



EL MAR I EL CANVI GLOBAL

ACTIVITAT PEDAGÒGICA
DOSSIER DEL PROFESSOR



MARE NOSTRUM?

ACTIVITAT SOBRE EL MAR I EL CANVI GLOBAL MUSEU DEL PORT DE TARRAGONA

TÍTOL: *Mare Nostrum?*

DESTINATARIS: Cicle Superior de Primària, 1r Cicle de la ESO.

DURADA DE L'ACTIVITAT: 1h aproximadament.

OBJECTIUS

- Prendre consciència de l'impacte que tenen les persones sobre el medi marítim en la seva vida quotidiana.
- Conèixer algunes problemàtiques ambientals concretes del medi marí com la contaminació, l'eutrofització, la sobrepesca i el canvi climàtic.
- Valorar el mar com un sistema fràgil que s'ha de respectar.

CONTINGUTS

- La contaminació de l'aigua: l'abocament de residus, vessaments tòxics, etc.
- L'eutrofització: l'excés de nutrients abocats al mar provinents de l'agricultura, la indústria i les zones urbanes.
- El canvi climàtic: l'efecte hivernacle, l'escalfament global i les seves conseqüències al mar.
- La pesca: consum responsable i sostenible.

DINÀMICA

L'activitat s'articula al voltant d'una maleta didàctica que recull diverses dinàmiques que ens permeten treballar alguns dels principals problemes ambientals del medi marítim.

Està previst que el professor/a faci la INTRODUCCIÓ en gran grup, per tal de situar als alumnes en la temàtica del taller. Tot seguit, el professor/a explicarà en què consisteixen les 4 DINÀMIQUES i es dividiran els/les alumnes en 4 grups. Cada grup començarà per una prova diferent i cada 10 minuts canviaran de dinàmica. Al final es farà la POSADA EN COMÚ conduïda pel professor/a.

INTRODUCCIÓ

Material: carpeta amb 12 dibuixos d'accions quotidianes.

Aquesta activitat està pensada per a ser realitzada amb tot el grup classe. L'objectiu és observar com accions quotidianes sense importància tenen un efecte sobre el medi ambient, especialment sobre el mar i la costa.

Aquest treball ha de ser dinamitzat pel professor/a que mostrarà una sèrie de dibuixos d'accions quotidianes per tal que els i les participants reflexionin com aquestes incideixen de forma directa o indirecta sobre el medi marítim.

Podem trobar dins la maleta les següents accions o situacions:

Platja plena de turistes: la massificació de les platges suposa que aquestes s'embrutin amb gran quantitat de deixalles. Aquestes deixalles poden anar a parar fàcilment al mar i malmetre els ecosistemes marins.

Petrolier: les mareas negres són gran problema de contaminació marina cada vegada que hi ha accidents i col·lisions d'aquests vaixells. Però, els abocaments més importants de petroli al mar, procedeixen de rentar els dipòsits dels vaixells amb aigua de mar.

Barca de pesca: el problema de la sobrepesca provoca un dèficit d'algunes espècies i en conseqüència desequilibris en les xarxes tròfiques.

Urbanització de la costa: l'excés d'urbanització a la costa provoca problemes de contaminació de les aigües marines o l'excés d'abocament de nutrients al mar amb el conseqüent problema d'eutrofització.

Llençar un paper a terra: la mala gestió d'un residu pot fer que aquest arribi fins al mar per culpa de la pluja o el vent.

Llençar oli a l'aigüera: aquest fet pot perjudicar els processos de depuració de les aigües residuals que finalment aniran a parar al mar.

Estirar la cadena del WC: gran part de les aigües residuals, tard o d'hora van a parar al mar, aportant un excés nutrients a les aigües marines amb els conseqüent problema d'eutrofització.

Menjar peix: és important fer un consum responsable del peix per tal de no contribuir a la sobrepesca i respectant la talla adequada.

Anar amb cotxe: el fet d'anar amb cotxe contribueix a l'emissió de gasos hivernacle a l'atmosfera, contribuint al canvi climàtic i als seus efectes sobre el mar.

Encendre un llum: l'ús d'energia de fonts no renovables contribueix a l'emissió de gasos hivernacle a l'atmosfera, contribuint al canvi climàtic i als seus efectes sobre el mar.

Netejar el WC: l'ús de certs productes neteja, que contenen substàncies tòxiques, pot perjudicar els processos de depuració de les aigües residuals que finalment aniran a parar al mar.

DINÀMICA 1: Contaminació

Material: 2 capsetes amb 1 joc de cartes cadascuna (24 cartes).

Aquesta dinàmica ens permet entendre com, a vegades, objectes sense importància de la nostra vida quotidiana poden provocar greus problemes al mar si en fem una mala gestió quan es converteixen en residus.

Motivació de la dinàmica: representa que hi ha hagut un problema ecològic i hem de resoldre qui ha estat el culpable. Per investigar-ho, interrogarem als sospitosos utilitzant una versió del joc "Qui és qui":

1.- Els/les participants d'aquesta dinàmica es dividiran en 2 subgrups. Cada subgrup tindrà 24 cartes i les col·locaran una al costat de l'altra en 4 files de 6 cartes, sense que l'altre grup les pugui veure.

2.- Cada subgrup triarà una de les seves cartes com a "culpable" i haurà d'intentar endevinar "el culpable" de l'altre subgrup, a través de realitzar diferents preguntes.

3.- Les preguntes només es podran contestar amb un SÍ o un NO i en cap cas es podrà preguntar directament pel nom de l'objecte, sinó tant sols sobre la informació que ens aporta la carta o sobre les característiques físiques de l'objecte.

4.- Les preguntes s'aniran alternant, ara un grup ara un altre. A mesura que es vagin fent les preguntes i obtenint les respostes es podran anar girant del revés les cartes oportunes per tal d'anar descartant "culpables".

5.- Quan un subgrup està convençut d'haver trobat el culpable, el dirà en veu alta. Si l'endevina haurà guanyat la partida, sinó haurà de tornar a començar.

CARTES DE CADA JOC AMB LA SEVA INFORMACIÓ

Residu	Origen	Conductor	Quin perill té?
Garrafa de plàstic	Platja	Onada	Ingerida per animals
Garrafa de plàstic	Abocador	Pluja	Efecte abrasiu
Ampolla de plàstic	Abocador	Pluja	Ingerida per animals
Ampolla de plàstic	Platja	Onada	Efecte abrasiu
Bossa de plàstic	Carrer	Vent	Ingerida per animals
Bossa de plàstic	Platja	Vent	Atrapa els animals
Pila	Abocador	Pluja	Efecte tòxic
Pila	Carrer	Pluja	Efecte tòxic
Tetra-brik	Abocador	Pluja	Efecte abrasiu
Bossa paper	Carrer	Vent	Ingerida per animals
Llauna	Platja	Onada	Talls i punxades
Llauna	Abocador	Vent	Efecte abrasiu
Puntes de cigarreta	Carrer	Pluja	Ingerida per animals
Puntes de cigarreta	Platja	Onada	Ingerida per animals
Anelles de plàstic	Platja	Onada	Atrapa organismes i ocasiona ferides
Tap d'ampolla	Carrer	Pluja	Ingerida per animals
Tros plàstic	Abocador	Pluja	Ingerit per animals
Recipient d'alumini	Abocador	Vent	Efecte abrasiu
Embolcall de menjar	Carrer	Vent	Ingerit per animals
Paper d'alumini	Carrer	Vent	Efecte de recobriment, impedeix l'alimentació
Paper d'alumini	Platja	Vent	Efecte abrasiu
Oli	Carrer	Pluja	Efecte tòxic
Vidre	Abocador	Pluja	Talls i punxades
Vidre	Platja	Onada	Efecte abrasiu

Cada any, diferents organismes i institucions públiques fan campanyes per tal de conscienciar la població dels perills que comporten els residus mal gestionats. (Annex 1)

DINÀMICA 2: Eutrofització

Material: 1 taulell de joc (2 parts) i 1 capseta amb les fitxes del joc (cases, peixos, nutrients, oxigen, fitoplàncton i descomponedors) i 4 cartes de descripció dels rols.

Per mitjà de l'elaboració d'un esquema comprendrem què passa quan les persones aboquen un excés de nutrients al mar i quins efectes tenen sobre els ecosistemes.

L'esquema es mourà mitjançant un joc senzill de rol, sobre una representació del mar i la costa.

ROLS

- 1.- Humans
- 2.- Fitoplàncton
- 3.- Descomponedors
- 4.- Peixos

FUNCIONS DE CADA ROL

HUMANS: col·locaran al començament de cada cicle sobre l'esquema una casa que produirà 4 nutrients a l'aigua.

FITOPLÀNCTON: substituiran cada un dels nutrients per un ésser fotosintètic (fitoplàncton) i produiran un element d'oxigen que col·locaran en el lloc indicat de l'esquema.

DESCOMPONEDORS: en cada cicle la meitat dels éssers fotosintètics (fitoplàncton) que hi ha sobre l'esquema moriran (traslladant-los al fons del mar) i seran eliminats pels descomponedors. Per cada ésser fotosintètic eliminat també s'eliminarà un element d'oxigen de l'aigua.

PEIXOS: al final del cicle es posaran tants peixos sobre l'esquema com elements d'oxigen hi hagi a l'aigua.

DINÀMICA

És realitzaran tres o quatre cicles complets. Cada cicle tindrà quatre temps que corresponen amb les quatre accions dels rols i amb ordre descrit anteriorment.

Per obtenir més informació sobre l'eutrofització veure l'Annex 2.

DINÀMICA 3: La sobrepesca

Material: taulell (2 parts), 1 capseta amb les fitxes de l'esquema.

A partir de la representació d'una cadena alimentària entendrem quines conseqüències té la sobrepesca d'una espècie concreta per a la seva biocenosi i com ha de ser el nostre consum responsable i sostenible.

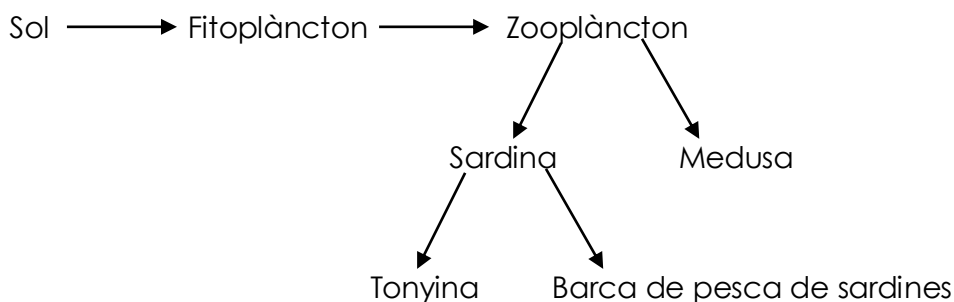
Els i les participants han de construir una cadena alimentària amb els següents elements: fitoplàncton, zooplàncton, sardines, meduses, tonyines i barca de pesca.

Un cop construïda la cadena els i les alumnes han intentar respondre les dues qüestions que tenen escrites a sobre del taulell:

- Què passaria si hi hagués un excés de pesca de sardines? Si hi ha una sobrepesca de sardines la cadena alimentària pateix un desequilibri:
 - Les tonyines no tindrien prou aliment, provocant que la població de tonyines disminueixi.
 - El fet que no hi hagi prou sardines que consumeixin zooplàncton també provocaria que altres espècies com les meduses que no tenen depredadors augmentin molt en nombre.

- Què passaria si el fitoplàncton no pogués agafar l'energia del sol per culpa d'una marea negra? Si hi ha una marea negra el fitoplàncton no pot agafar l'energia solar per fer la fotosíntesi i es trenca la cadena des d'un inici amb la conseqüent catàstrofe ecològica.

CADENA ALIMENTÀRIA



DINÀMICA 4: El canvi climàtic i el mar

Material: 1 flexo, 1 campana de vidre, 1 termòmetre i 1 taulell.

Mitjançant un experiment senzill observarem com el canvi climàtic també afecta el mar i quina és la nostra part de responsabilitat en l'efecte hivernacle. A partir d'aquí, observarem quins efectes tindrà la pujada de temperatures sobre els nostres mars.

EXPERIMENT

Per a fer l'experiment, haurem de col·locar el termòmetre sobre el dibuix del planeta Terra del taulell, encendre el flexo i comprovar-ne la temperatura. (Cal esperar-se una mica, fins que el termòmetre capti la temperatura que genera la bombeta).

Després col·locarem la campana de vidre sobre el dibuix del planeta Terra, amb el termòmetre a dins, i en comprovarem la temperatura de nou.

D'aquesta manera, observarem com augmenta la temperatura amb la campana de vidre, que simbolitzarà l'augment dels gasos hivernacles en l'atmosfera.

Per a obtenir informació sobre el canvi climàtic i el mar consultar l'Annex 3.

POSADA EN COMÚ

Per acabar s'hauria de fer una posada en comú amb tot el grup classe, comentant dinàmica per dinàmica, les conclusions que els diferents grups han pogut extreure i observant com les nostres accions quotidianes afecten directa o indirectament sobre el mar. En aquest punt, es poden recuperar els dibuixos utilitzats durant la introducció.

Per acabar, seria interessant observar quins canvis podem fer en les nostres accions quotidianes, per tal de respectar el medi marítim.

ANNEX 1

LES ESPÈCIES MÉS PERILLOSES DEL MEDITERRANI



La brutícia fóra de lloc amenaça el mar.

ANNEX 2. L'EUTROFITZACIÓ

Eutrofització ve del grec antic, *eu-*, que vol dir *molt*, i *trofos*, que significa menjar. Per tant, tenim que és una situació on hi ha molt aliment. Aquest nom es dóna al procés originat per l'entrada, en un ecosistema aquàtic, de quantitats elevades de sals inorgàniques de nitrogen i fòsfor.

Aquest fenomen es produeix quan l'aigua rep gran quantitat de nitrogen i fòsfor, substàncies que les algues fan servir de nutrients, de tal manera que proliferen desmesuradament i l'aigua esdevé tèrbola i verda.

Per descompondre totes les restes de les nombroses algues que van morint, els bacteris descomponedors han de consumir molt d'oxigen, que aviat és insuficient. La falta d'oxigen provoca la mort massiva dels peixos, de les algues i d'altres organismes que viuen a l'aigua. En aquestes noves condicions, es multipliquen els microorganismes anaerobis que descomponen la matèria orgànica sense necessitat d'oxigen però desprenen metà, àcid sulfúric i altres substàncies d'olor i gust desagradable, i de vegades tòxiques.

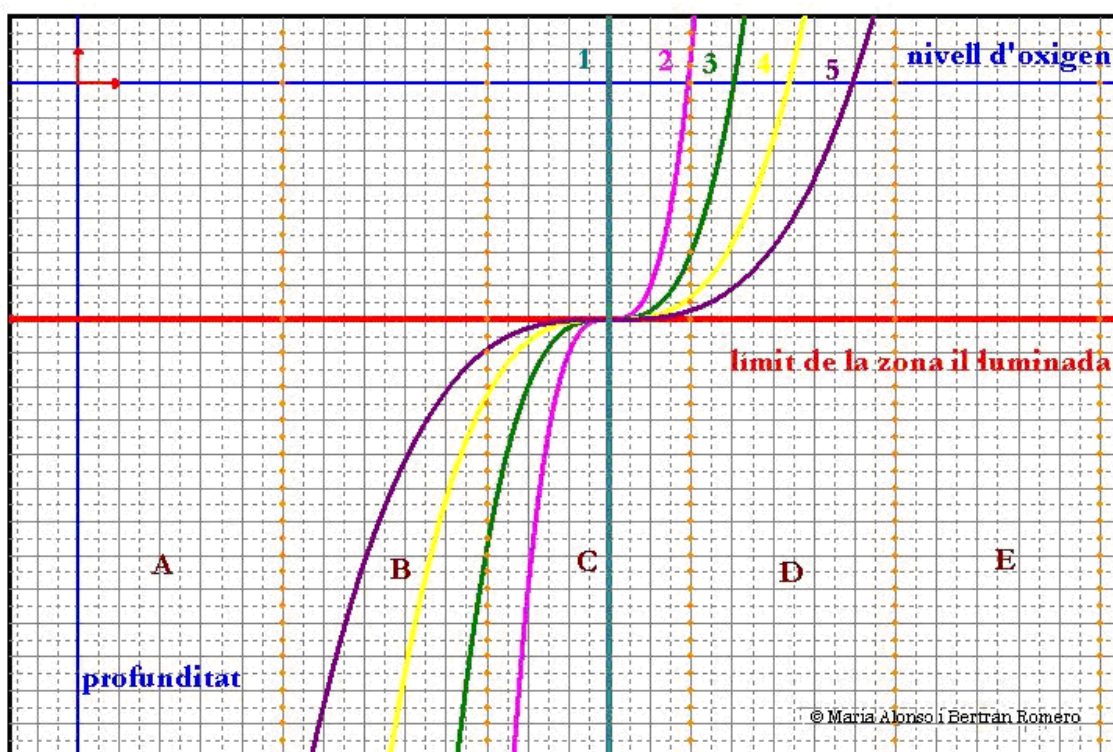
L'ús de determinats detergents, els adobs, els purins i les aigües residuals constitueixen la causa més important d'eutrofització dels llacs, embassaments i mar perquè aporten a l'aigua gran quantitat de fosfats i nitrats.

PER A SABER-NE MÉS

L'eutrofització és un fenomen poc evident i bastant paradoxal; per començar, cal saber que el fitoplàncton està limitat per les sals minerals de N i de P. A trets generals, l'eutrofització és un procés d'enriquiment i fertilització que, al contrari del que podria semblar provoca l'empobriment de l'ecosistema. A partir d'aquest excés de nutrients augmenta el nombre d'éssers vius fotosintètics i per tant la producció de matèria orgànica – aliment – i d'oxigen, que en principi també pot semblar beneficiós per les espècies naturals. Però és un desequilibri profund de l'ecosistema que a la llarga implica un empobriment dràstic causat per la insuficiència d'oxigen, que provoca la mort de moltes espècies i altres efectes que ja s'explicaran més endavant. Els bacteris aprofiten aquestes grans quantitats d'oxigen per descompondre la gran quantitat de matèria orgànica morta que hi ha a causa de l'augment de nutrients. Però això provoca un problema: com que l'oxigen utilitzat és proporcional a la descomposició efectuada i la matèria orgànica pot augmentar però l'O₂ arriba a un límit a dintre l'aigua, l'oxigen de l'aigua s'esgota.

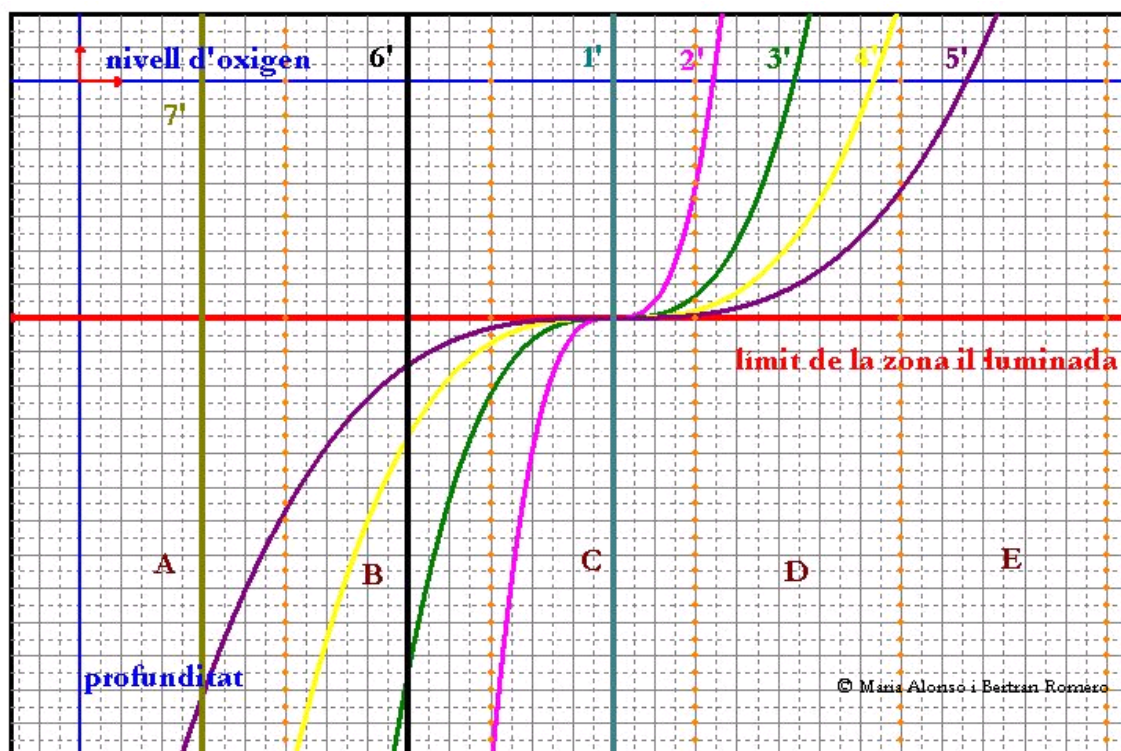
En un llac no hi ha sempre la mateixa quantitat d'oxigen a tot arreu. A l'estiu, l'aigua més superficial està bastant més calenta que la profunda, és a dir, no hi ha barreges i l'aigua està estratificada. Cap a la superfície, on hi arriba la llum, es concentren els éssers vius fotosintètics, consumint els nutrients i produint oxigen. En canvi, més cap al fons, és on hi ha els bacteris que a mesura que els arriben les restes orgàniques les van descompondre, retornant els nutrients i consumint oxigen. Per tant, en avançar l'estiu ens trobem amb la capa superior rica en oxigen i pobra en nutrients i una capa profunda rica en nutrients i pobra en oxigen.

Però quan arriba la tardor i l'aigua comença a refredar-se, les dues capes inicien la barreja, tot restablint-se i uniformitzant-se el nivell d'O₂ i de nutrients. A l'hivern estan totalment barrejats i en principi hauria de ser el moment amb més producció. A la primavera comença a estratificar-se de nou i a l'estiu és quan la producció està més parada.



Gràfica del nivell d'oxigen per profunditat en un llac normal. Cada número correspon a una estratificació en dues capes (il·luminada i no il·luminada) diferent. Les lletres són els nivells d'oxigen: A: mort d'organismes, B: falta d'oxigen moderat, C: zona d'equilibri, D: excés moderat i E: pas a l'atmosfera. L'escala del gràfic és orientativa. Un cop arribats al 5 es torna a la situació 1, que és quan es barregen les capes del llac.

En canvi, en un llac eutrofitzat passa el següent fenomen: a causa de la gran quantitat de nutrients, quan el llac s'estratifica, a la capa superior hi creix un nombre molt gran d'èssers vius fotosintètics que produeixen molt oxigen, cosa que provoca que arribi molta matèria orgànica al fons. A part de la mort natural d'aquests organismes, hi ha un augment de decessos d'èssers vius fotosintètics ja que la gran quantitat de nutrients i algues tapen la llum als que estan a sota. Els bacteris descomponen tota aquesta matèria orgànica que tenen a mà consumint molt oxigen. Per tant, el primer grau de separació al llac eutrofitzat (2') correspondria al quart d'un llac normal (4). Al llarg de l'any aquesta diferència entre les dues capes s'accentua, donant un gràfic com el d'aquí sota.



Mateixa llegenda que al gràfic anterior. L'oxigen de 5' s'escapa a l'atmosfera, i enlloc de tornar al cas 1', com que hi ha menys oxigen, es torna a començar des de 6', i a la llarga, des de 7'... causant la mort dels organismes.

Això, en principi, no hauria de representar cap problema ja que l'únic canvi que hi hauria és que tot el nivell de producció s'acceleraria i les diferències

entre les dues capes serien més grans; a primera ullada, pensàriem que les grans quantitats d'oxigen que hi ha a la capa superior tornarien a barrejar-se com a un llac normal. Però no s'ha d'oblidar que l'aigua té un límit de contenció d'oxigen. Així que en lloc d'anar més ràpid i tenir més nutrients i oxigen, la part que correspon al 2', 3' i 4' "s'escapa" a l'atmosfera. Això fa que quan es tornen a barrejar els estrats no comencen des del nivell inicial (1 i 1') sinó que ho fan amb menys oxigen (6'). Continuen succeint-se les estacions i cada cop que torna a començar el cicle va quedant menys oxigen (7'). D'aquesta manera es va reduint l'oxigen; molts organismes moren i passen altres coses que s'explicaran més endavant.

Fins fa un temps se suposava que l'única causa de l'eutrofització eren els processos naturals. Ara se sap que encara que hi ha casos en què la contaminació és causada naturalment, les proves conegudes indiquen amb claredat que l'augment recent d'aquest fenomen es deu a l'augment de nutrients, sobretot de fòsfor i nitrats, que arriben als llacs (o altres cossos d'aigua) com a conseqüència d'activitats humanes com la tala de boscos o la fertilització dels camps i abocaments humans.

Eutrofització natural

Com ja hem comentat, se sap que l'eutrofització ha existit sempre (en temps anteriors hi va haver algun procés d'eutrofització natural) perquè s'han trobat capes de llim negre. Les capes negres apareixen quan hi ha una manca d'oxigen a causa dels bacteris de catabolisme respiratori anaeròbic. Aquestes van apareixent periòdicament, i és un procés natural del llac. En alguns casos, però, s'han trobat capes molt més gruixudes, que indiquen un clar procés d'eutrofització.

A la natura és normal que els rius aportin nutrients als llacs; i si aquests són a cursos baixos on els rius ja han fet un llarg recorregut, erosionant i agafant sals minerals, el llac té més facilitat per a ser eutròfic. A més a més, si està envoltat de terres amb poca cobertura vegetal, les precipitacions arrossegueu encara més nutrients. La variabilitat del sistema del transport entra dins el cicle natural. Allaus o pluges abundants poden afectar a la quantitat de nutrients que porta un riu, i això pot causar l'eutrofització d'un llac sense necessitat d'haver-hi cap acció humana. En aquests casos el llac pot tornar enrere i tornar al seu estat natural o simplement quedar-se en aquest punt d'eutrofització.

També es pot donar un cas com el del següent exemple: Tots els rius transporten una quantitat considerable de nutrients. Això fa que quan arriben al mar, aquests nutrients es vagin acumulant a les desembocadures, provocant un excés d'aquests i per tant una eutrofització molt local.

I per últim, un altre cas d'eutrofització natural, aquest cop també situat al mar, és el causat per algunes colònies d'ocells. Posant l'exemple de les illes Medes, on hi ha sobretot gavians, el que passa és que la majoria d'excrements va a parar al mar, causant un augment de nutrients i creixement massiu d'algues verdes en algun punt. El que passa amb l'exemple de les illes Medes és que la raó per la qual hi ha tants gavians és perquè hi ha abocadors, amb la qual cosa hi ha molt aliment per aquests ocells i facilita la formació de colònies. Tot i així la causa de l'eutrofització no és causada per la matèria orgànica de l'abocador sinó pels excrements dels ocells.

Però són problemes molt locals i molt poc greus; només cal mirar la biodiversitat de les Medes. L'hem posat com a exemple perquè ho hem cregut pertinent, encara que darrera hi hagi una acció indirecta de l'home. També podríem posar l'exemple d'algunes illes de Galícia o d'altres llocs, però són menys coneguts per a nosaltres.

En la majoria dels casos naturals, però, no s'arriba a un punt tan fortament avançat com la provocada pels homes. Cal remarcar que al mar és molt més difícil que hi hagi un procés d'eutrofització perquè en ser tan gran, els nutrients es dilueixen molt més. A més a més hi ha una constant barreja de capes i no tenen els problemes que tenen els llacs. És molt difícil que s'arribin a produir problemes crítics ja que sempre, d'alguna manera, hi ha circulació d'aigües i com que és tan gran els efectes sempre seran menors i locals.

Eutrofització cultural

Actualment, aquest procés del qual estem parlant s'ha vist molt accentuat per l'activitat humana. L'aportació de fòsfor i nitrogen dissolt als llacs i rius es veu molt augmentat per l'eliminació d'aigües residuals industrials i domèstiques, excepte quan s'adopten mesures per a eliminar-lo. En particular, els detergents de polifosfats afecten molt a aquest augment de nutrients. L'activitat agrària és una altra font molt important d'adobs (rics en N i P), i la ramaderia aporta en gran quantitats excrements, els purins, que al descompondre's també donen sals de N i P.

La disponibilitat biològica del nitrogen i especialment del fòsfor determinen de manera important les fonts d'eutrofització. Els nitrats (sals de l'àcid nítric) procedeixen sobretot de l'activitat de les bactèries nitrificants del sòl. Com que són molt solubles, aquests nitrats arriben fàcilment a l'aigua dels vessaments si les plantes terrestres no aconseguen absorbir-lo, és a dir, quan hi són en excés. També s'ha de tenir en compte l'amoni, que està als excrements

animals. Per altra banda, els fosfats (sals de l'àcid fosfòric) són molt poc solubles i per tant arriben a l'aigua gairebé sempre en forma de partícules.

Cada vegada hi ha més desforestació. Això fa que augmenti molt l'erosió, per tant hi ha molt menys reciclatge de la matèria, que va a parar als rius. Cal tenir en compte que la coberta vegetal evita l'acumulació de nitrogen soluble mitjançant l'absorció del nitrogen mineralitzat i s'evita la [lixiviació](#) durant els períodes de pluja. També hi van a parar els residus procedents de les clavegueres, l'aigua de pluja contaminada i en les zones rurals tots els fertilitzants sobrers.

Els fertilitzants duen molt de fòsfor, nitrats i de vegades amoni, i és un dels punts forts de la contaminació que du cap a l'eutrofització dels llacs. Els fertilitzats químics són arrossegats per l'aigua des dels camps de cultiu, i són aquests els que duen grans quantitats de fòsfor i nitrats. També hi ha els fertilitzants orgànics, que són els fems, produïts pel bestiar boví i porcí i les aus, en molt menor grau, que aporten gran quantitat de matèria orgànica. La utilització de fems a la terra se suma al fet dels vessaments directes des de les granges de producció intensiva de bestiar i d'aus de corral. Aquest fenomen està ben controlat a molts països occidentals, però constitueix un greu perill per a la qualitat de l'aigua a gran part del món.

Els rius duen grans quantitats de productes que provenen dels detergents i els residus provocats pels humans. Els detergents contenen molts fosfats i les aigües domèstiques residuals contenen tots els residus d'origen fecal, amb molt amoni, així com els tancs sèptics i el sistema de clavegueram d'algunes ciutats i pobles.

Solucions

La primera i principal mesura per lluitar contra l'eutrofització és la prevenció. És molt més senzill intentar que no passi que arreglar-ho un cop ja ha tingut lloc. Les mesures per evitar l'eutrofització són bastant clares: evitar que les sals en excés no s'acumulin a llacs, embassaments... controlant les concentracions als detergents (una feina que als grans llacs d'Amèrica del Nord ha frenat bastant aquest procés), o també vigilant els vessaments de purins, la desforestació i els abonaments dels camps i reciclant els detritus orgànics que produeixen les ciutats. En general, és necessari un millor tractament de residus de tot tipus.

Però si ja s'ha arribat tard, és molt difícil i costós restaurar les condicions anteriors a l'eutròfia. Una de les solucions seria injectar oxigen al llac, fer un tractament químic perquè el fòsfor precipités, o també la recollida de les

algues flotants (verdets, cianofícies, macròfites...etc.). Però totes aquestes mesures són molt costoses i poc eficaces. Potser el millor és evitar que entrin més nutrients i deixar actuar el sistema natural que, lentament (en més anys del que ha trigat a eutrofitzar-se) anirà restituint les condicions inicials.

Per controlar l'entrada de nutrients, s'haurien de tractar els residus abans de ser abocats a l'aigua. Una altra mesura seria restringir l'ús de detergents fosfatats i construir prepatans que eliminessin els nutrients de les aigües residuals que queden fixats a la biomassa d'algues i macròfites.

BIBLIOGRAFIA

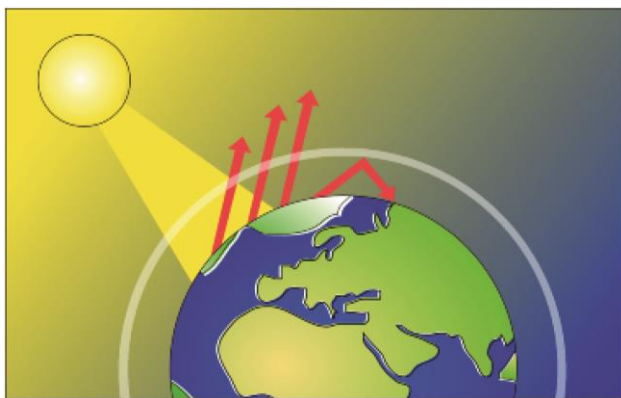
L'eutrofització: la malaltia del transport

<http://www.aula-ee.com/webs/eutrofitzacio/index.htm>

ANNEX 3. El canvi climàtic i el mar

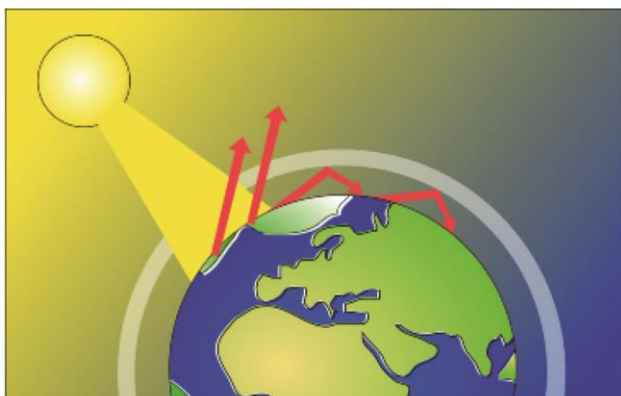
L'atmosfera es compon bàsicament d'oxigen i de nitrogen més una sèrie de gasos com el CO₂ o el vapor d'aigua que produeixen un efecte hivernacle natural. Gràcies a aquest, la temperatura mitjana global del Planeta és de 15° C mentre que sense ell, seria de -18° C.

L'efecte hivernacle és un fenomen natural que fa que la temperatura a la Terra sigui l'adequada per a la vida. L'energia del sol travessa l'atmosfera i escalfa el planeta, gran part d'aquesta energia és reflectida per la Terra i tornada a enviar cap a l'espai, els gasos d'efecte hivernacle de l'atmosfera retenen aquesta energia i ajuden a que el planeta s'escalfi.



EFFECTE HIVERNACLE EN CONDICIONS NORMALS

Avui dia els gasos d'origen artificial llençats per l'home a l'atmosfera han provocat que aquest efecte es multipliqui i que el planeta augmenti de temperatura de forma perillosa. Des del començament de la industrialització, l'home ha afegit a l'atmosfera molta més quantitat de CO₂ del que l'hi és natural.



EFFECTE HIVERNACLE AUGMENTAT PELS GASOS HIVERNACLES

L'augment de les temperatures podria tenir greus conseqüències en els nostres mars i els oceans com per exemple la pujada del nivell de les aigües com a conseqüència de la fusió del gel dels pols. Aquesta fusió comportarà la destrucció de diversos ecosistemes, la desaparició d'espècies animals com l'ós polar i el retrocés de la costa en molts indrets del món.

Què podem fer-hi nosaltres?

- Disminuir el consum d'energia domèstic
- Reciclar
- Fer servir transport públic

PER A SABER-NE MÉS

LA FUSIÓ DELS GELS

La fusió dels gels crea un problema de retroalimentació. El gel reflecteix la major part de la radiació solar que hi incideix, com un mirall gegant, mentre que les aigües del mar obert absorbeixen la major part d'aquesta escalfor. En la mesura que l'aigua s'escalfa, encara pressiona més per fondre el gel adjacent.

LA DINÀMICA OCEÀNICA I LA BOMBA TERMOHALIANA

Dinàmica oceànica

L'aigua dels oceans es pot considerar dividida en dues parts: la zona superficial, damunt de la termoclina, i les aigües profundes. Les aigües superficials estan en continu moviment com a conseqüència principalment dels vents. Els vents produeixen dos tipus de moviments: els corrents i les ones. Les aigües profundes dels oceans també es mouen, encara que per altres motius, formant uns corrents que van pels fons dels oceans a una velocitat molt lenta. Altres moviments de les aigües marines, però no degudes als vents són les mareas.

Termoclima

L'absorció de la radiació solar es produeix en els primers metres de la columna d'aigua, pel que amb la profunditat la temperatura va baixant lentament fins arribar a un punt on en molt pocs metres el descens es produeix molt ràpidament, a aquesta zona la hi denomina termoclina; sota la termoclina la temperatura segueix descendant, però molt lentament. Es creen així dues capes, una superficial amb aigua més calenta i menys densa (epilimnion) que

sura sobre una altra més freda i densa (hipolimnion). En els oceans de les zones tropicals existeix una termoclina permanent durant tot l'any i que sol ser molt acusada.

La termoclina impedeix la barreja de l'aigua que hi ha per sobre d'ella amb que hi ha per sota; això porta conseqüències importants per als éssers vius que habiten aquests mitjans. Per exemple: per sobre de la termoclina disminueixen els nutrients, en ser consumits pel fitoplàncton i sedimentats a capes més profundes; en les capes profundes pot disminuir o fins i tot desaparèixer l'oxigen, ja que aquest es consumeix en l'oxidació de la matèria orgànica i en no estar aquesta capa en contacte amb l'atmosfera no es pot repondre aquest gas.

Corrents superficials

Els vents que bufen sobre la superfície dels oceans transmeten una gran quantitat d'energia a l'aigua, el que dóna lloc als corrents superficials. Per al conjunt dels mars de la Terra, les aigües superficials s'estendrien fins a profunditats mitjanes compreses entre 75 i 200 m i tindrien una temperatura mitjana prop de 18† C. La trajectòria d'aquests corrents pot ser modificada per la presència de masses continentals que dificulten la transferència de calor cap a les zones polars, afavorint la formació de casquets de gel. La rotació de la Terra (efecte de Coriolis) influeix en les trajectòries adoptades per aquests corrents, amb la formació de fluxos circulars dintre de cadascuna de les grans conques oceàniques, que en l'hemisferi nord giren en sentit horari, i en l'hemisferi sud en sentit antihorari. El gir l'inicien els vents alisis que provoquen la formació de corrents equatorials cap a l'oest, originant aridesa en el marge continental que abandonen, en arrossegar els núvols amb elles. Quan arriben a les costes occidentals pateixen una doble desviació: cap a les zones polars, el clima de les quals suavitzen i cap a les equatorials, que refreden. Així doncs, aquests corrents transporten la calor des de les baixes latituds a les altes, pel que tenen molta influència sobre els climes.

Els vents de l'oest de les latituds mitjanes donen lloc al corrent càlid del Golf: el corrent equatorial atlàntic voreja la costa sudamericana, endinsant-se en el mar Carib i golf de Mèxic des d'on, afavorit per la força de Coriolis, retorna cap a Europa i Àfrica.

Els corrents profunds o termohalines es formen a causa de diferències en la densitat de l'aigua originades a conseqüència de variacions en la temperatura o en la salinitat (o a ambdues). Quan s'incrementa la densitat d'una determinada capa d'aigua, aquesta s'enfonsa fins col·locar-se per sota de capes d'aigua amb densitats menors.

L'aigua superficial més densa (en ser més freda) de les latituds més altes es va cap al fons i es distribueix per tots els oceans. En l'Atlàntic nord les aigües se submergeixen i formen un corrent que recorre tot l'Atlàntic i ascendeix en l'oceà Glaciar Antàrtic; les aigües antàrtiques s'enfonsen novament i flueixen en direcció nord pels oceans Atlàntic, Pacífic i Índic.

Aquests corrents profunds van per sota de la termoclina, a vegades en direcció oposada als corrents superficials i són molt més lentes que aquests (l'aigua que s'enfonsa i passa a formar part d'un d'aquests corrents pot trigar centenars d'anys en tornar a la superfície). Quan emergeixen duen amb si gran quantitat de nutrients, acumulats durant anys en la zona no fotosintètica, i donant lloc a regions molt productives.

Cinta transportadora oceànica

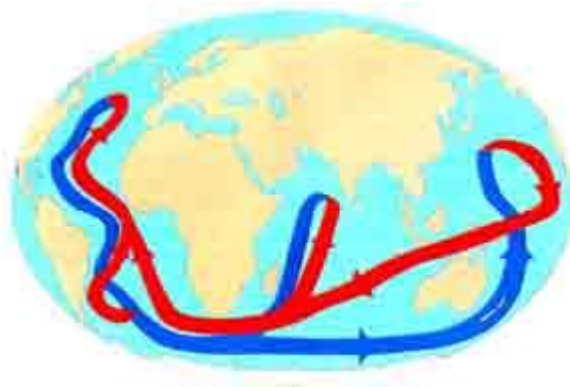
Un model simplificat dels corrents marins el constitueix l'anomenada cinta transportadora oceànica, una mena de corrent que recorre la majoria dels oceans del planeta.

Al llarg de la primera part de la seva trajectòria circula com a corrent profund: comença a Groenlàndia on l'aigua tendeix a enfonsar-se ja que és relativament freda i salada (augmenta la seva densitat). Aquest corrent recorre el fons de l'Atlàntic de nord a sud fins que entra en contacte amb les aigües fredes de l'Antàrtic i ascendeix, de manera que una part torna al seu punt d'origen. La resta se submergeix novament a causa del refredament superficial i circula pel fons de l'oceà Índic, on una part ascendeix i una altra part arriba fins al Pacífic, el lloc on finalment s'escalfa i ascendeix.

Posteriorment recorre el trajecte invers en forma de corrent superficial i arrossega amb ell aigües càlides i els núvols formats als oceans càlids. Origina pluges i eleva les temperatures de les costes atlàntiques del N d'Europa per on circula.

Aquest model mostra com els oceans transfereixen la calor dels tròpics cap als pols, i a l'inrevés, el que implica una influència moderadora sobre el clima global. El corrent fred profund conté una gran quantitat d'elements nutritius.

Aquest fenomen d'enfonsament massiu és anomenat bomba termohalina perquè es deu tant per a temperatura com per la salinitat.



Els corrents oceànics i el canvi climàtic

Fa una 10.000 anys, s'esdevingué quelcom que els científics temen que torni a passar. Quan es va desfer la darrera capa de gel d'Amèrica del Nord, aparegué un immens llac d'aigua dolça. Els Grans Llacs és el que queda d'aquesta gran superfície d'aigua, que es mantenia en el seu lloc a causa d'un gegantí dic d'gel ubicat al seu límit oriental.

Llavors, un bon dia, el dic es va trencar i l'aigua dolça va començar a moure's cap a l'Atlàntic Nord. Quan aquesta quantitat sense precedents d'aigua dolça es va vessar al mar, això va fer que la bomba s'aturés. Conseqüentment, l'Europa occidental va deixar de rebre l'escalfor de l'evaporació de l'aigua de l'Atlàntic Nord, i va entrar en una nova glaciació.

Als nostres dies, alguns científics temen seriosament que aquest fenomen torni a produir-se.

BIBLIOGRAFIA

AL GORE (2007) *Una veritat incòmoda. La crisi planetària de l'escalfament global i com afrontar-la*. Barcelona: Editorial Gedisa i Edicinosa 62.

<http://epa.gov/climatechange/kids/index.html>

Pàgina web destinada als nens de U.S. Environmental protection agency, en el que hi ha diferents explicacions i jocs sobre el canvi climàtic i l'efecte hivernacle. Veure l'apartat *Climate animations*

http://ambientals.iespana.es/educacio_ambiental13.htm

Ambientals.net, portal català de les ciències ambientals.



Activitat dissenyada per: Auriga, serveis culturals
auriga@aurigasc.com, www.aurigasc.com