

CLINES I MOVIMENTS D'AIGÜES MARINES:

(Recomanat per ESO I BATXILLERAT)

Suggeriments: consulteu la unitat temàtica «L'aigua de mar i els corrents marins» abans de fer l'activitat.

POSSIBLES CONCEPTES A TREBALLAR: densitat i factors que l'afecten; estacionalitat al mar; gradients verticals; estratificació; moviment d'aigües marines; transport de nutrients i matèria orgànica; canyons submarins; producció biològica.

OBJECTIUS:

- Entendre el concepte de clina i els tres tipus més importants que en trobem al mar (termoclina, haloclina, picnoclina).
- Entendre els conceptes de massa d'aigua i d'estratificació de les masses d'aigua: veure com la diferència de densitat de les masses d'aigua determina la seva disposició en capes, i que aquesta densitat ve determinada sobretot per la salinitat i la temperatura.
- Copsar com l'estratificació de les masses d'aigua i el trencament d'aquesta estratificació poden afectar els organismes marins.
- Comprendre el concepte de *cascading* a partir de la comprensió de la relació entre el transport d'aigua i el transport de nutrients i matèria orgànica des de la superfície cap als fons oceànics.
- Entendre què són els canyons submarins i veure com el relleu submarí influeix en el patró de moviment d'una massa d'aigua.

INTRODUCCIÓ GENERAL

La densitat i el seu paper en la circulació marina

És ben sabut per tothom que, si deixem anar un objecte en un líquid, poden ocórrer dues coses: que suri o que s'enfonsi. Per exemple, si deixem caure una bola de plom al mar, aquesta s'enfonsarà; però si, en canvi, hi deixem anar una bola de la mateixa mida feta de suro, aquesta no s'enfonsarà sinó que surarà.

Parlant en termes d'objectes i líquids, és fàcil entendre aquests comportaments, però què passa quan, en comptes de tenir en contacte un objecte i un líquid, tenim

dos líquids amb característiques aparentment molt similars?

Pensem, per exemple, en l'estret de Gibraltar, on l'aigua freda i menys salada de l'Atlàntic entra en contacte amb l'aigua calenta i més salada de la Mediterrània. Què podríem predir que hi passés? Potser podríem pensar que dues masses d'aigua, tot i tenir temperatures i salinitats diferents, com que estan en moviment, quan entressin en contacte es barrejarien ràpidament i s'obtindria una massa d'aigua uniforme amb una temperatura i una salinitat intermèdia. Tot i això, a la pràctica, s'observen comportaments diferents: s'ha pogut comprovar que, quan diferents masses d'aigua entren en contacte, s'enfonsen les unes sota les altres, i aleshores es disposen en capes segons les seves característiques fisicoquímiques. Al lloc on ambdues capes entren en contacte es forma una zona de barreja.

Com podem explicar que una massa d'aigua suri o s'enfonsi sota un altra? Doncs gràcies al concepte de *densitat*

La densitat és la propietat que relaciona la quantitat de matèria que hi ha en un determinat volum d'una mateixa substància. Per això té unitats de massa i volum: per exemple, es pot mesurar en g/cm^3 . La densitat, per tant, variarà segons el tipus de substància o material.

Però per què les masses d'aigua tenen diferents característiques fisicoquímiques?

El mar, entès globalment, tot i semblar un continu d'aigua homogènia, està compost de masses d'aigua diferenciades. La composició de l'aigua de mar està sotmesa a diferents factors ambientals, com ara la incidència de la llum del Sol i el grau d'evaporació, el règim de pluges, la proximitat de desembocadures de rius, el desgel d'icebergs..., tota una sèrie de factors que determinen una sèrie de característiques que donen lloc a masses d'aigua marina molt diferents.

És molt important, a l'hora d'intentar entendre com funciona el mar, saber que no és un sistema aïllat, sinó que es troba interrelacionat amb la resta de sistemes, com l'atmosfera, la resta de l'aigua de la hidrosfera, la geosfera i la biosfera, i que allò que passa en un dels subsistemes sol tenir efectes sobre els altres.

En el cas de les masses d'aigua marines, diem que la densitat depèn principalment de la temperatura i de la salinitat de l'aigua, que afecten de manera contrària la densitat: com més salina és una massa d'aigua, més densa és; en canvi, com més calenta és una

massa d'aigua, menys densa és. Així, una massa d'aigua freda i salada serà més densa i s'enfonçarà sota una massa d'aigua més calenta i menys salada. Això provoca que, a petita i gran escala, les masses d'aigua es moguin; els moviments a escala global deguts a les diferències de densitat de les masses d'aigua es coneixen com a circulació termohalina.

Així doncs, la diferència de densitat entre les diferents masses d'aigua a l'oceà és el motor de l'anomenat *gran cinturó de circulació oceànica*, que connecta totes les aigües dels diferents oceans, distribueix la calor provinent del Sol per tot el planeta i és, en bona part, responsable de la distribució dels grans climes terrestres. Veiem, així, que la comprensió del moviment de les masses d'aigua segons les seves característiques físico-químiques és cabdal no només en termes oceanogràfics, sinó també per entendre altres branques de la ciència, com la meteorologia.

Les diferències en la densitat de les masses d'aigua donaran com a resultat la separació de les diferents masses d'aigua en capes, i això originarà un procés que es coneix com a estratificació.

La separació de les diferents masses d'aigua en capes rep el nom d'estratificació.

Caracterització de les masses d'aigua

Sabent que la temperatura i la salinitat són característiques determinants de la massa d'aigua, no és gens estrany, doncs, que un dels objectius clau de les campanyes oceanogràfiques científiques sigui precisament caracteritzar les masses d'aigua, cosa que s'aconsegueix, sobretot i justament, a partir de la mesura de la salinitat i de la temperatura de la columna d'aigua de l'àrea de mostreig. Però també es poden mesurar altres paràmetres que donen informació valuosa d'aquella massa d'aigua, com ara la seva concentració de nutrients inorgànics dissolts (nitrats, fosfats...) o la seva concentració d'oxigen. Per tal d'obtenir aquestes dades bàsiques, els oceanògrafs utilitzen instruments especialitzats per prendre mesures d'aquests paràmetres, com ara el CTD, sigla anglesa de *conductivity, temperature, depth*, que són els tres paràmetres principals que mesura: conductivitat, temperatura i profunditat (encara que no mesura realment la profunditat, sinó la pressió, a partir de la qual sí que pot extreure el valor de la profunditat). El CTD, a més, sovint ofereix la possibilitat de poder-hi incorporar altres sondes per mesurar altres paràmetres. L'elecció d'equipar-lo amb més o menys sondes dependrà de l'estudi que es vulgui fer i de les dades oceanogràfiques que es vulguin prendre.

Amb el tractament de les dades de temperatura i salinitat obtingudes amb un CTD (la salinitat es calcula a partir de les dades de conductivitat) es poden elaborar els anomenats diagrames *TS*. Es tracta d'uns gràfics que relacionen la temperatura i la salinitat de

la columna d'aigua d'un lloc determinat amb la profunditat. Com a resultat, s'obté una corba a partir de la qual es pot identificar cadascuna de les masses d'aigua que componen la columna d'aigua d'aquell punt. Aquests diagrames actuen com si fossin les empremtes digitals dels mars i els oceans, i ens permeten identificar i localitzar les masses d'aigua que els conformen a partir de les dades obtingudes de temperatura i salinitat.

Amb les dades que s'obtenen a partir del CTD es realitzen perfils verticals dels diferents paràmetres (en què es relaciona cada paràmetre amb la fondària) i sovint resulten de gran ajuda per poder interpretar altres tipus de dades (biològiques, geològiques...). Per exemple, el fet de tenir perfils verticals de la distribució dels nutrients principals d'una zona ens pot ajudar a explicar la presència o absència d'uns organismes o altres, observats a partir de l'anàlisi de mostres d'aigua obtingudes a diferents profunditats d'una mateixa zona. Dos dels factors principals que expliquen la presència o absència de certs organismes són els nutrients i la llum que rep aquella aigua.

També es fan sovint perfils verticals de clorofil·les, concretament de clorofil·la a, i s'identifiquen els coneguts com a *deep chlorophyll maximum* (DCM), és a dir, una profunditat a la qual es dona un pic en la concentració de clorofil·la, per intentar establir punts de màxima probabilitat de localització en la columna d'aigua dels organismes fotosintètics.

Les variacions de temperatura, salinitat i densitat de l'aigua del mar

En general, sabem que hi ha variacions de temperatura i salinitat de les masses d'aigua superficials segons la zona del planeta on es troben, perquè aquestes estan sotmeses a diferents condicions ambientals. Un bon exemple d'aquesta variabilitat el trobem a les aigües marines circumdants de l'Índia. Molts dels seus rius més cabalosos desemboquen a l'est del país, al golf de Bengala, i això fa que la massa d'aigua superficial que trobem en aquella zona sigui particularment dolça. Per contra, a la part oest de la península de l'Índia trobem una massa d'aigua superficial molt salada, a causa de la seva connexió amb el golf Pèrsic i el mar Roig, ambdues localitzacions amb una aigua extremadament salada. Així, al vessant est tenim aigua superficial amb salinitats d'entre el 28 ‰ i el 35 ‰ (l'equivalent aproximat a 28 i 35 grams de sal per litre d'aigua de mar, respectivament); i al vessant oest, aigua superficial amb salinitats d'entre el 35,5 ‰ i el 36,8 ‰ (l'equivalent aproximat a 35,5 i 36,8 grams de sal per litre d'aigua de mar, respectivament), depenent del valor exacte de l'època de l'any. Tot i que, a primera vista, per les xifres pot semblar una diferència poc important, de fet, representen, pel que fa a grans masses marines superficials dels oceans (sense tenir en compte mars interiors), les masses d'aigua on es troba l'aigua més salada i menys salada del món, amb la qual cosa es fa palès el gran efecte que tenen altres factors en les característiques de les masses d'aigua.

Si mirem l'aigua des de la superfície i cap a més fondària, veiem que en sentit vertical

també hi poden haver diferències de temperatura i salinitat. Quan el Sol escalfa l'aigua superficial, es va creant una capa d'aigua més calenta que, si s'escalfa prou ràpidament,

En oceanografia, la salinitat es pot expressar de diverses maneres, per exemple, en forma de ‰ (equival a una part de solut per mil parts de dissolució, que equival a grams de sal per litre de dissolució), o, per exemple, utilitzant com a unitats les psu (de l'anglès practical salinity units, unitats pràctiques de salinitat). Tot i que les psu s'han utilitzat durant molts anys, actualment és més habitual expressar la salinitat en g/kg (grams de sal per kilogram de dissolució).

fa que hi hagi unes diferències de temperatura considerables respecte a les aigües més profundes. Això provoca que es creï una zona de màxim gradient de temperatura que separa la massa d'aigua més calenta de la més freda, i que s'anomena termoclina. Sota la termoclina, la temperatura segueix disminuint però de manera més gradual, fins a un valor uniforme proper als 3 °C en gairebé totes les grans conques oceàniques.

Depenent de la latitud i de l'estació de l'any, la termoclina es pot trobar a diferent fondària. A altres latituds i als oceans polars, per exemple, l'aigua està sempre molt freda, habitualment per sota dels 0 °C, per la qual cosa la termoclina és sovint molt superficial, o fins i tot inexistent; en canvi, als tròpics la termoclina és semipermanent, ja que la radiació del Sol manté la superfície marina molt més càlida durant tot l'any. A latituds mitjanes, la fondària i les característiques de la termoclina varien segons l'estació de l'any, i és més marcada i profunda en els mesos més càlids.

Però la temperatura no és l'únic paràmetre que pot patir un gradient brusc en la columna d'aigua. De manera similar, podem trobar l'**haloclina**, una zona de la columna d'aigua determinada pel canvi més pronunciat de salinitat. Aquest és el cas típic, per exemple, dels mars temperats, entre les aigües superficials –per exemple, més salades a causa d'una evaporació més marcada– i l'aigua profunda –habitualment una mica menys salada.

Si prenem de manera conjunta les variacions de temperatura i salinitat de l'aigua de mar, aquestes determinaran la seva densitat. Habitualment la densitat anirà augmentant amb

Una clina és una zona on el gradient en un paràmetre és més accentuat.

Així, la termoclina és la zona on el gradient de temperatura és major, l'haloclina és la zona on el gradient de salinitat és major i la picnoclina és la zona on el gradient de densitat és major.

la profunditat, de tal manera que a la zona de major gradient de densitat es crearà l'anomenada pinoquina. La termoclina, l'haloclina i la pinoquina representen barreres per a la circulació vertical de l'aigua i dels nutrients; també són fronteres per a nombrosos organismes microscòpics del plàncton, que no poden travessar-les i que, per tant, queden confinats en les masses d'aigua situades per sobre o per sota d'aquests gradients bruscos: quan l'aigua està en calma, una termoclina prou forta manté aïllat el plàncton de la superfície dels nutrients que hi ha a les capes inferiors. Això sol ocórrer, a les èpoques d'estiu, en mars temperats com el Mediterrani, i pot arribar a provocar problemes de manca de nutrients per als organismes que es troben a la zona superior a la termoclina, i fins i tot una certa manca d'oxigen (a causa del consum d'oxigen per part dels organismes marins). Tot i això, l'estratificació en capes dels oceans no és permanent i es pot trencar quan el vent bufa fort o hi ha una tempesta. Quan això passa, les aigües es remouen, la termoclina es trenca i les aigües superficials i les profundes es tornen a barrejar, fet que afavoreix el retorn de nutrients i oxigen a la superfície i, per tant, la proliferació de plàncton a les aigües que quedaven per sobre de la termoclina.

El fenomen del *cascading*

Un exemple molt important del moviment de les aigües degut a la seva diferència de densitat, en aquest cas accelerat per la morfologia del relleu i afectat pel moviment rotacional de la terra, és el fenomen del *cascading*.

El *cascading* són corrents d'aigua a favor de la gravetat en zones marines amb pendents, dins d'un sistema de rotació (el sistema rotacional de la Terra). És el procés pel qual fluxos intermitents d'aigua densa (cascades) passen d'una zona de menys profunditat a una zona més profunda. Aquest procés té lloc o bé des d'aigües de la plataforma continental a través del talús fins a una conca situada a més profunditat; o bé, a major fondària, al pas d'una conca oceànica a una altra de més profunda a través d'una zona estreta del relleu. El fet que aquests fluxos d'aigua passin per aquestes zones amb un relleu particular fa que adquireixin més velocitat, i el fet que tot s'integri a un sistema de rotació com és la Terra fa que l'aigua adquireixi un moviment particular no només de baixada sinó també cap als costats.

Per una altra banda, tenim els corrents de terbolesa, que són fluxos ràpids d'aigua pendent avall causats per un increment de la densitat de l'aigua, degut principalment a l'increment de grans quantitats de sediment. Aquest nou aportament de sediments prové d'esllavissaments al talús, terratrèmols i altres pertorbacions al fons marí. Aquests corrents de terbolesa poden canviar l'aspecte físic del fons marí, erosionant-lo i remodelant-lo, i molts cops donen lloc als coneguts com a canyons submarins.

Els canyons submarins són profundes valls o canals excavats al talús continental, que van

des de zones de plataforma fins a grans profunditats. Molts canyons són prolongacions marines de grans rius. Els canyons submarins actuen com a canals en el transport de partícules des de la superfície cap als fons marins. Aquest transport de sediment i matèria orgànica es veu accentuat i accelerat (poden arribar fins als 100 km/h) per la formació de «cascades» submarines d'aigües denses que descendeixen a gran velocitat per la plataforma i el talús fins a grans fondàries.

Per tot plegat, els canyons submarins són llocs on es concentra una gran quantitat de matèria. A més, les parets dels canyons submarins solen tenir una topografia molt irregular, poc accessible per a la pesca. Per aquest motiu, els canyons submarins constitueixen l'hàbitat de riques comunitats bentòniques, com per exemple els esculls de coralls profunds, que allí estan protegits de l'activitat pesquera i reben grans aportacions de matèria orgànica (aliment).

TALLER 1

TÍTOL: Elaboració de perfils verticals

OBJECTIUS DE L'ACTIVITAT

- Aprendre a traçar un perfil vertical de temperatura a partir de dades reals de temperatura.
- Saber explicar les variacions que s'hi observen al llarg d'un any.

MATERIAL

- Diferents dades reals de temperatura del mar Mediterrani (preses a una milla a llevant de les illes Medes) de les diferents estacions de l'any i a diferents fondàries. (Vegeu al material adjunt: «tauladadestemperatura.pdf»).
- Fulls de paper mil·limetrat.
- Llapis i goma

PROCEDIMENT

Els perfils verticals són gràfics que serveixen per veure com varia un determinat paràmetre (la temperatura, la salinitat...) en funció de la fondària. Resulten de gran utilitat per identificar els diferents tipus de clines en un moment i un lloc determinats. Fent diversos perfils verticals del mateix indret de mostreig amb les dades dels diferents mesos de l'any, es pot veure en quin moment es formen les clines i com evolucionen al llarg de l'any.

Amb les dades de temperatura anuals preses a prop de les illes Medes (vegeu al material adjunt: «tauladadestemperatura.pdf»), s'hauran d'obtenir els dotze perfils verticals pertanyents a cadascun dels mesos de l'any, fent servir paper mil·limetrat, llapis i goma.

Abans de començar l'activitat, convindria respondre a les següents qüestions:

- 1) Què pretenen mostrar, aquests gràfics?
- 2) Quina variable es col·locaria a l'eix de les x?
- 3) Quina variable es col·locaria a l'eix de les y?
- 4) Si es tracta d'un perfil vertical, com es col·locaran i es marcaran els diferents eixos?

Un cop acabats els gràfics, caldrà intentar donar una explicació coherent de les diferents variacions que s'hi observen al llarg de l'any, i explicar a què es creu que són degudes i com podrien afectar el plàncton microscòpic, per exemple.

SOLUCIONS

1) La variació de temperatura segons la profunditat.

2) La profunditat.

3) La temperatura.

4) En aquest perfil vertical, l'objectiu principal és poder visualitzar com varia la temperatura amb la profunditat. Els perfils verticals s'organitzen amb l'eix de les x a la part superior del gràfic i l'eix de les y a la part esquerra. Aquesta disposició dels eixos és deguda al fet que, tot i que els valors de l'eix y s'indiquen en termes positius per referir-se a profunditats, en considerar-se com a sistema de referència els 0 m del nivell del mar, és necessari indicar les profunditats a la zona de l'eix negatiu, per sota de l'origen de coordenades, ja que si es representessin les dades a la zona de l'eix positiu, s'estaria fent referència a alçades en comptes de profunditats.

En general, a les latituds temperades (a les quals pertany l'àrea d'estudi on s'han obtingut les dades per fer aquesta activitat), la termoclina comença a formar-se generalment durant els mesos primaverals (març-abril), quan augmenten les hores de sol i els seus raigs esclafen progressivament la superfície de l'oceà. Tot i això, com es pot veure als resultats de l'activitat, en aquest cas la termoclina no comença a formar-se fins als mesos d'estiu, a causa dels efectes d'una primavera tardana ocorreguda l'any de presa de les dades (2003). Per sota de la termoclina, la temperatura descendeix bruscament fins a assolir uns valors més o menys uniformes. A mesura que avança l'estiu, la termoclina es troba a més profunditat, responent al progressiu escalfament de l'aigua superficial, que cada cop ocupa un gruix més gran. Es pot observar com la temperatura de l'aigua superficial va augmentant, des dels 13,5 °C del març i l'abril fins al màxim de 22,5 °C durant l'agost. També es veu com la termoclina, al juliol, es troba entre els 5 i els 60 m aproximadament, i es va trobant cada cop a més profunditat fins al novembre, quan es troba entre els 60 i els 80 m de fondària.

Durant la tardor, el fort vent i les tempestes contribueixen al trencament de la termoclina i a la barreja de les capes d'aigua. Es pot observar també com la temperatura superficial comença a disminuir al setembre (està a uns 21,5 °C) i segueix disminuint a mesura que la tardor i l'hivern van avançant, fins a arribar a la mínima de 12,8 °C al febrer.

L'hivern es caracteritza generalment per una homogeneïtat vertical dels valors de temperatura (aproximadament de 12,8 °C al llarg de tot el perfil vertical).

Les gràfiques obtingudes per a cada mes es mostren detalladament al document adjunt (veure «perfilsverticals.pdf») S'esperaria obtenir uns resultats similars.

TALLER 2

TÍTOL: Fem una termoclina i una haloclina

OBJECTIU DE L'ACTIVITAT

- Simular experimentalment una haloclina i una termoclina i saber explicar el perquè de la disposició de les diferents masses d'aigua.

Es tracta de preparar aigües de diferent salinitat i/o temperatura i observar i explicar què passa quan aquestes es posen en contacte.

PREGUNTES PRÈVIES

1. Es barrejaran les aigües de diferent salinitat i/o temperatura?
2. Què s'esperaria que succeís amb cadascun dels experiments? Es pot formular una predicció en forma d'hipòtesi.
3. Raoneu la resposta a la pregunta anterior: per què s'esperaria que succeís la predicció plantejada?

MATERIAL

- Tanc rectangular amb separador.
- 4 recipients per contenir aigua (millor si són de vidre, i/o un termos per a l'aigua calenta; l'aigua freda pot anar en una ampolla de plàstic).
- 80 g de sal (o més; 80 g seria el mínim).
- Colorant alimentari (de diferents colors).
- Aigua molt freda.
- Aigua calenta.
- Termòmetres (que puguin mesurar fins a 100 °C i que es puguin submergir fàcilment en el tanc).

PROCEDIMENT

Ambdós experiments segueixen el mateix procediment; únicament es diferencien en el punt 1:

1. Si es fa l'experiment de l'haloclina:

1. Ompliu una ampolla amb aigua de l'aixeta.

2. Poseu 80 g de sal (o més, com a mínim) en una altra ampolla i afegiu-hi aigua fins a arribar a 1 L. Sacsegeu-la per tal de diluir la sal completament.

Si es fa l'experiment de la termoclina:

1. Prepareu l'ampolla amb aigua molt freda. Es pot fer servir aigua que faci un dia sencer que està al refrigerador.

2. Prepareu un recipient adequat amb aigua calenta.

Cal anar amb molt de compte a l'hora de manipular l'aigua calenta, per tal d'evitar cremades. No s'han d'utilitzar ampolles de plàstic, que es podrien deformar; en el seu lloc, s'ha d'intentar fer servir un recipient tipus termos. Si en lloc d'un termos es fa servir un recipient de vidre, cal anar igualment amb molt de compte amb la calor i manipular-lo sempre amb agafadors.

Nota: Per tal d'obtenir els millors resultats, és molt important fer l'experiment just després de preparar el material, i així es mantindrà la màxima diferència de temperatura entre les dues dissolucions.

2. Ompliu un dels compartiments del tanc amb la dissolució amb sal (o l'aigua calenta, en el cas de l'activitat 2), i l'altre compartiment amb l'aigua dolça (o freda, en el cas de l'activitat 2).

3. Afegiu unes gotes de colorant blau a un dels compartiments i unes gotes de colorant vermell a l'altre compartiment. S'obtindrà un compartiment amb aigua blava i l'altre amb aigua vermella.

4. Aixequeu molt lentament la separació entre els compartiments. A poc a poc s'observarà l'estratificació de les dues masses d'aigua.

5. Renteu i assequeu bé el tanc i repetiu tots els passos per fer l'experiment de la termoclina.

6. Un cop tret el separador, poseu un dit a la superfície de l'aigua del tanc i moveu-lo suaument cap al fons del tanc per notar el canvi de temperatura. Si es disposa de termòmetres, comproveu la temperatura de cadascuna de les masses d'aigua introduït-hi suaument.

ment el termòmetre i esperant que la temperatura que marca s'estabilitzi.

A continuació, proveu de respondre a les següents preguntes de cada experiment:

1.1. Experiment de l'haloclina

- 1) S'ha acomplert la hipòtesi inicial en treure el separador entre els compartiments? Què ha passat i per què?
- 2) Quantes capes ben diferenciades s'han format?
- 3) Quina és la capa més salada?
- 4) Què passa a la interfase entre ambdues capes?
- 5) Com s'anomena aquesta zona on hi ha el màxim gradient de salinitat?

1.2. Experiment de la termoclina

- 6) S'ha acomplert la hipòtesi inicial en treure el separador entre els compartiments? Què ha passat i per què?
- 7) Quantes capes ben diferenciades s'han format?
- 8) Quina és la capa més freda?
- 9) Què passa a la interfase entre ambdues capes?
- 10) Com s'anomena la zona de major gradient de temperatura entre ambdues capes?

SOLUCIONS

- 1) En treure el separador, es creen diferents capes, de manera que l'aigua més salada, com que és més densa, es disposa a la part inferior del tanc; i l'aigua menys salada, com que és menys densa, es disposa a la part superior del tanc, per sobre de l'aigua més salada. Les capes d'aigua es disposen segons la seva salinitat, i es produeix una estratificació de les dues masses d'aigua. Es crea una zona de transició entre ambdues capes, que en principi adopta el color de la barreja dels dos colors de les capes anteriors (o una degradació del color del colorant fins a la massa d'aigua transparent en el cas d'haver-ne acolorit només una) i que marca l'haloclina.
- 2) Dues. Tot i que es pot considerar una capa més, l'haloclina no és una capa com a tal sinó una interfase entre les dues capes.

3) La de sota.

4) Hi ha una certa barreja de les dues capes.

5) Haloclina.

6) De forma similar a allò que passava a l'experiment de l'haloclina, l'aigua s'estratificarà en capes de diferent temperatura, de manera que l'aigua més calenta (menys densa) es quedarà a la zona superior, i la capa d'aigua més freda (més densa) es col·locarà a la part inferior del tanc.

Les capes d'aigua es disposen segons la seva temperatura, i es crea una estratificació de les dues masses d'aigua. Es crea una zona de transició entre ambdues capes, que en principi adopta el color de la barreja dels dos colors de les capes anteriors (o una degradació del color del colorant fins a la massa d'aigua transparent en el cas d'haver-ne acolorit només una) i que marca la termoclina.

7) Dues. Tot i que , la termoclina es pot considerar una capa més no és una capa com a tal sinó una interfase entre les dues capes.

8) La de sota.

9) Hi ha una certa barreja de les dues capes.

10) Termoclina.

TAMBÉ ES RECOMANA: es pot provar de posar en contacte també, per exemple, una aigua molt freda i salada i una de calenta i gens o poc salada. D'aquesta manera s'obtindrà una picnoclina amb un efecte encara més marcat.

També es pot variar l'experiment posant les aigües en un recipient vertical (així no ens caldrà un separador) i després acolorint les aigües, jugant amb aigües de diferents característiques i formulant hipòtesis sobre què s'espera que passi.

TALLER 3

TÍTOL: Perfils submarins

OBJECTIUS DE L'ACTIVITAT

- Visualitzar el patró de moviment d'una massa d'aigua en funció del relleu submarí.
- Entendre la relació entre aquest transport d'aigua i el transport de nutrients i matèria orgànica des de la superfície cap als fons oceànics.

PREGUNTES PRÈVIES

1. Què s'esperaria que passés en afegir l'aigua freda i salada als diferents tancs amb aigua dolça? S'enfonsarà, surarà, es barrejarà amb la resta...? Es pot formular una predicció en forma d'hipòtesi.
2. Raoneu la resposta a la pregunta anterior: per què s'esperaria que succeís la predicció plantejada?

MATERIAL

- Tres caixes de plàstic transparent amb tres relleus diferents del fons marí (una sense relleu, una amb una plataforma inclinada simple i una tercera amb una plataforma inclinada amb una secció mitjana simulant un canyó submarí tallat en la plataforma).

NOTA: Aquests relleus es poden fer de diverses maneres, dependent dels materials que es tinguin a l'abast. S'ha de tenir en compte que aniran coberts d'aigua, per la qual cosa s'haurien d'elaborar amb un material que no es faci malbé en contacte amb aquesta, com, per exemple, poliestirè o porexpan. També es podria fer servir plastilina.

- Un comptagotes.
- Un recipient amb aigua freda salada.
- Colorant alimentari.
- Aigua de l'aixeta.

PROCEDIMENT

1. Aboqueu el colorant alimentari dins l'aigua freda i salada del recipient.
2. Ompliu amb aigua de l'aixeta les tres caixes de plàstic transparent amb els tres relleus diferents, de manera que els relleus quedin coberts completament.
3. Aboqueu, amb l'ajuda del comptagotes, l'aigua freda i salada amb el colorant a poc a poc sobre l'aigua que cobreix els diferents relleus. Cronometreu quant triga a arribar l'aigua acolorida al fons de cadascuna de les caixes. Feu aquesta operació amb cadascun dels diferents perfils del fons marí.

A continuació, proveu de respondre a les següents preguntes:

- 1) S'ha acomplert la hipòtesi inicial?
- 2) Quina importància podria tenir la velocitat de caiguda d'aigua densa per a les comunitats animals dels fons marins?

PREGUNTA FINAL DE LA PRÀCTICA: tenint en compte les tres activitats («Elaboració de perfils verticals», «Fem una termoclina i una haloclina» i «Perfils submarins»), quina propietat característica acaba determinant la disposició de les diferents masses d'aigua?

SOLUCIONS

1) En els tres casos, l'aigua freda i salada, com que és més densa que l'aigua dolça, s'enfonsarà. El seu moviment vertical veurà desviat el seu recorregut en funció de la topografia del fons. És important veure com s'accelera la caiguda a causa de la presència del canyó submarí.

2) Les comunitats animals que viuen a la plataforma continental es veuen afavorides per l'arribada d'aigües riques en nutrients i matèria orgànica de la superfície. En general, si l'aigua baixa a alta velocitat, com succeeix en el cas dels canyons submarins, les comunitats se'n beneficiaran més, ja que la matèria orgànica i els nutrients arriben en bones condicions i sense modificar-se.

RESPOSTA FINAL DE LA PRÀCTICA: la densitat, que es veu condicionada sobretot per la temperatura i la salinitat.

