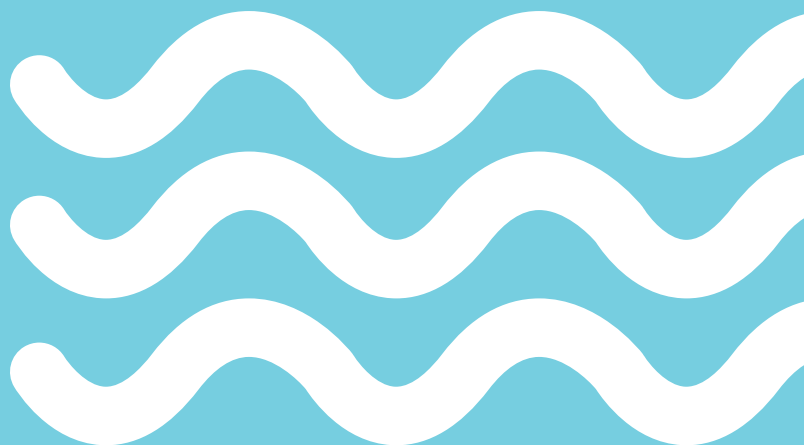


OCEANOGRÀFIA FÍSICA



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



Alumnat a qui va dirigit:

2on d'ESO - Batxillerat

Àrees/Matèries:

Física i química: la matèria (propietats com la densitat), l'energia (propagació de la calor).
Ciències de la terra: Circulació de les aigües i caracterització de la hidrosfera.

Descripció:

El nostre planeta està cobert per aigua en un 78 % de la seva superfície, i la majoria d'aquesta aigua es troba als oceans. Les aigües oceàniques tenen una importància cabdal en diferents processos del planeta com per exemple la regulació de la temperatura i la temperància dels climes.

L'oceanografia física és l'estudi de les propietats de l'aigua i dels processos físics que s'esdevenen en els nostres oceans. Així doncs, mitjançant la modelització i simulació de diferents fenòmens naturals com l'albedo o els moviments de les corrents marines, s'explicaran alguns dels fenòmens que estudien els i les oceanògrafs i oceanògrafes.

Aspectes metodològics:

Es proposen diferents experiments de durada variable (des dels 5-10 minuts fins a 1 hora). Algunes d'aquestes experiències poden incloure's en una classe d'aula, mentre que n'hi ha que exigeixen un laboratori per al seu desenvolupament. A mode d'exemple, durant una sessió d'una hora al laboratori es poden portar a terme tres experiments com:

Experiment 1: Els efectes de la temperatura i la salinitat en la densitat

Experiment 2: Estratificació de les aigües

Experiment 3: La circulació global dels oceans

Objectius:

Comprendre la dinàmica dels mars i oceans

Observar diferents propietats de l'aigua

Construir models experimentals al laboratori per simular diferents fenòmens naturals

Competències bàsiques de l'àmbit científic-tecnològic:

Competència 2. Identificar i caracteritzar els sistemes biològics i geològics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals

Competència 15. Donar resposta a les qüestions sobre sexualitat i reproducció humanes, a partir del coneixement científic, valorant les conseqüències de les conductes de risc

Recursos:

Material de suport al professorat: Guia didàctica.

Material per a l'alumnat: Qüestionari per alguns experiments d'oceanografia física.

Segons l'experiment que es vulgui portar a terme: cubetes, vasos de precipitats, colorants alimentaris, sal de cuina, escalfadors, etc. (Consultar el material necessari per a cada experiment a la guia).

EXPERIMENTS D'OCEANOGRAFIA FÍSICA

Extrets de la sessió del Campus del Mar portada a terme per Jordi Salat (ICM-CSIC, Departament d'Oceanografia Física i Tecnologia) a l'Ametlla de Mar, el 7 de Juny del 2017.

LLISTAT D'EXPERIMENTS:



Transferència radiativa de calor i absorció de la radiació



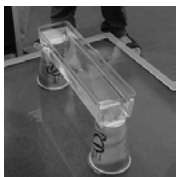
Calor específic



Densitat i flotabilitat



Moviments de convecció i salinitat



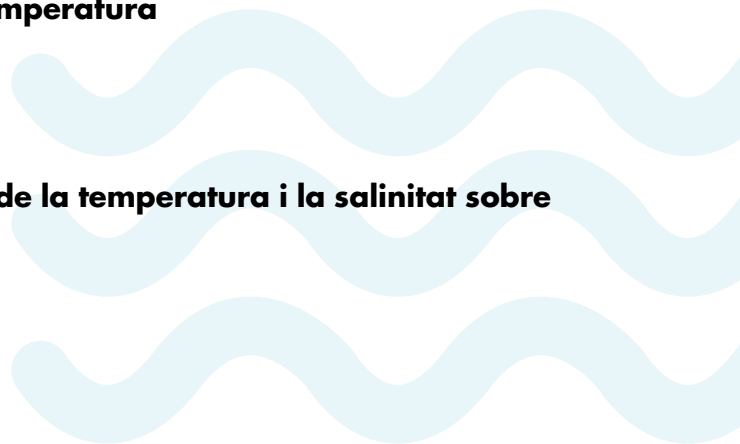
Moviments de convecció i temperatura



Les masses d'aigua: efectes de la temperatura i la salinitat sobre la densitat i l'estratificació



El càntir



EXPERIMENT 1: TRANSFERÈNCIA RADIATIVA DE CALOR I ABSORCIÓ DE LA RADIACIÓ

Material:

2 ampolles d'aigua

paper de plata

teixit fosc

gomes elàstiques

termòmetre

Temps: 1 hora (si fa Sol)

Instruccions:

S'omplen les dues ampolles des de la mateixa font d'aigua i es mesura la temperatura en cadascuna d'elles (que ha de ser la mateixa). A continuació es tapa completament una d'elles amb paper de plata i l'altra amb el teixit fosc. L'ampolla del teixit fosc s'ha d'intentar tapar molt bé, ajudant-se de les gomes elàstiques per a evitar que quedi aire entre el teixit i l'ampolla. Després es deixen ambdues ampolles al sol. Al cap d'una hora aproximadament es torna a mesurar la temperatura de l'aigua.

En quina ampolla s'haurà escalfat més l'aigua?

Explicació: L'ampolla amb el paper de plata reflecteix més energia radiant i per tant absorbeix menys calor. S'explica un dels mecanismes de transferència de calor per radiació mitjançant les ones electromagnètiques, que transporten l'energia des de l'emissor (en aquest cas el Sol) fins al receptor (l'aigua de dins l'ampolla). També s'explica l'albedo, que és el percentatge de radiació que incideix sobre una superfície i és retornada.

Implicació marina: L'albedo mitjà de la Terra és del 30%, lo que vol dir que reflecteix el 30% de l'energia que rep. Al mar l'albedo és molt més petit, es troba entre el 7 i el 10%, lo que vol dir que el mar reflecteix menys energia que la terra. Per una altra banda, el gel oceànic té un albedo d'entre el 50 i el 70%.

EXPERIMENT 2: LA CALOR ESPECÍFICA

Material:

2 globus

2 espelmes

aigua

Temps: 5-10 min

Instruccions: S'omple un dels globus amb aigua i l'altre amb aire. Es tanquen els dos i es col·loquen sobre l'espelma, a una distància d'uns 10 cm de la flama.

Quin globus explotarà abans?

Explicació: El globus que contenia aire ha explotat, però el que contenia aigua no. L'explicació d'aquest fenomen és que la calor específica de l'aire és molt més petita que la de l'aigua. La calor específica o capacitat calorífica d'una substància és la quantitat de calor necessària per a elevar la seva temperatura un grau. L'aigua té un dels valors més elevats d'entre tots els líquids ($4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$). D'altra banda, l'aire té un calor específic de $1.006 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$.

Implicació marina: Això vol dir que l'oceà, gràcies a la gran capacitat calorífica de l'aigua, pot absorbir o alliberar grans quantitats de calor amb un petit canvi de temperatura de l'atmosfera. Aquest fenomen explica que a les zones costaneres el clima sigui més suau (menys diferències entre el dia i la nit, i menys diferències entre les estacions). També és molt important la funció que fa l'oceà i les corrents en el transport de la calor al voltant del planeta.

EXPERIMENT 3: DENSITAT I FLOTABILITAT

Material:

una llauna de refresc

una llauna de refresc light

un aquari o recipient per a posar aigua

Temps: 5-10 min

Instruccions:

S'omple un recipient ple d'aigua i es posen les dues llaunes dins l'aigua. Una flotarà i l'altra no. Aquest experiment és millor fer-lo amb aigua destil·lada per a veure bé la diferència entre llaunes. A més, convé provar diferents productes, ja que en alguns refrescos no es veu tan bé la diferència.

Com s'explica aquest fenomen?

Explicació: La llauna del refresc normal s'enfonsa i la llauna del refresc light sura, ja que el refresc normal té molt més sucre que un refresc normal (uns 30-40 g per llauna). La flotabilitat de les llaunes depèn de la densitat de cadascuna d'elles. Així doncs, les dues llaunes que tenen el mateix volum, tenen una densitat diferent. La densitat, que és la massa per unitat de volum, és més gran al refresc normal, ja que la quantitat de sucres que porta li aporta un pes extra.

Implicació marina: La flotabilitat s'entén com a l'equilibri que existeix entre la força de gravetat, que empeny els objectes cap al fons i que creix al augmentar la massa del cos, i la força de flotació, que empeny els objectes cap a la superfície i que equival al pes del fluid desplaçat (principi d'Arquímedes). La flotabilitat és de vital importància a l'oceà, ja que molts organismes marins han de desenvolupar estructures per a controlar o millorar la seva flotació. Alguns exemples serien la bufeta natatòria dels peixos o les estructures per a augmentar la flotació del plàncton marí.



EXPERIMENT 4: MOVIMENTS DE CONVECCIÓ I SALINITAT

Material:

Glaçonera

Colorant alimentari

Recipients transparents

Sal

una ampolla d'aigua

Temps: 15 min

Instruccions: Prèviament s'han d'haver preparat uns glaçons de gel amb el colorant alimentari. Es prepara aigua salada en una proporció més exagerada que la del mar (afegint uns 100 grams de sal per litre d'aigua). S'omple un dels recipients transparents (tipus aquari petit) amb aigua dolça, i un altre amb aigua salada, i es col·loca un gel amb colorant dins de cada recipient.

A mesura que es va fonent el gel, quin patró s'observa de la mescla d'aigües?

Explicació: A mesura que el gel es va fonent s'observa com es va distribuint l'aigua amb colorant dins de cada cubeta. A la cubeta de l'aigua dolça l'aigua freda es va enfonsant poc a poc, mentre que a la cubeta d'aigua salada l'aigua freda amb colorant es queda a la superfície i no s'enfonsa. Això s'explica per les diferents densitats de cadascuna de les masses d'aigua. En el cas de l'aigua dolça la densitat de l'aigua freda amb colorant té una densitat més gran que l'aigua de la cubeta (tot i que la diferència és molt petita) i poc a poc aquestes dues masses d'aigua es van mesclant i tota la cubeta es va tenyint de colorant. A més, la densitat de l'aigua del glaçó (que està fet amb aigua dolça) és més petita que la de la cubeta d'aigua salada, per lo que a mesura que es fon es va formant una capa d'aigua superficial d'aigua menys densa.

Implicació marina: Aquest fenomen simula l'estratificació d'aigües al mar segons la densitat de cada massa d'aigua. Quan ens banyem a la platja a l'estiu ens trobem una capa d'aigua superficial (aigua més calenta i poc densa), una termoclina (és la zona en la que la temperatura disminueix ràpidament i la densitat augmenta) i una capa d'aigua profunda (aigua més freda i densa). Aquesta estratificació és molt important ja que forma una espècie de barrera per al transport de nutrients i gasos a l'oceà, de manera que la capa superficial -on pot créixer el fitoplàncton ja que té l'aport de la llum- i la capa profunda -on es troben la major part dels nutrients- queden separades físicament. Cal dir que no sempre hi ha estratificació als mars.



EXPERIMENT 5: MOVIMENTS DE CONVECCIÓ I TEMPERATURA

Material:

Glaçonera

Colorant alimentari (dos colors)

Cubeta transparent (de plàstic, millor per a que es transmeti bé la calor)

Pipeta

Aparell per a escalfar aigua

Gots de paper (tipus cafè)

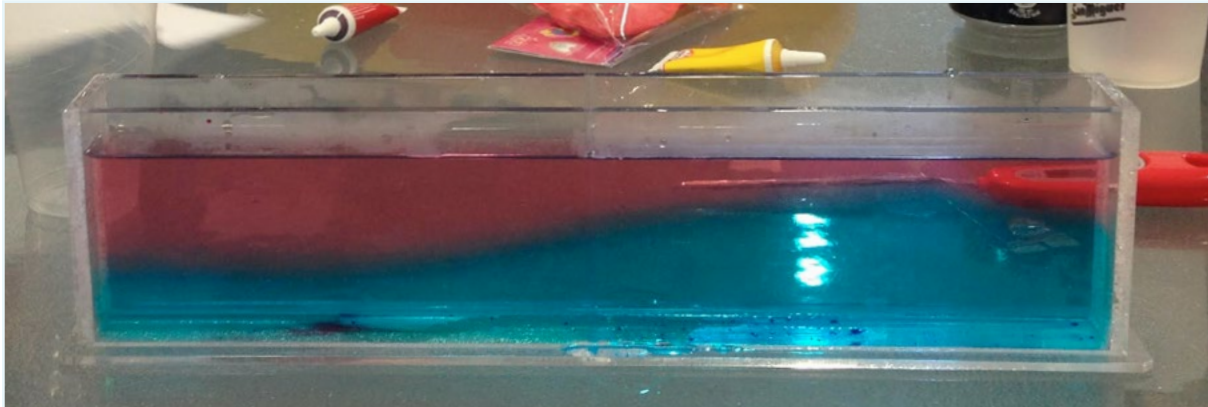
Temps: 20 min

Instruccions: Prèviament s'ha d'haver preparat un glaçó de gel amb el colorant alimentari. Es prepara la cubeta, plena d'aigua de l'aixeta i elevada amb els gots. En un extrem de la cubeta es posa, amb l'ajuda d'una pipeta, una mica de colorant alimentari al fons (vermell). A l'altre extrem de la cubeta es deixa surant un gel amb colorant (blau). Finalment, a l'extrem on hem posat el colorant vermell es col·loca un got ple d'aigua calenta a sota de la cubeta (per això era necessari elevar-la). Al cap d'una estona es formen unes corrents de convecció, el colorant vermell puja cap a la superfície per acció de la calor i el colorant blau s'enfonsa.

Com s'explica aquest fenomen?

Explicació: A mesura que el gel es va fonent l'aigua més freda i més densa es va enfonsant, mentre que a l'extrem oposat de la cubeta s'està escalfant aigua. Al cap d'una estona d'experiment es pot observar un moviment d'aigües dins la cubeta: l'aigua més calenta es va movent per la superfície mentre que l'aigua més freda viatja pel fons de la cubeta. Això és degut a la relació de la temperatura i la densitat (a major temperatura, menor densitat).

Implicació marina: Aquest fenomen simula la circulació global dels oceans (circulació termo-halina o cinta transportadora) gràcies a les diferències de densitat. Als pols, i concretament a la zona del mar de Labrador, l'aigua es refreda i s'enfonsa, formant-se una massa d'aigües profundes d'alta salinitat i baixa temperatura. Aquesta aigua viatja pel fons marí molt lentament, fins que acaba pujant a la superfície i al passar pels tròpics es torna a escalfar. Així doncs, aquesta circulació genera un transport d'energia i matèria i influeix en el clima de tot el planeta. S'ha d'especificar que a l'oceà no existeix un punt de calor a les profunditats, aquesta circulació funciona tan sols amb el punt de fred (gel) dels pols.



EXPERIMENT 6: LES MASSES D'AIGUA: EFECTES DE LA TEMPERATURA I LA SALINITAT SOBRE LA DENSITAT I L'ESTRATIFICACIÓ

Material:

Colorant alimentari (2 o 3 colors)

Cubeta transparent amb una separació al mig que es pugui treure i posar.

Sal

una ampolla d'aigua

Aparell per a escalfar aigua

Temps: 15 min

Instruccions: Es prepara aigua salada en una proporció més exagerada que la del mar (afegint uns 100 grams de sal per litre d'aigua). S'omple un dels compartiments de la cubeta amb aquesta aigua salada i es posa una mica de colorant (blau). L'altre compartiment s'omple amb aigua calenta i dolça i es posa l'altre colorant (vermell).

Què passarà quan enretirem la separació dels dos compartiments?

Explicació: Al enretirar la separació dels compartiments es forma un nou equilibri, amb dues masses d'aigua perfectament separades: la massa d'aigua salada i freda ha quedat al fons i la massa d'aigua dolça i calenta a la superfície. Aquí es demostra l'efecte de la temperatura i la salinitat en l'estratificació de les masses d'aigua. En aquest moment es podria intentar afegir una capa més d'aigua (aigua de l'aixeta freda, amb un tercer colorant) i s'hauria d'injectar aquesta aigua amb un tubet directament al fons (millor tota l'aigua d'un sol cop). Aquesta tercera massa d'aigua es distribuïria enmig de les altres dues masses, ja que té una densitat intermèdia.

Implicació marina: Aquest experiment simula la mescla de tres masses d'aigua diferents: les dues primeres capes que hem creat: la superficial (més calenta i dolça) i la profunda (més freda i més salada) serien les capes superficial i profunda de l'oceà Atlàntic. Per una altra banda, la tercera capa, que s'ha situat enmig de les dues anteriors simularia la massa d'aigua de la Mediterrània, de temperatura i salinitat altes. Aquesta massa d'aigua surt de la Mediterrània per l'Estret de Gibraltar i se situa dins l'oceà Atlàntic per sota de la massa d'aigua superficial de l'oceà Atlàntic. Enmig de l'oceà se situa a una profunditat intermèdia a uns 1.000 metres de profunditat.

EXPERIMENT 7: EL CÀNTIR

Material:

un càntir

una ampolla de plàstic

termòmetre

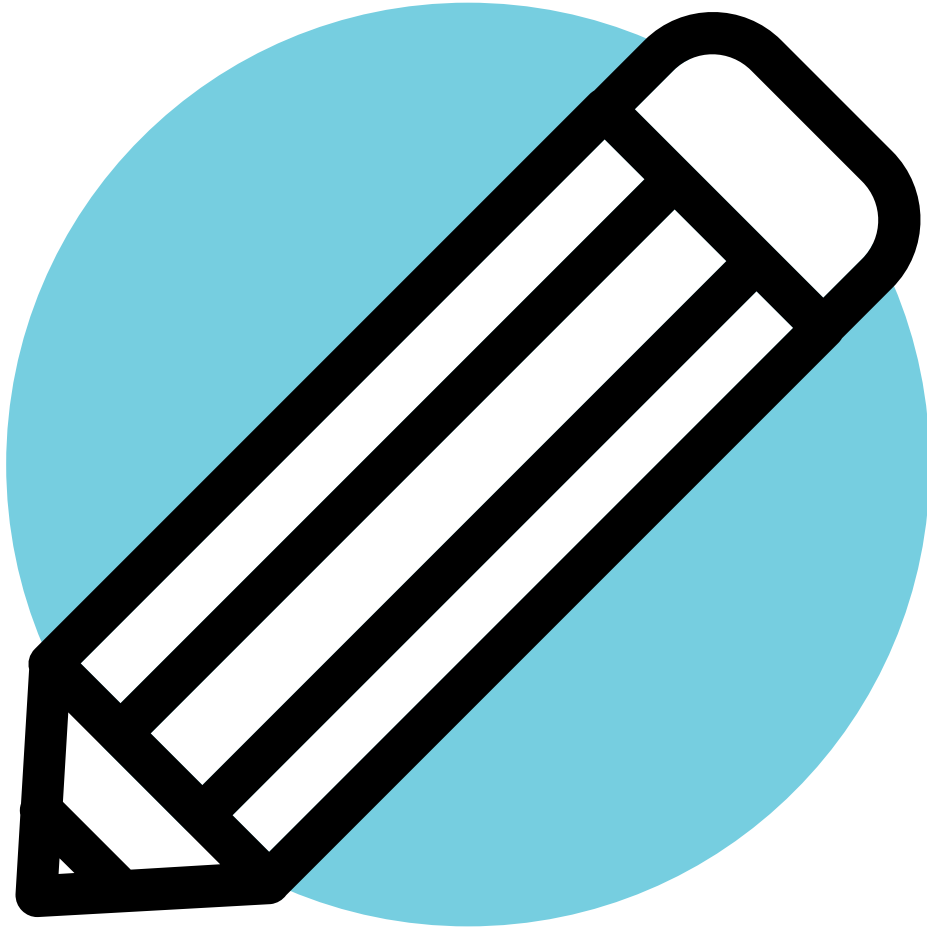
Temps: 1 hora

Instruccions: S'omplen l'ampolla i el càntir amb la mateixa aigua i es mesura la temperatura de l'aigua. A continuació es col·loca l'ampolla de plàstic a l'ombra i el càntir al sol. Al cap d'una hora es torna a mesurar la temperatura de l'aigua.

Quina aigua estarà més calenta?

Explicació: Amb aquest experiment es demostra que el càntir és un invent genial per a refredar l'aigua per al consum. Així doncs, la temperatura de l'aigua dins el càntir s'ha arribat a refredar més d'un grau, mentre que a l'ampolla de plàstic l'aigua s'ha mantingut a la mateixa temperatura tot i estar a l'ombra. A més si observem la superfície del càntir veiem que està humida, ja s'ha anat evaporant l'aigua. L'evaporació és la responsable d'aquest refredament, ja que en evaporar-se es necessita energia (per a passar d'un estat líquid a gas), i si part d'aquesta energia s'agafa de l'aigua (en forma d'energia tèrmica) es disminueix la temperatura de l'aigua.

Implicació marina: L'evaporació dels oceans és un pas clau dins del cicle de l'aigua a la Terra, ja que el 86% de l'aigua de l'atmosfera prové de l'evaporació als oceans.



ACTIVITAT I QÜESTIONARI



EXPERIMENT 1: EFECTES DE LA TEMPERATURA I LA SALINITAT EN LA DENSITAT

En un tanc amb dos compartiments hem posat aigua salada i freda (colorant blau) en un compartiment, i aigua dolça i calenta (colorant vermell) en l'altre compartiment. Què ha passat quan hem enretirat la peça de separació entre els dos compartiments?

Quina massa d'aigua és més densa? Dedueix com varia la densitat amb la temperatura i la salinitat:

Si la salinitat de l'aigua augmenta, la densitat _____

Si la temperatura de l'aigua augmenta, la densitat _____

Si en el moment en que tenim dues capes estratificades hi afegim una tercera capa d'aigua dolça i freda (colorant groc) què passarà?



EXPERIMENT 2: ESTRATIFICACIÓ DE LES AIGÜES

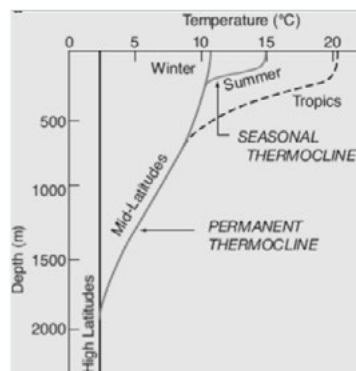
Prepareu un vas de precipitats amb aigua dolça i un altre vas de precipitats amb aigua salada. Ara afegiu al mig del vas un gel amb colorant. Què passa quan es va fonent l'aigua del gel? Com es barreja amb l'aigua del vas de precipitats?

Amb la informació obtinguda dels dos experiment anteriors explica:

Què és l'**estratificació de les aigües**?

I la **termoclina**?

En el següent gràfic es mostra la variació de la temperatura en les diferents profunditats del mar. Localitza la termoclina en el gràfic i les diferents capes d'aigua:





EXPERIMENT 3: LA CIRCULACIÓ GLOBAL DELS OCEANS

Amb aquest últim experiment simularem la circulació global dels oceans, que també es diu circulació termohalina. Explica el fenomen observat i relaciona-ho amb la situació als oceans:

Per què és tant important pel planeta la circulació global dels oceans?



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



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

