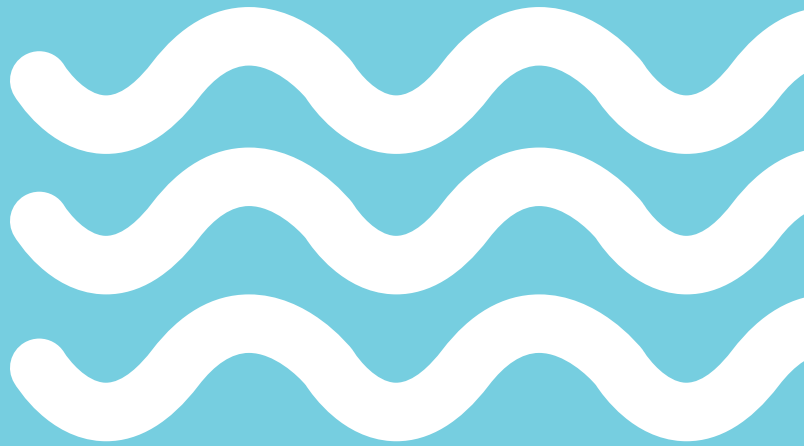


LES ALGUES DEL NOSTRE TERRITORI



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



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA



Alumnat a qui va dirigit:

De 3er i 4rt d'ESO, i de batxillerat.

Àrees/Matèria:

Biologia, Ciències de la Terra, Ecologia, Medi ambient, Biodiversitat i Activitat física.

Descripció:

Coneixes les algues de la teva costa? Sabries diferenciar entre una alga i una planta marina? Sabies que hi ha algues unicel·lulars que no són microscòpiques? El primer pas per aprendre i entendre el món de les algues és l'observació, per això, us proposem posar-nos el neoprè, la màscara i el tub i anar a fer snorkel. Aquesta activitat ens permetrà observar la vida marina del nostre territori alhora que fem exercici.

Per a saber més i entrar més en detall sobre les espècies, ens convertirem en científics i farem el mateix procediment que un científic o científica per a estudiar el fons marí. Serem oceanògrafs i oceanògrafes per un dia! Anotarem i agafarem mostres de les diferents algues de la costa, i a més a més calcularem l'abundància de cada espècie.

Després de cada investigació de camp, sempre s'han d'analitzar les mostres i observar les dades obtingudes. I finalment farem la creació d'un herbari amb les algues obtingudes, i per grups la creació de la zonació algal de la zona estudiada.

Aspectes metodològics:

Excursió i sortida de tot un matí on es farà *snorkel* o immersió lleugera, i diverses activitats a l'aigua. Posteriorment és necessari una o dues sessions per observar les algues al laboratori. També s'ha creat una activitat grupal per a l'alumnat que consistirà en crear un mural amb la zonació algal de la zona on hem fet la sortida.

Objectius:

- Distingir les espècies marines.
- Saber nedar i buscar espècies.
- Aprendre a diferenciar els grans grups marins: equinoderms, algues, plantes, peixos, mol·luscs, etc.
- Aprendre com es fa un estudi científic a partir de transectes.
- Conèixer la diversitat dins el món de les algues.
- Comprendre com es produeix la fotosíntesi.
- A partir de diverses algues unicel·lulars que trobem pel nostre litoral, practicar l'experiment de Hammerling i d'aquesta manera comprendre la diferencia entre cèl·lules eucariotes i procariotes.

Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic:

- **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 6.** Reconèixer i aplicar els processos implicats en l'elaboració i validació del coneixement científic
- **Competència 11.** Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana

Recursos:

- Guia didàctica.
- Kit d'*snorkel*: neoprè, màscara, tub, aletes.
- Per a l'estudi científic: cinta mètrica, pot de vidre, quadrant, pissarra submergible.
- Per a observar la fotosíntesi: planta aquàtica, got de precipitat, embut, llum artificial.

LES ALGUES

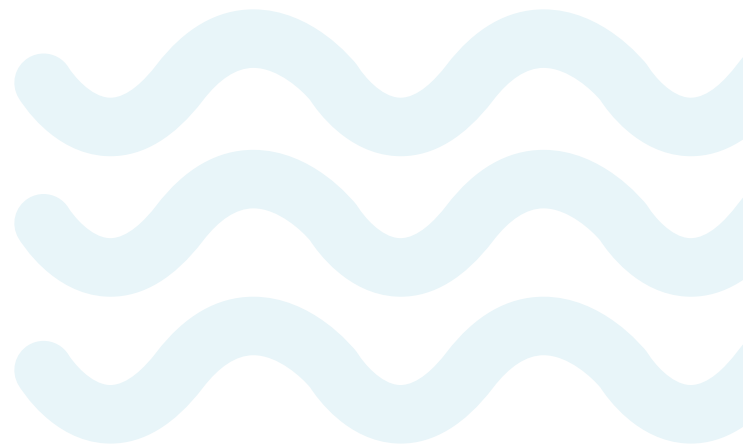
Les algues són les grans desconegudes per la majoria de persones. No obstant, la seva importància és grandiosa, ja que es consideren el **pulmó del planeta** terra i generen gran part de l'oxigen que respirem.

Avui en dia encara es fan molts descobriments sobre les algues, són presents en l'actualitat de molts camps, i són les responsables de la innovació en camps tant diversos com la gastronomia, la salut, l'energia i el comerç.

Gràcies als nous descobriments científics classifiquem les algues com un **grup independent i sovint difícil de classificar**. No està clar a quin regne pertanyen, ja que dins el propi grup d'algues hi ha molta heterogeneïtat, i això vol dir que les diferències entre una alga i una altra són tant grans com entre un arbre i un fong. Com a classificació més generalitzada totes les algues les considerem dins del **grup Protista**, i totes elles són **eucariotes**. Però també cal saber que existeixen els cianobacteris (coneguts popularment com algues verd-blavoses per tenir clorofil·la, i per la seva similitud en quant a morfologia i funcionament) que en realitat són organismes procariotes fotòtrofs, però per a certs autors són algues i per a altres són bacteris.

Dins del gran grup distingim 4 grups d'algues: **Les vermelles, les verdes, les brunes, i un grup que inclou el fitoplàncton**. La seva classificació s'ha agrupat principalment per la seva coloració i la mida.

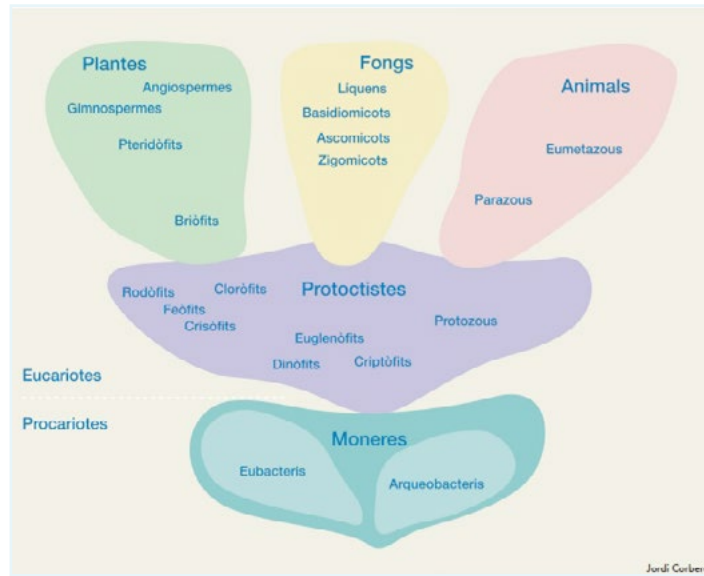
A nivell general l'important és que una alga ha de ser capaç de realitzar la fotosíntesi i obtenir carboni orgànic amb l'energia solar. Les trobem en hàbitats molt diversos, sempre i quan hi hagi humitat i lluminositat.



A) LES ALGUES VERMELLES

El nom del grup s'anomena **Rhodophyta** i com indica el seu nom popular tenen coloració vermella. Els rodòfits presenten clorofil·la A i D, i es caracteritzen per l'absència de midó dins els cloroplasts.

Aquestes algues són utilitzades principalment en el sector alimentari i farmacèutic, com per exemple per a la producció d'**agar-agar**, una substància gelatinosa que s'usa de medi de cultiu de bacteris i fongs, com a estabilitzador de certs aliments comestibles o per a produir gelatines.



Imatge 1: Classificació i filogènia dels essers vius. Arbre evolutiu de Whittaker i Margulis. Inclouent la separació d'Arqueobacteris i Bacteris. Disseny: Jordi Corbera. Font: Mar a Fondo.

B) LES ALGUES BRUNES

El nom del grup s'anomena **Phaeophyceae** i com indica el seu nom tenen coloració marronosa.

Les feofícies presenten clorofil·la A i C, a més de la fucoxantina (pigment responsable de la seva coloració). Es troben principalment en zones boreals i freds, tot i que a la Mediterrània també en tenim.

Poden arribar a ser algues de gran mida creant boscos submarins com és el cas de les laminàries, les algues típiques que trobaríem a les platges gallegues quan baixa la marea. Moltes d'elles són comestibles com per exemple la *Undaria pinnatifida* (wakame) o la *Laminaria spp.* (kombu), i de les algues brunes s'extreuen els alginats, un additiu alimentari molt usat.

C) LES ALGUES VERDES

El nom del grup comprèn les **Chlorophyta** i les **Charophyta**. Presenten clorofil·la A i B en la mateixa proporció que les plantes, i midó als cloroplasts. Presenten característiques similars a les plantes terrestres, per això molta gent les confon amb plantes. De fet, es creu que les plantes provenen d'una alga verda dulciaquícola.

Hi ha unes 7.000 espècies d'algues verdes, de les quals només 800 són marines i la resta es troben en aigües dolces o en ambients terrestres. Són capaces de tolerar grans variacions de salinitat i ambients molt variables en els quals poques espècies aconseguen sobreviure.

Quina diferència hi ha entre una alga i una planta?

Les plantes pertanyen al regne Plantae, i les algues als Protista. Les plantes presenten un teixit vascular, totes són pluricel·lulars, formen embrió i per tant, tenen flor i fruit. Les algues en canvi, no presenten teixit conjuntiu vascular, moltes són unicel·lulars i la seva reproducció pot ser per multiplicació (despreniment de parts del talús), asexual (sense fecundació, directament de l'espóra es crea un nou individu) i sexual (fecundació dels gàmetes).

Cal destacar les plantes marines. A aquestes se les anomena fanerògames, i com a tota planta fan flor i fruit, però les trobem sota el mar. En la nostra costa trobem majoritàriament, sent la més important, la **Posidonia oceanica**. És de gran interès ecològic ja que és un productor primari, constitueix l'hàbitat de més de 300 espècies diferents, redueix la pèrdua d'arena de les platges, esmorteix l'embat de les ones, i fa que les aigües siguin molt transparents.

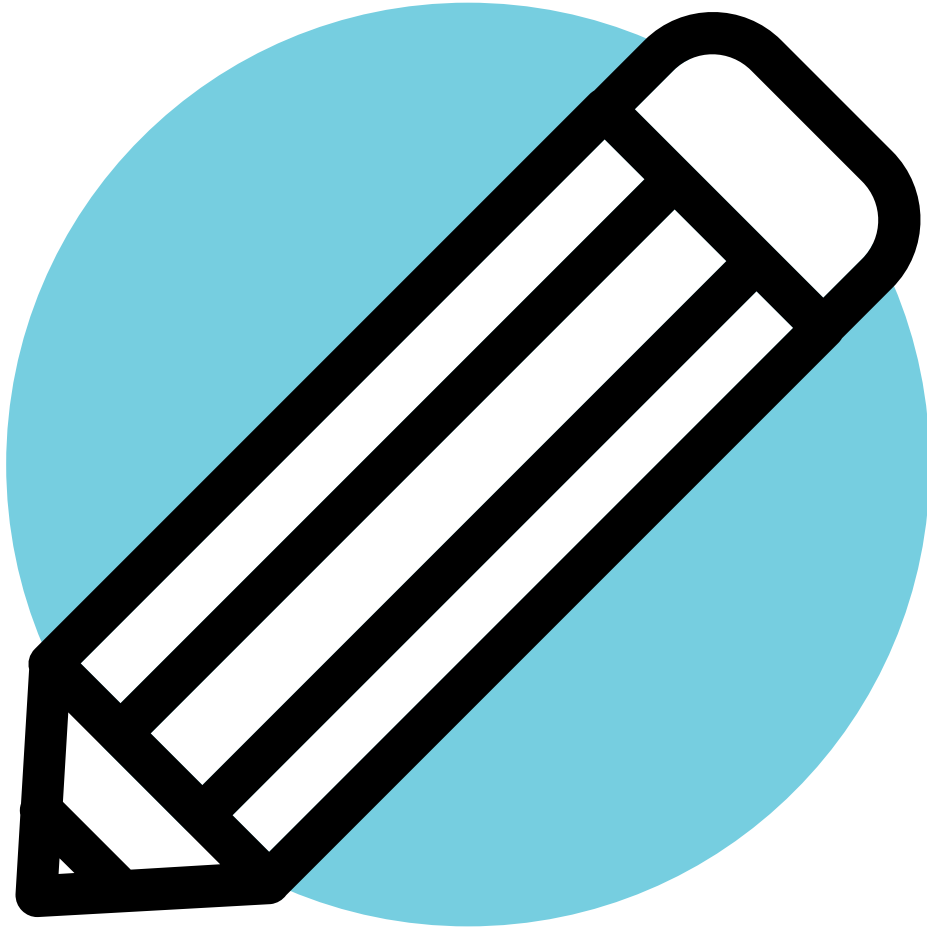
En aquesta guia didàctica ens centrarem en les algues marines. Aquestes estan sotmeses a diversos factors presents en el medi marí que condicionen la seva distribució com són la llum, el substrat, la temperatura, l'hidrodinamisme i la salinitat. Aquests factors fan que cada alga tingui aspectes biològics diferents.

Segons la llum podem diferenciar dos tipus d'algues: les **fotòfiles** que necessiten la presència de molta llum, i les **esciòfiles** que en necessiten menys.

La majoria d'algues viuen sobre el substrat, és a dir, sobre del fons marí, exceptuant alguns sargassos que viuen flotant. Depenent de com és el substrat, les algues tenen tècniques de fixació diferent: poden ser algues incrustants (colonitzant la roca), algues amb rizoides, algues sobre d'altres algues, plantes o organismes; i també trobaríem les algues unicel·lulars simbiotes.

Hi ha espècies que tenen una gran capacitat de resistència a la dessecació (alta temperatura i salinitat), per tant, les trobaríem en zones de més influència de les mareas.





ACTIVITAT I QÜESTIONARI



PRACTICA 1: ZONACIÓ ALGAL DE LA NOSTRA COSTA

ACTIVITAT: ESTUDI DE LES ALGUES EN UNA ZONA COSTANERA ROCOSA. SORTIDA D'SNORKEL. CREACIÓ D'UN PÒSTER DE LES ALGUES DEL TERRITORI I FABRICACIÓ DEL TEU PROPÍ HERBARI D'ALGUES.

Com ja hem vist, les algues tenen una distribució molt marcada depenent de les condicions. Això ho podem veure a simple vista anant a la costa i observant les roques.

Què és la zonació? És la distribució d'organismes segons els factors topogràfics i climàtics. A la costa distingirem 3 zones ben marcades:

SUPRALITORAL: mai està coberta per aigua, però sí que es veu afectada per les esquitxades de les onades.

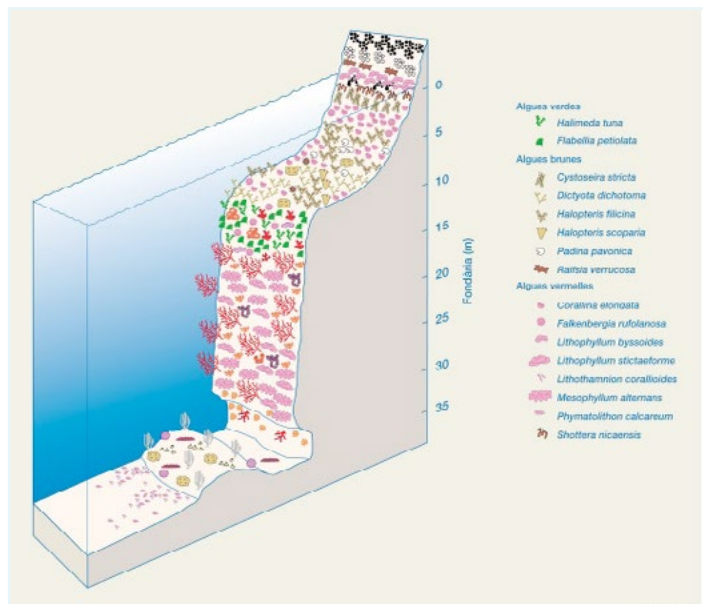
MESOLITORAL: quan la marea és alta es troba coberta per aigua, i quan la marea és baixa, es troba sense aigua. També és la zona afectada per les onades.

SUBLITORAL: sempre es troba sota el nivell del mar.

Com que ens trobem a la Mediterrània, les mareas no són gaire grans, però igualment es poden distingir les tres zones.

Per començar l'estudi, marcarem diverses zones, una per grup, creant transsectes. La creació del transsecte consisteix en delimitar la zona d'estudi de 10 metres amb una cinta mètrica. Així tindrem marcat en cm/m cada punt de la nostra zona.

Gràcies a una guia d'algues anirem identificant les espècies. A més, un cop sabem la distribució de les algues, també podem mesurar l'abundància de cadascuna.



Imatge 2: Esquema de la zonació algal de litoral rocós. Llegenda a la dreta de cada tipus d'alga. Disseny: Jordi Corbera. Font: Mar A Fondo.



Imatge 3: Material necessari per a fer l'estudi de les algues. Font: Plàncton.



Per poder fer anotacions al mar, és idoni utilitzar un portafoli de plàstic amb papers vegetals plastificats i un llapis. És la manera d'escriure sota l'aigua.

CÀLCUL DE L'ABUNDÀNCIA D'ALGUES:

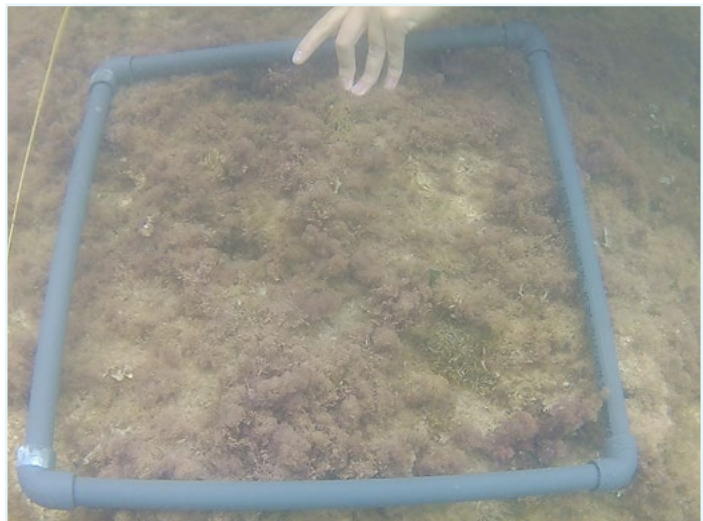
Amb l'ajuda d'un quadrant, és a dir, una estructura en forma de quadrat que col·locarem sobre de les algues i fotografarem el resultat. Digitalment o *in situ*, podrem veure quina és la quantitat de cada espècie d'algues dins de cada quadrant, i marcar-li un % per a cadascuna. Per a que les dades siguin més fiables farem l'estudi de l'abundància de manera aleatòria. Per tant, la millor manera és col·locar el quadrant a cada metre alternant el costat, des del metre 0 al 10.

A més a més, farem una recollecció de diverses algues que posteriorment observarem al microscopi. Per poder fixar-nos en els seus teixits i cèl·lules, farem un tall transversal d'aproximadament 1-2 mm.

Tota la identificació de les espècies ho pujarem a la web **NATUSFERA**. Es una plataforma virtual col·laborativa on pots compartir totes aquelles espècies que has vist. Si et trobes amb alguna espècie que no saps identificar, la comunitat de NATUSFERA et pot ajudar. Amb aquesta web t'iniciaràs com a investigador científic: <http://natusfera.gbif.es/>



Imatge 4: Col·locació de la cinta mètrica en la nostra zona d'estudi per a crear el transecte. Font: Plàncton.



Imatge 5: Quadrant de PVC al costat de la cinta mètrica per valorar l'abundància de cada espècie. Font: Plàncton.

Amb totes les dades recopilades sobre l'abundància i la identificació de les espècies, es pot crear un mural o pòster on es podrà visualitzar la zonació de la teva costa. Si veiem que en certs punts de la roca, el que predomina no són algues sinó altres essers vius com esponges o cargols, és bo que ho incloquem en els resultats de la zonació final.

Amb totes les mostres obtingudes de les algues és recomanable fer una **col·lecció d'algues**. Per poder-ho fer hem d'eixugar, premsar i identificar les algues. Per poder-les premsar, és convenient col·locar-les entre diaris i canviar-ho periòdicament per la gran quantitat d'humitat que tenen les algues.



Imatge 6: Exemple d'una *Asparagopsis taxiformis* en un herbari.
Font: Niobioinformatics.

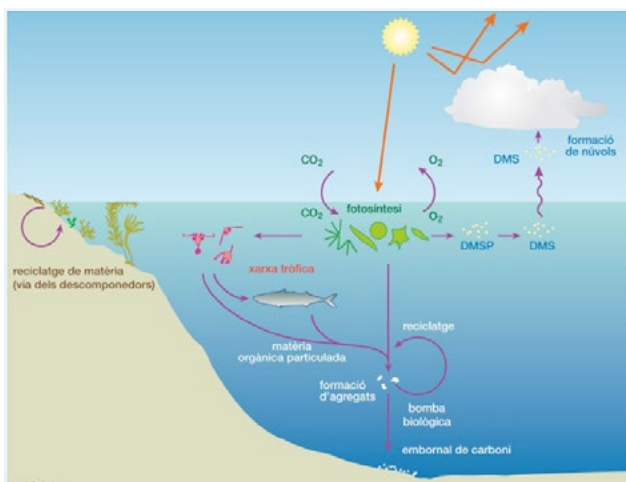


PRACTICA 2: ECOLOGIA DE LES ALGUES.

ACTIVITAT: SORTIDA D'SNORKEL.

El paper ecològic de les algues és primordial per a l'ecosistema marí. Tant elles com les fanerògames marines transformen l'energia, sent l'inici de moltes de les xarxes tròfiques marines. El 50% de l'oxigen alliberat a l'atmosfera és generat pel fitoplàncton, per aquest motiu se li diu que és el pulmó del planeta.

Gràcies a la seva activitat fotosintètica el fitoplàncton capta el diòxid de carboni (CO_2) transformant-lo en matèria orgànica, ajudant a reduir la seva concentració atmosfèrica i també les molècules dissoltes en el mar. Així doncs, contribueix a mantenir la temperatura del planeta i l'acidesa dels oceans.

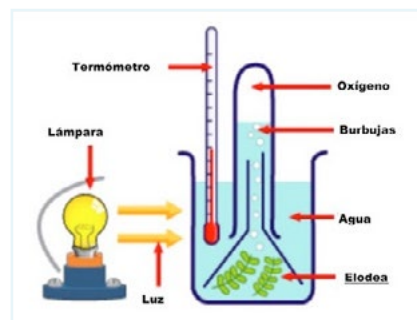


Imatge 7: Representació gràfica dels diferents papers de les algues. Disseny: Jordi Corbera. Font: Mar A Fons

EXPERIMENT:

L'experiment de la **fotosíntesi** es fa amb una planta aquàtica. Com hem vist en l'apartat inicial, entre algues i plantes hi ha moltes diferències, com el teixit vascular i la reproducció, però també tenen una gran i principal semblança, i és que les dues fan la fotosíntesi.

Com ho fem? Es col·loca una ramificació de la planta en un recipient transparent amb aigua destil·lada i 3 mL de bicarbonat sòdic 0,25%. Quan s'enfoca la planta amb llum artificial es veu com comença a alliberar bombolletes d'oxigen.



Imatge 8: Representació gràfica de l'experiment amb la planta Elodea. Font: ElProfeDeBiolo.

Podeu observar l'experiment en aquest vídeo (1 minut): <https://www.youtube.com/watch?v=7w9jpijjsA>



La planta més utilitzada per a fer l'experiment és l'ELODEA, però aquí no en podem aconseguir per ser una de les plantes més invasores que han invadit els nostres rius. Prova de fer-ho amb una altra planta aquàtica.



PRÀCTICA 3: ALGUES UNICEL·LULARS.

ACTIVITAT: SORTIDA D'SNORKEL. RECOLLIDA DE MOSTRES I OBSERVACIÓ AL MICROSCOPI.

Dins de les algues trobem un gran grup que són unicel·lulars. Alguns d'aquests individus no només fan la fotosíntesi, sinó que s'alimenten de la matèria orgànica, i a aquests se'ls anomena mixòtrofs (exemple: dinoflagel·lat). Són organismes microscòpics eucariotes vivint lliurement o formant cadenes (colònies).

Moltes d'aquestes algues pertanyen al fitoplàncton, per tant es troben flotant. I moltes d'elles també es troben en relacions de simbiosi amb animals com gorgònies, coralls, opistobranquis, anemones o altres protistes. Però no totes les algues unicel·lulars són microscòpiques. Al nostre territori trobem dues espècies unicel·lulars de gran mida: *Acetabularia acetabulum* i *Codium bursa*.

Codium bursa és una alga molt comuna i característica per la seva forma de bola verda plena d'aigua a l'interior amb una consistència esponjosa i elàstica quan és jove. Està formada per una única cèl·lula gegant amb nombrosos filaments ramificats i entrelaçats que formen un teixit dens.

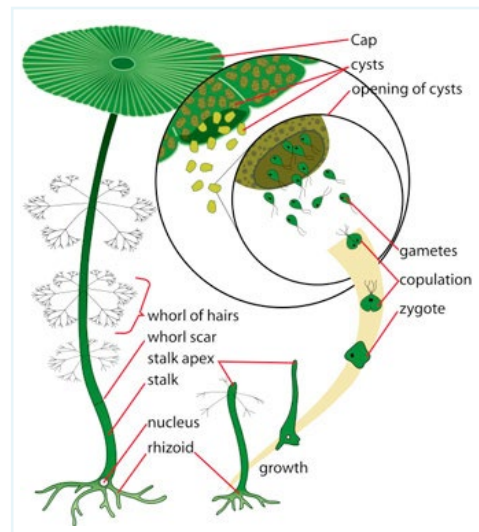
Acetabularia acetabulum són algues verdes unicel·lulars marines, amb una forma característica de paraigües. El seu nom comú es copa de sirena, per la seva forma. Van ser molt conegudes gràcies als experiments de Joachim Hammerling als anys 1930, on trasplantant parts de *A. mediterranea* i *A. crenulata* va mostrar que la informació genètica dels eucariotes està continguda en els nuclis.

La reproducció sexual de la copa de sirena consisteix en la divisió del nucli creant nombrosos nuclis secundaris que emigren cap a les branques. Aquestes es transformaran en petites cambres, i en cadascuna d'elles es formaran els cists. Quan el barret o la part superior en forma de paraigua es descompon, allibera els cists. Aquests s'obren i alliberen els gàmetes. La reproducció té lloc a l'estiu, que és l'únic moment on podem veure aquesta espècie amb el barretet a sobre de la tija, ja que la resta de l'any només hi ha l'arrel i la tija.

Hammerling va treballar amb l'alga acetabularia per la seva gran mida i per la fàcil manipulació. Aquesta alga va ser un gran model experimental perquè era de simple estructura i característiques fenotípiques observables. Tenen un petit peu (on tenen el nucli



Imatge 9: *Codium bursa* ancorat a una roca. Font: Algabase.

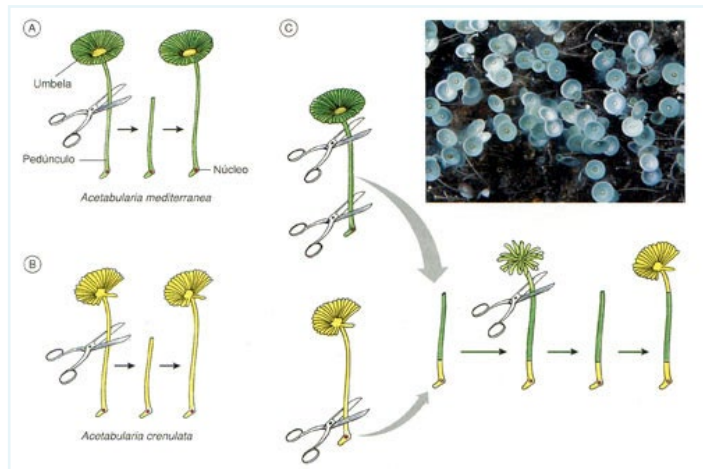


Imatge 10: Representació de la reproducció de l'Acetabularia. Font: Asturnatura.

cel·lular), la tija i la corona. En el seu experiment, Hammerling va utilitzar dos varietats *Acetabularia acetabulum* del mediterrani i *Acetabularia crenulata* de l'Atlàntic.

Va tallar el peu de les algues, va extraure el nucli de l'*Acetabularia acetabulum* i el va canviar pel de l'*A.crenulata*, i a la inversa. D'aquesta manera es va demostrar que la informació genètica dels eucariotes està continguda als nuclis, a diferència dels procarïotes que ho tenen dispers al citoplasma.

Per les costes de la Costa Daurada i Ebreca no només trobem aquestes dues espècies unicel·lulars importants. Sinó que cal destacar la presència de petits organismes unicel·lulars fòssils, anomenats orbitolines.



Imatge 11: Representació de l'experiment de Hammerling.
Font: Asturnatura.



Imatge 12: Orbitolines fòssils.
Font: Universidad de Huelva.

UNICEL·LULARS DEL PASSAT A LA COSTA DEL PERELLÓ I L'AMETLLA DE MAR: LES ORBITOLINES

Són **foraminífers** (un tipus de protozous) unicel·lulars bentònics molt abundants durant el Cretaci. Tenien una closca de calci cargolada en hèlix cònica d'uns 2 a 3 centímetres de diàmetre, que recorda a un barret xinès. En poden trobar de formes còniques i altres lenticulars.

Avui en dia és un ésser extint que encara el podem seguir observant en forma de fòssil per les nostres costes. Les orbitolines van colonitzar tots els mars a finals del Cretaci, just l'època en què els dinosaures desapareixen. En l'època del cretaci els Pirineus s'envoltaven per erupcions volcàniques i les fluctuacions del mar variaven fins a 25 metres.

QÜESTIONARI SOBRE LA SORTIDA:

Com van desaparèixer les orbitolines?

Fes un dibuix de totes les algues visualitzades al microscopi i identifica les seves parts.

Per què Hammerling va utilitzar l'Acetabularia?

Crea una xarxa tròfica que inclogui el fitoplàncton.

Quines algues utilitzem per al consum humà?

Què passaria si les algues desapareguessin?

Com podem saber que les algues tenen clorofil·la?

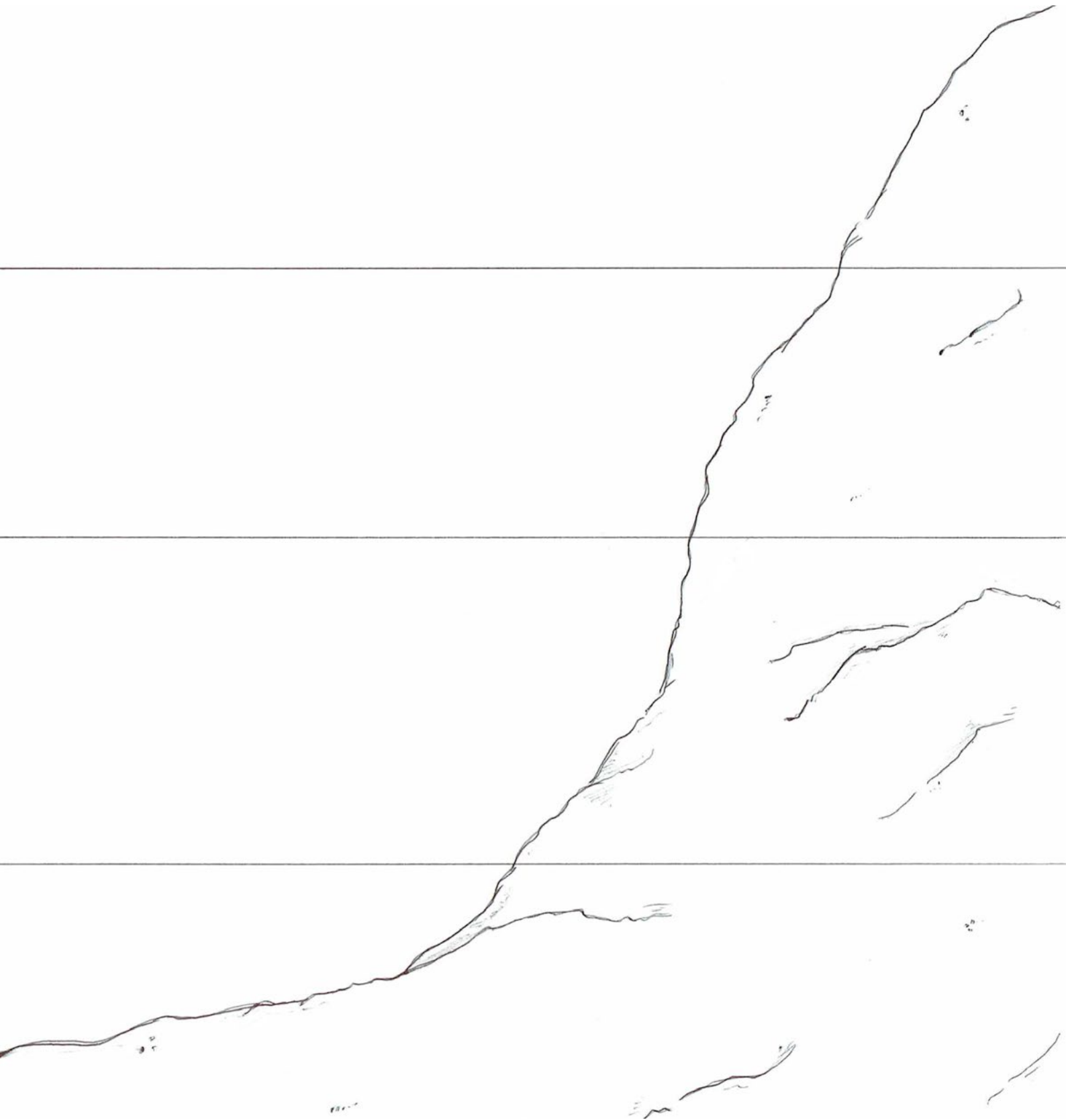
Per què quan ens trobem en un cas d'eutrofització als ports, el que més es veu són algues verdes?

Quins perills provoca una espècie invasora? Digues exemples d'espècies invasores de la mar Mediterrània, i del Delta de l'Ebre.

Al vídeo de l'Elodea, per què el foc creix?

Explica un exemple de simbiosi entre alga i animal.

Crea la zonació de la zona estudiada. Dibuixa aquelles algues i organismes més destacats.



RESULTATS DEL QÜESTIONARI

(Algunes de les respostes són orientatives, ja que les preguntes són de recerca i reflexió).

Com van desaparèixer les orbitolines?

Per causa de grans catàstrofes com la caiguda d'un meteorit fa 65'5 milions d'anys.

Per què Hammerling va utilitzar l'Acetabularia?

Perquè és una alga fàcil de trobar pel litoral i de fàcil creixement. A més, és de les poques espècies que són unicel·lulars i visibles a simple vista.

Crea una xarxa tròfica que inclogui el fitoplàncton.

Fitoplàncton → petxines, gambes o peixets → pops → gavina

Quines algues utilitzem per al consum humà?

Ulva sp (enciam de mar), Spirulina maxima (espirulina), Porphyra sp (nori), Gelidium, Euchema y Gracilaria (agar), Palmaria palmata (dulce), Saccharina japonica (kombu), Eisenia bicyclis (arame), Undaria pinnatifida L. (wakame), Hizikia fusiforme (hiziki), Durvillaea antarctica (Cochayuyo), Fucus sp, etc.

Què passaria si les algues desapareguessin?

Pèrdua de l'hàbitat de moltes espècies d'invertebrats i vertebrats. Per tant, a banda de desaparèixer les algues també desapareixerien molts altres animals.

A més, també es patiria una reducció de l'oxigen que les algues proporcionaven. Seria un desastre per la vida en els oceans. Es trencaria la cadena tròfica.

Com podem saber que les algues tenen clorofil·la?

La clorofil·la és un pigment que absorbeix les longituds d'ona de l'espectre electromagnètic de la llum. Dóna la coloració verda a les algues i plantes.

Per què quan ens trobem en un cas d'eutrofització als ports, el que més es veu són algues verdes?

A causa de la contaminació humana, hi ha un augment de nitrogen i fòsfor a l'aigua. Pel fet d'enriquir l'aigua amb aquests elements, moltes microalgues poden créixer exponencialment. A aquestes se les anomena oportunistes i majoritàriament són algues verdes.

Quins perills provoca una espècie invasora? Digues exemples d'espècies invasores de la mar Mediterrània i del Delta de l'Ebre.

Espècie invasora Mediterrània: medusa *Rhopilema nomadica*, peix *Siganus luridus*, corall *Oculina patagonica*, alga *Caulerpa racemosa*, peix globus japonès *Lagocephalus sceleratus*, peix lleó *Pterois volitans*...

Espècie invasora Delta de l'Ebre: Cranc blau americà (*Callinectes sapidus*), opistobranqui *Bursatella leachii*, ascidi (*Styela plicata*), poliquet tubícola (*Branchioma luctuosum*), musclo zebra (*Dreissena polymorpha*), cargol poma (*Pomacea maculata*), silur (*Silurus glanis*)...

Al vídeo de l'Elodea, per què el foc creix?

Perquè l'*Elodea* allibera oxigen amb la seva fotosíntesi i el foc s'alimenta d'oxigen.

Explica un exemple de simbiosi entre alga i animal.

Els coralls presenten algues en la seva estructura. Els coralls es beneficien de l'energia de la fotosíntesi de les algues, i les algues es beneficien per tindre un espai constant on viure i en bones condicions.

ENLLAÇOS D'INTERÈS

www.vinseum.cat

www.importancia.org/educacion-ambiental.php

cienciaybiologia.com/fitoplancton/

www.encyclopedia.com

www.asturnatura.com

www.elmarafondo.com

www.natusfera.com

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/57432/1/Identificacion de especies aloctonas en el Delta del Ebr JARDI PONS ANDREA.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/57432/1/Identificacion_de_especies_aloctonas_en_el_Delta_del_Ebr_JARDI_PONS_ANDREA.pdf)

BIBLIOGRAFIA

ADL, S. M., SIMPSON, A. G. B., FARMER, M. A., ANDERSEN, R. A., ANDERSON, O. R., BARTA, J. R., BOWSER, S. S., BRUGEROLLE, G., FENSOME, R. A., FREDERICQ, S., JAMES, T. Y., KARPOV, S., KUGRENS, P., KRUG, J., LANE, C. E., LEWIS, L. A., LODGE, J., LYNN, D. H., MANN, D. G., MCCOURT, R. M., MENDOZA, L., MOESTRUP, Ø., MOZLEY-STANDRIDGE, S. E., NERAD, T. A., SHEARER, C. A., SMIRNOV, A. V., SPIEGEL, F. W. and TAYLOR, M. F. J. R. (2005), The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52: 399–451.

Biocyclopedia 2012, Endosymbiosis and Origin of Eukaryotic Algae

Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th edición). New York: W. H. Freeman and Company. pp. 316-321, 347. ISBN 0-7167-1007-2.

Radulovich, R., Umanzor, S., & Cabrera, R. (2013). *Algas Tropicales*. Editorial Universidad de Costa Rica, San Jose.

Laybourn-Parry, J., Perriss, S. J., Seaton, G. G., & Rohozinski, J. (1997). A mixotrophic ciliate as a major contributor to plankton photosynthesis in Australian lakes. *Limnology and Oceanography*, 42(6), 1463-1467.

Lamouroux JVF (1812). "Extrait d'un mémoire sur la classification des Polypiers coralligènes non entièrement pierreux". *Nouveaux Bulletin des Sciences, par la Société Philomathique de Paris*. 3: 181–188.

Guiry, M.D.; Guiry, G.M. (2007). "Genus: *Acetabularia* taxonomy browser". *AlgaeBase version 4.2* World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Retrieved 2007-09-27.

Mandoli, DF (1998). "Elaboration of Body Plan and Phase Change during Development of *Acetabularia*: How Is the Complex Architecture of a Giant Unicell Built?". *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 49: 173–198. PMID 15012232. doi:10.1146/annurev.arplant.49.1.173.

B. Goodwin (1994) "How the Leopard Changed its Spots" Weidenfeld & Nicolson, London

Hämmerling, J (1953). "Nucleo-cytoplasmic relationships in the development of *Acetabularia*". *J. Intern. Rev. Cytol.* International Review of Cytology. 2: 475–498.

Lee, Robert E. (1999). *Phycology*. Cambridge, [England]: Cambridge University Press. p. 217.

Shihira-Ishikawa, I (1984). "Chromosome behavior in the primary nucleus of *Acetabularia calyculus* as revealed by epifluorescent microscopy". *Protoplasma*. 122: 27–34.



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



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

