquerra a dreta, *Aurelia aurita*, *Cotylorhiza tuberculata* i *Olindias phosphorica*), fins a les de mida microscòpica, a la fila inferior.

Ctenòfors

Són semblants a les meduses pel seu aspecte transparent i gelatinós, però amb absència de cèl·lules urticants, i amb la presència de vuit bandes de ctenes o fileres de cilis aglutinats i brillants.

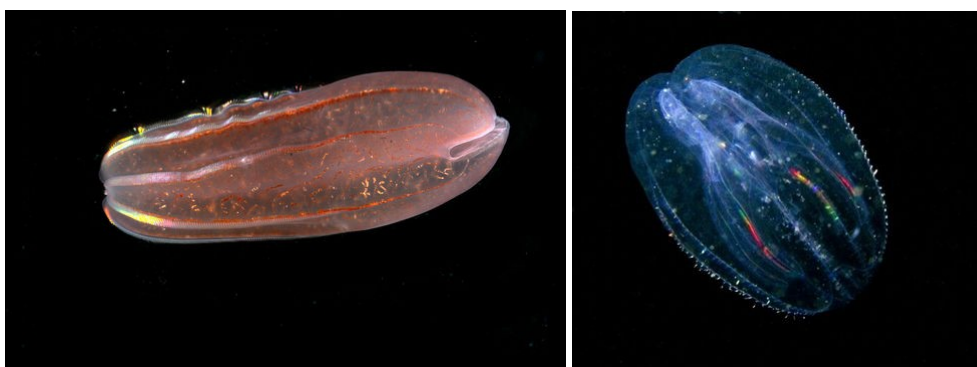


Fig. 14. *Beroë cucumis* (esq. Font: EOL Rapid Response Team. © Edith Widder. © BY-NC-SA 3.0) i *Mnemiopsis leidyi* (dreta. Font: EOL Rapid Response Team. © WoRMS for SMEBD. © BY-NC-SA 3.0)

Quetògnats

Voraços depredadors amb una longitud entre 1 i 8 cm segons l'espècie, amb un cos allargat i transparent amb forma de sageta.

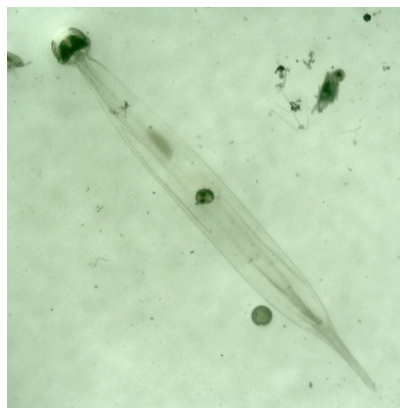


Fig. 15. Quetògnat

Crustacis

És el grup dominant del zooplàncton, podent arribar a constituir fins el 90% dels individus que es recullen en una mostra.

La seva morfologia externa és summament variada. Tots presenten simetria bilateral, són segmentats i tenen un esquelet extern articulats d'on surten els apèndixs (antenes i potes) també articulats.

Sabíeu que...

el "krill", aquest petit crustaci planctònic del que s'alimenten les balenes i altres vertebrats marins, és l'espècie més abundant del nostre planeta quant a biomassa.

Són els Copèpodes, Cladòcers, Ostràcodes, Eufausiacis, Amfípodes, Misidacis i Isòpodes, molts d'ells amb formes semblants a petites gambetes.

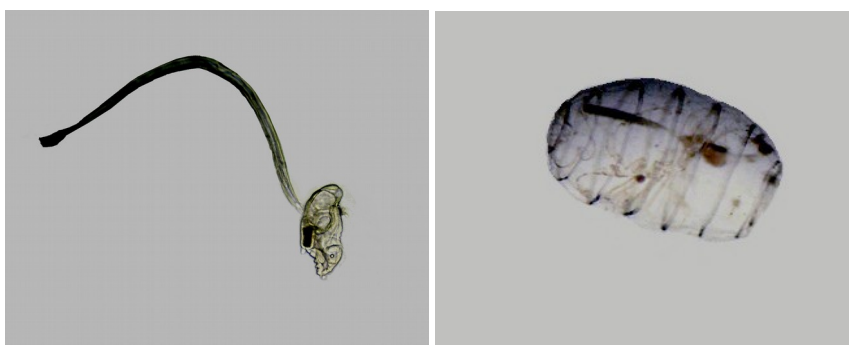


Fig. 16. Copèpodes, adults (a la part superior) i larva nauplius a l'inferior.

Tunicats

Són procordats, herbívors i filtradors, caracteritzats per tenir corda dorsal o *notocorda* durant el període larvari i que desapareix sovint en els adults. En aquest grup trobem els Doliòlids, amb aspecte de bota travessada per bandes musculars, les Salpes, que formen colònies en forma de cadena, i les Apendiculàries, amb aspecte de cap gros.

Fig. 17.
Apendiculària
(esquerra) i
salpa (dreta).



Altres

Grups típicament bentònics com els Mol·luscs, els Anèlids i els Rotífers també presenten qualche espècie de vida totalment planctònica.

Meroplàncton

Pel que fa als organismes que només passen una part del seu cicle vital formant part del plàncton, tenim les larves dels organismes bentònics, que d'adults viuen sobre un substrat, i les dels organismes pelàgics, que d'adults resten nedant a l'aigua (l'ictioplàncton).

Sovint la forma d'aquestes larves no s'assembla a la dels adults, i només recorda l'aspecte d'un adult en fases avançades del seu desenvolupament.

La gran majoria dels peixos ossis ponen ous que són alliberats al medi i d'aquests sortiran les larves que es desenvoluparan en el plàncton fins a arribar a l'estat juvenil, sovint en aigües superficials litorals.

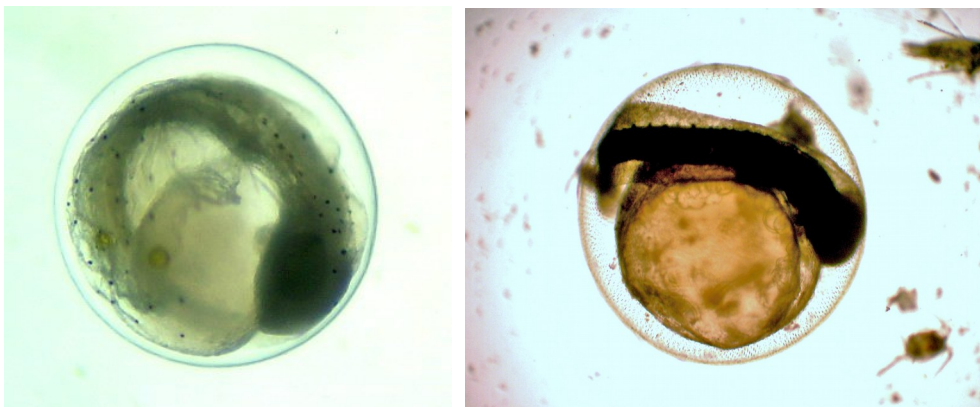


Fig. 18. Larves de peix.

Entre els grups d'invertebrats bentònics que donen lloc a un gran nombre de larves planctòniques destaquen els Equinoderms (larva equinopluteus, ofopluteus, ...), els Mol·luscs (larva velígera), els Crustacis (larva nauplius, zoea, ...), els Poliquets (larva trocòfora), ...



Fig. 19. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: larva de poliquet, larva müller de platihelmin, larva velígera de mol·lusc, larva zoea de crustaci, larva bipinnària i larva ofioplúteus d'equinoderm.

L'ecosistema marí i el plàncton

L'ecosistema marí té una organització bastant semblant a la dels ecosistemes terrestres.

El fitoplàncton (**productors primaris**) és el principal responsable de la producció primària en els sistemes aquàtics i representa l'entrada de l'energia solar als ecosistemes marins i la base del seu manteniment. Mitjançant la fotosíntesi, és l'encarregat de produir oxigen i la matèria orgànica que posteriorment serà aprofitada per la resta de la cadena tròfica.

Sabíeu que...

el fitoplàncton produeix més del 60% de l'oxigen del planeta i que tots nosaltres el respirem.

Del fitoplàncton s'alimenten els animals herbívors del zooplàncton (**productors secundaris**). A la vegada, aquests darrers són menjats pel zooplàncton carnívor, que també és depredat per altres animals carnívors (**consumidors**), i així successivament, amb el que es mantenen tota la sèrie de nivells tròfics.

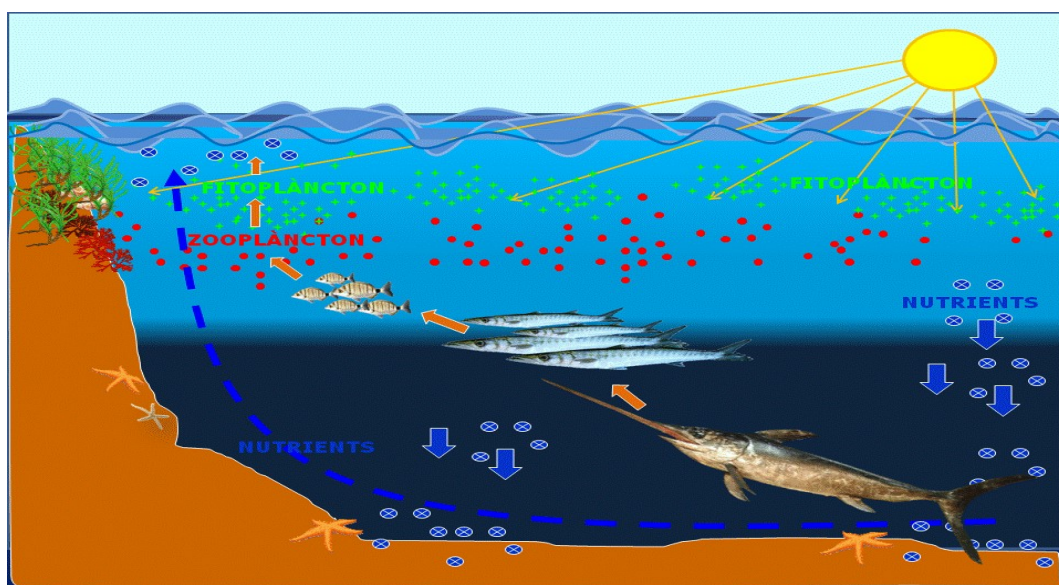


Fig. 20. Xarxa tròfica (simplificada) en el medi marí.

El flux d'energia entre els diferents nivells de la xarxa tròfica és poc eficaç, ja que en cada salt es perd entre el 50% y el 90% d'aquesta energia. D'aquesta forma, 1.000 kg de fitoplàncton només es transformen en 100 kg de zooplàncton, aquests en 50 kg de carnívor de 1r ordre, els quals produiran 10 kg de carnívor de 2n ordre, que produirà 1 kg de carnívor de 3r ordre.

Fig. 21. Flux d'energia entre els diferents nivells de la xarxa tròfica marina.

En el cas del Fitoplàncton, la majoria de les menudes algues tenen tendència a caure cap avall a velocitats que estan entre 1 i 5 metres al dia. Però això passa sobretot quan les aigües són quietes. En canvi, quan hi ha turbulències, els moviments de l'aigua faciliten que part de les algues puguin romandre prop de la superfície. Això és tan important que determina les espècies que hi trobem.

Tot plegat passa molt de pressa. Les algues del fitoplàncton es poden reproduir de forma vertiginosa. De fet, només necessiten alguns dies, o fins i tot hores, per a duplicar-se. Quant al zooplàncton, els copèpodes, per exemple, poden créixer ràpidament, essent la seva esperança de vida de 20 dies, i durant els darrers 10 no s'aturen de pondre ous. Les femelles d'algunes espècies ponen uns quants centenars d'ous cada dia. Això fa que siguin molt eficaços, sobretot quan hi ha molt menjar disponible.

Sabíeu que...

la balena blava, l'animal més gran del planeta, pot consumir fins a 4 tones de krill cada dia.

ABUNDÀNCIA ESTACIONAL DEL PLÀNCTON

El plàncton, com tots els altres éssers vius, està directament relacionat amb les variacions dels següents factors:

- llum disponible per a la fotosíntesi,
- disponibilitat de nutrients,
- dinàmica de les masses d'aigua.

Les variacions anuals d'aquests factors determinaran les variacions estacionals més importants del plàncton.

Primavera: l'augment de les hores de sol i de la temperatura, juntament amb l'acumulació de nutrients, produeixen un "bloom" de fitoplàncton, és seguit d'un pic de zooplàncton que pastura i s'alimenta del fitoplàncton.

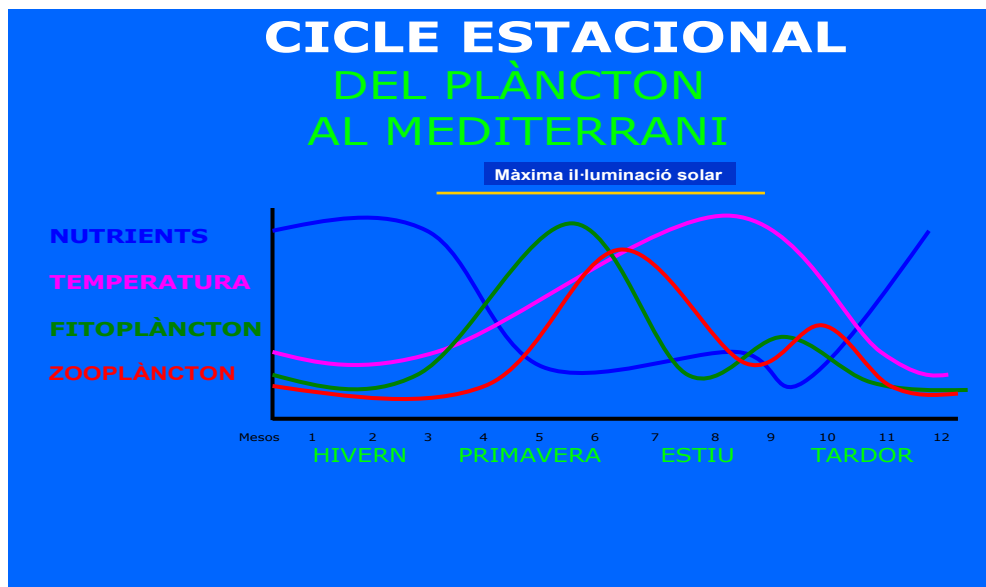


Fig. 22. Variacions estacionals del fitoplàncton i zooplàncton al Mediterrani.

Estiu: Arriba un moment que les algues gairebé acaben amb tots els nutrients de l'aigua, i a més, quan comença l'estiu passa una altra cosa: l'aigua s'estratifica formant el que s'anomena "termoclina". La calor fa que l'aigua superficial s'escalfi força més que l'aigua profunda. La densitat de cada capa d'aigua és força diferent, i no es barregen l'una amb l'altra. A això hi ajuda la manca de vent típica dels estius. L'estratificació provoca que els nutrients, que són avall, es mantinguin lluny de la zona il·luminada, on poden viure les algues. Sense nutrients, les microalgues no poden créixer, i a l'estiu trobem una davallada molt notable en la quantitat del fitoplàncton i del zooplàncton.

Tardor: L'aigua superficial es refreda. La seva temperatura es fa més semblant a la de l'aigua profunda, i per tant es barregen amb més facilitat. A més, hi ha les ventades i tempestes típiques de la tardor, que proporcionen l'energia necessària per a remenar tota l'aigua i trencar la termoclina. La conseqüència és fàcil d'imaginar: els nutrients afloren vers la superfície i les algues tornen a créixer en grans quantitats. A la tardor tenim el segon "bloom" o màxim de concentració planctònica anual, més petit que el de la primavera.

Hivern: l'aigua és rica en nutrients però compta amb menys llum i amb una temperatura més baixa i, per tant, hi ha una activitat fotosintètica i una densitat de plàncton baixes.

LES MAREES ROGES

La combinació de determinats factors fisicoquímics a l'aigua (aportació de nutrients, increment de la temperatura, estabilitat de la massa d'aigua, ...) pot produir esporàdicament una proliferació (*bloom*) molt ràpida del fitoplàncton (principalment dinoflagel·lades i diatomees), que es multiplica de forma impressionant i dona una coloració anormal a les aigües de certes zones litorals.

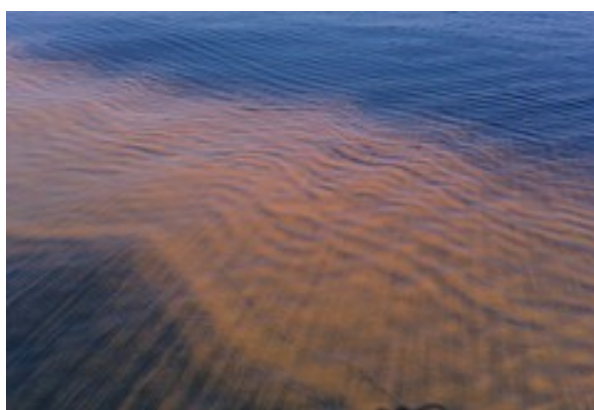


Fig. 23. Marea roja causada pel dinoflagel·lat *Noctiluca scintillans* (Font: © MyFWC Research © BY-NC-ND 2.0).

Aquest fenomen es coneix amb el nom de **marea roja** i sol tenir lloc durant l'estiu. Normalment apareixen a zones costaneres com ports o platges, si en aquesta època de l'any reben aportacions elevades de nutrients. El fitoplàncton pot assolir densitats tan elevades que es pot arribar a esgotar tot l'oxigen present a l'aigua, causant la mort dels peixos i altres organismes presents a l'aigua.



Fig. 24. Peixos morts degut a l'esgotament de l'oxigen a l'aigua després d'una proliferació de fitoplàncton (Font: © Bruce Evans BY-NC 2.0).

A més, algunes espècies de microalgues, sobretot de dinoflagel·lades, contenen toxines que, després d'acumular-se en els teixits d'organismes filtradors (com els musclos, ostres, escopinyes, ...) no sensibles al verí, poden causar problemes de salut a les persones i als organismes dels nivells superiors de la cadena tròfica. Aquest fet no ens ha d'alarmar, ja que els mol·luscs i el marisc que podem trobar al mercat han passat controls sanitaris i de qualitat que assegurin l'absència d'aquestes toxines.

La toxicitat varia segons l'espècie i segons el tipus de toxina. Per tant, hi pot haver marees roges no tòxiques, marees roges tòxiques i moments en els que l'aigua té una coloració normal però hi ha espècies que presenten toxines.

De les aproximadament 5.000 espècies fitoplanctòniques marines, només unes 75 presenten toxines.



Fig. 26. Peixos morts a causa de la ingestió de toxines fitoplanctòniques (Font: © Judy Baxter (CC BY-NC-SA 2.0)).

Es distingeixen els següents tipus de toxines, denominades en funció de l'efecte que causen a l'home: toxines paralitzants o PSP (de l'anglès *paralytic shellfish poisoning*), diarrièques o DSP (de l'anglès *diarrhetic shellfish poisoning*), amnèsiques o ASP (de l'anglès *amnesic shellfish poisoning*), neurotòxiques o NSP (de l'anglès *neurotoxic shellfish poisoning*), azaspiràcides o AZP (de l'anglès *azaspiracid shellfish poisoning*) i ciguatoxines o CFP (de l'anglès *ciguatera fish poisoning*).



Fig. 27. Cartell de prohibició de pesca de mol·luscs a causa d'una marea roja (Font: © Razvan Orendovici (CC BY 2.0)).

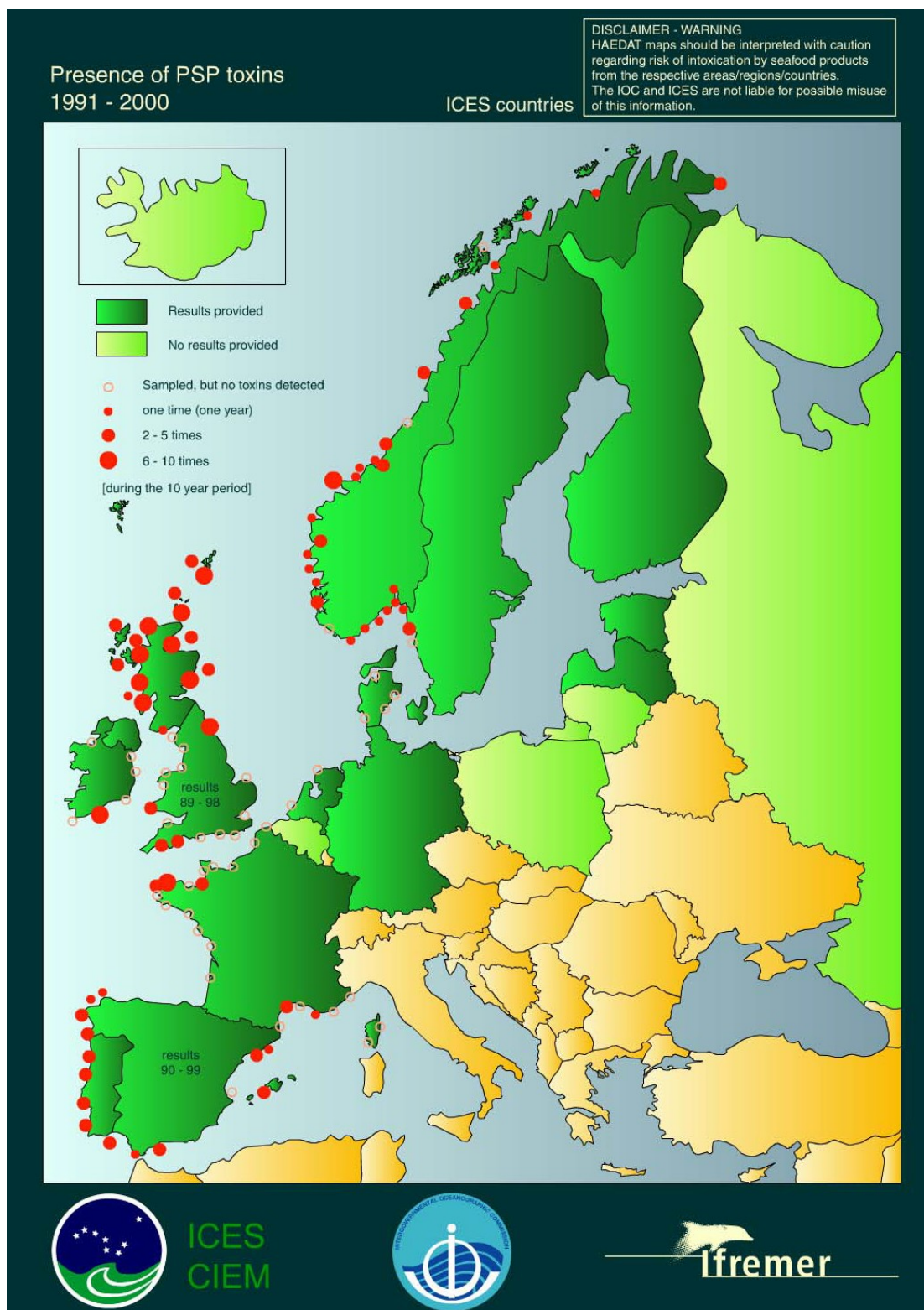


Fig. 28. Presència de toxines PSP en aigües dels països europeus membres de la CIEM en el període 1991-2000 (Font: [Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer](http://www.ifremer.fr)).

La recollida de mostres

L'obtenció de mostres sempre ha representat un problema per als investigadors, a causa de la diversitat de característiques dels individus que formen el plàncton, els quals tenen una mida que va des de mil·lèsimes de mil·límetre fins a desenes de centímetres; per tant, és molt difícil dissenyar un mètode que permeti col·lectar una mostra que reuneixi tots aquests tipus d'organismes. La presa de mostres i la seva preparació i conservació posterior són una mica diferents segons si volem estudiar fitoplàncton o zooplàncton, ja que el primer és molt més abundant que el segon.

Per recol·lectar mostres que permetin el seu estudi posterior en el laboratori es poden utilitzar diversos mètodes, en funció del tipus de plàncton que es vol estudiar, de la fondària, del lloc, ... :

- captura mitjançant ampolles,
- les xarxes,
- els toma-mostres,
- les bombes d'aigua, ...



Fig. 29. Pesca de plàncton amb màniga o xarxa de plàncton, que es realitza habitualment des d'una embarcació i, en algun cas, des de punts de la vorera.

Al laboratori, quan s'estudien les mostres de plàncton amb microscopis o lupes binoculars, a més d'identificar les espècies, es fan recomptes del nombre d'individus a partir d'un volum conegut d'aigua, per poder conèixer les densitats de les poblacions. En funció de l'abundància del plàncton, podria ser suficient agafar només unes gotes en el cas de les proliferacions fitoplanctòniques, o podríem necessitar filtrar grans volums d'aigua en el cas d'aigües molt pobres en zooplàncton.

Estructura global de la visita

HORARI aproximat	ACTIVITAT	ESPAI	GRUP
09:30 - 09:45	Presentació	Hall – Sala exposició	A + B
09:45 - 11:00	Recollida de mostres (sempre que les condicions meteorològiques ho permetin)	Port	A + B
11:00 - 11:20	Pausa - Berenar	Parc	A + B
11:30 - 12:30	Estudi de les mostres	Laboratori	A
	Audiovisuals	Aula audiovisuals	B
12:30 - 13:30	Estudi de les mostres	Laboratori	B
	Audiovisuals	Aula audiovisuals	A
13:30	Conclusions i acomiadament	Hall – Sala exposició	A + B

Al Portitxol

Amb l'ajut d'aparells, mesurarem tota una sèrie de paràmetres fisicoquímics de l'aigua i apuntarem les dades a la taula següent, on anotarem també les condicions ambientals.

Data:	Hora:	Centre educatiu/Grup: /			
Direcció del vent:		Condicions meteorològiques:			
Punts de mostreig:					
Fondària Disc de Secchi (m):					
Temperatura (°C)					
pH					
Salinitat (‰)					

Pescarem mostres de plàncton amb les xarxes de plàncton i les conservarem en ampolles de plàstic per a la seva posterior observació al laboratori.

Al laboratori

- Amb una pipeta, col·loca dins una placa de Petri una mostra del plàncton que heu capturat amb les xarxes i observa-la amb la lupa binocular, primer amb poc augment i després amb més augments.

Tria alguns organismes que hagi vist, observa'ls detingudament i prova de dibuixar-los.

- Intenta identificar-los i fes una llista del que vegis, utilitzant la clau general del plàncton i l'ajut dels tècnics i de les guies.

- Agafa dos portaobjectes de vidre, col·loca a cadascun d'ells una gota d'aigua amb la pipeta, en un d'ells una gota de la pesca del plàncton que heu fet i a l'altre una gota de les mostres que ja hi al laboratori. Tapa'ls amb els cobreobjectes i posa les preparacions en el microscopi òptic.

Intenta identificar el que vegis amb les claus que us proporcionaran i dibuixa alguns dels organismes que vegis.

Qüestionari

Has vist alguna vegada aquest organisme?
Sabries dir què és?



Fig. 30

Saps què és això i per què serveix?



Fig. 31

Per què el plàncton és tan important per a la resta d'organismes marins?

Per què el fitoplàncton viu a la superfície del mar i no al fons?

Amb quins mecanismes compten els organismes planctònics per no enfonsar-se?

Hi ha la mateixa quantitat de plàncton al llarg de l'any?
En quines èpoques és més abundant?

Què és aquesta taca vermella a la mar?



Fig. 32 (Font:  Alejandro Díaz )

Per què no podem menjar els musclos i ostres d'una zona afectada per una marea roja?

BIBLIOGRAFIA

- Delgado M., Fortuño J.M. (1991). Atlas de Fitoplancton del Mar Mediterráneo. *Scientia Marina*, 55 (Supl. 1), 133 pp.
- Història Natural dels Països Catalans (1985). Volum 4 Plantes Inferiors. Enciclopèdia Catalana.
- FAO (2005). Biotoxinas marinas. Estudio FAO: alimentación y nutrición.
- Gili J.M., Riera T., Corbera J. (1990). El zooplàncton. Col·lecció Norai, vol. 6. Escola del Mar, Badalona. 99 pp.

Webs

- Institut de Ciències del Mar (www.icm.csic.es)
- Comissió Oceanogràfica Intergovernamental de la UNESCO. Llista taxonòmica de referència de microalgues peril·lozes: (<http://www.marinespecies.org/hab/index.php>)
- Blog “Fitopasión, el mundo de las microalgas” (<http://fitopasion.blogspot.com.es/>)
- Agència Catalana de Seguretat Alimentària. Biotoxines marines. (<http://acsa.gencat.cat/ca/detall/article/Biotoxines-marines-00001>)