

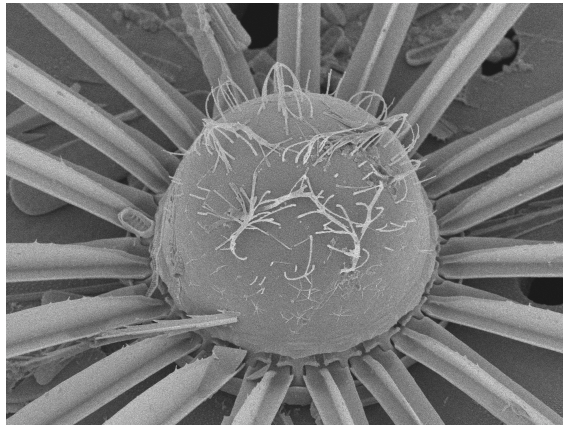


RTS  
SANT MÒNIC

CIÈNCIA

# ANTÀRTIDA. TEMPS DE CANVI

MIREYA MASÓ



DOCUMENTACIÓ PER ALS TALLERS:

QUI HI VIU, AL GEL?

*“L’Antàrtida és la presència visible del canvi. El temps cronometrat es materialitza en una successió sense pausa de sol i boira, de calma, de nevades i pedregars escombrats pel vent, de marees, d’avenços i retrocessos d’icebergs i blocs de glaç sobre la badia. És un paisatge en moviment, no roman res més enllà de l’instant. Aquí a l’Antàrtida cada segon té el valor del present. Apareix i desapareix abans que puguis recordar-lo.” Mireya Masó*

*Antàrtida. Temps de canvi*, comissariada per Alicia Chillida, dialoga amb la investigació científica des de la perspectiva artística. El punt de partida és el treball de camp de Mireya Masó realitzat durant l’estiu austral de 2006 a les bases argentines gestionades per la *Direcció Nacional del Antàrtico* en col·laboració amb l’ecòloga marina Mercedes Masó. El resultat final mostra un conjunt de vídeos i fotografies que ens enfronten a un paisatge natural gairebé sense intervenció humana. L’interès es dirigeix cap els mecanismes de percepció de l’ésser humà davant d’un medi en contínua transformació. Es fixen dos eixos des de la percepció: la macroscòpica -a través dels icebergs que es traslladen per la badia Esperanza-, i la microscòpica -a partir d’una experimentació amb les diatomees a l’Institut de Ciències del Mar del CSIC i en relació amb un conjunt de projectes d’estudiants de l’Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya.

El projecte expositiu completa i conclou un cicle d’investigació de l’artista, de tres anys de durada, centrat en el continent austral. Es presenta per primera vegada a l’espai Laboratori d’Arts Santa Mònica un material inèdit per a aquesta ocasió.

## TALLERS

Paral·lelament a l'exposició *Antàrtida. Temps de Canvi* de Mireya Masó a l'Espai Laboratori es realitzen 4 tallers dirigits al públic escolar i familiar. Cada taller està orientat a una edat en funció dels continguts científics implicats en l'activitat.

En el cas escolar, es dividirà l'aula en grups de 5-6 alumnes i es repartirà a cada grup una imatge relacionada amb el tema del taller. Mitjançant la participació dels alumnes s'aniran explicant algunes de les qüestions científiques relacionades amb cada imatge.

A més, volem experimentar alguns dels fenòmens que s'hagin explicat a través de les imatges. Per aquest motiu, en la segona part del taller es duran a terme petits experiments que permetin visualitzar alguns processos com la formació de núvols, la formació d'aigües profundes a l'Antàrtida, l'efecte del gel en el clima, etc.

Amb aquestes tallers pretenem apropar els alumnes a algunes de les peculiaritats del continent antàrtic i que reconeixin la importància que tenen aquests processos a escala planetària.

**Fem núvols.** (amb la col·laboració de Rafel Simó- Investigador de l'Institut de Ciències del Mar) En aquest taller s'explica el procés de formació dels núvols i el paper que aquests tenen en la regulació climàtica del planeta. També aprendrem sobre la importància de la coberta de gel marí a l'Antàrtida i d'alguns organismes marins en la regulació del clima (a partir 1<sup>er</sup> ESO).

*Del 6 al 16 d'abril*

**Qui hi viu, al gel?** És un taller per a experimentar amb els diferents gels que trobem a l'Antàrtida: gel marí i gel continental. A més, es visualitzarà com es formen els corrents marins, els fronts polars i els icebergs. Finalment, aprendrem quins organismes poden viure en unes condicions tan extremes com les que ofereix el gel marí antàrtic (a partir de 5<sup>e</sup> Primària).

*Del 20 a 30 d'abril*

**Colors en el desert blanc.** (amb la col·laboració de Josep Maria Gili- Investigador de l'Institut de Ciències del Mar) Aquest taller s'adreça al públic més petit i pretén mostrar els diferents vegetals i animals que viuen en el medi antàrtic. Els sons i els colors seran les eines que ens permetran identificar els diferents organismes (a partir de tres anys).

*Del 4 al 13 de maig*

**(Sobre)viure a l'Antàrtida.** (amb la col·laboració de la Unitat de Tecnologia Marina- CSIC) Viure a l'Antàrtida implica considerar una sèrie de factors que els científics han de tenir en compte quan van a realitzar la seva recerca. En el taller es parla dels requeriments tècnics a les bases, del vestuari, dels sistemes de comunicació, dels problemes mèdics i alimentaris, i de les expedicions antàrtiques en general. Les facilitats tècniques han canviat al llarg del temps; en aquest sentit, es donarà una perspectiva històrica de les expedicions antàrtiques (a partir de 1<sup>er</sup> Primària).

*Del 18 al 27 de maig*





Tots els tallers s'impartiran els dimarts i els dijous a les 10 del matí i tindran una durada d'una hora i mitja, aproximadament. Si voleu participar en algun taller, podeu reservar dia al telèfon: 93 567 11 10 (de 11h a 21h, dilluns tancat) o escriure un e-mail a [ciencia\\_artssantamonica@gencat.cat](mailto:ciencia_artssantamonica@gencat.cat).

Els tallers estan elaborats i coordinats per Patrícia Homs (Universitat de Barcelona) i Begoña Vendrell (Institut de Ciències del Mar –CSIC). Amb la col·laboració de Rafel Simó i Josep Maria Gili (Institut de Ciències del Mar –CSIC) i de la Unitat de Tecnologia Marina (CSIC).

## L'ANTÀRTIDA, EL CONTINENT DE GEL

### INTRODUCCIÓ AL CONTINENT ANTÀRTIC

L'Antàrtida és un continent situat a la zona més austral del planeta, per sota dels 60° de latitud sud. Té una superfície aproximada de 14.000.000 quilòmetres quadrats. Fa uns 200 milions d'anys, formava part del continent Gondwana, juntament amb l'actual Amèrica del Sud, Àfrica, Índia i Austràlia.

Fa uns 70 milions d'anys es va separar definitivament de la resta dels continents, quedant parcialment aïllada quan es va obrir l'estret de Drake i es va formar el corrent circumpolar antàrtic, fa aproximadament 45 milions d'anys. L'Antàrtida està dividida geogràficament per les muntanyes Transantàrtiques en dues grans regions: l'Antàrtida oriental -més antiga geològicament- i l'Antàrtida occidental. Des d'un satèl·lit, s'observa com el continent està cobert d'una capa de gel, acumulada durant mil·lennis; el gel cobreix el 98% de la seva superfície. La quantitat de gel a l'Antàrtida representa el 90% de tot el gel del planeta. Si tot aquest gel es fongués el nivell del mar pujaria uns 65m.

La cobertura de gel té un gruix mitjà de 2.3 Km i arriba a gairebé els 4 Km al centre del continent. Hi ha muntanyes senceres que queden soterrades sota el gel i, en alguns casos, els pics -anomenats *nunataks*- sobresurten de la capa de gel. A més, el gel empeny les roques que hi ha sota cap avall, de manera que si treiéssim la capa de gel continental, les roques ascendrien uns 1.000 metres.

L'Antàrtida reflecteix entre un 80 i un 90% de tota la radiació lumínica del món. *Albedo* és el nom que es dóna al quocient entre la radiació refractada i la quantitat de radiació que arriba a superfície. Les superfícies blanques tenen un major albedo, mentre que els cossos foscos no reflecteixen tanta radiació. Per això l'Antàrtida té aquest rellevant paper en la regulació del clima del planeta.

El continent antàrtic s'ha convertit en la destinació final de molts aventurers i d'altres expedicions humanes, que hi anaven per a explotar els seus recursos. Des de fa uns anys, la caça indiscriminada de foques, balenes i krill (un petit crustaci que és el principal aliment de balenes, foques i pingüins), s'ha reduït gràcies al tractat internacional de protecció de l'Antàrtida.

L'Antàrtida conté importants reserves de petroli, gas, coure i altres metalls i minerals. La situació política internacional preserva actualment l'Antàrtida de l'explotació humana (amb el Tractat Antàrtic). Tanmateix, encara hi ha pesca i presència humana de científics i turistes. Aquests darrers estan incrementant any rere any.

## EL CLIMA

Es pot afirmar que l'Antàrtida és el continent més fred, més ventós i més sec de la Terra. La temperatura mitjana anual a l'altiplà interior és de  $-50^{\circ}\text{C}$ , encara que a prop de la costa rares vegades s'arriba a  $-40^{\circ}\text{C}$ . A l'estiu, a les zones costaneres i a les illes la temperatura és de pocs graus sota zero, encara que, des de fa alguns anys, temperatures de  $+8^{\circ}\text{C}$  no són gens excepcionals.

La temperatura més freda registrada en tot el planeta va ser mesurada a l'estació de Vostok, el 21 de juliol de 1983 i va ser de  $-89,2^{\circ}\text{C}$ .

El vent és un altre fet singular del continent austral: els vents catabàtics es dirigeixen des del centre del continent cap a la costa amb velocitats de fins a 300 quilòmetres per hora.

A l'altiplà interior les precipitacions són tan rares com en un desert. Per aquesta raó, els llacs i rierols romanen gairebé sempre coberts de gel. A l'Antàrtida trobem diversos llacs subglacials, com el de Vostok, que han estat localitzats via satèl·lit per sota dels 4 quilòmetres de gel.

## L'OCEÀ ANTÀRTIC

L'extensió de l'Oceà Antàrtic no està clarament definida perquè contacta les parts australs dels oceans Pacífic, Atlàntic i Índic. En qualsevol cas, podem dir que està delimitat pel Corrent Circumpolar Antàrtic, el corrent més gran del món i principal connexió entre els oceans Atlàntic, Pacífic i Índic.

El Front Polar és un dels límits oceànics més grans de la Terra i és una barrera biològica important. L'Oceà Antàrtic, al sud del Front Polar, es pot dividir en tres zones que difereixen significativament en la seva biologia, a causa de les diferències ambientals:

- La *Zona Oceànica Permanentment Oberta* (és a dir, sense gel) (POOZ)- és rica en nutrients però té uns nivells relativament baixos de producció primària.

El principal flux d'aigua és el Corrent Circumpolar Antàrtic. El **fitoplàncton** (organismes fotosintètics unicel·lulars) és generalment petit -pico (0.2-2 micròmetres) i nanoplàncton (2-20 micròmetres)- i serveix d'aliment per a diferents grups de protozoous i petits animals com els crustacis.

- La *Zona de Gel Estacional* (SIZ), al sud de POOZ, està coberta de gel durant l'hivern però no durant els mesos d'estiu. És la zona més productiva de l'Oceà Antàrtic. Les proliferacions de fitoplàncton són comunes a les parts superficials, on es troben aigües menys salines (a causa de la fusió del gel). El **krill** és abundant en aquesta zona, sobretot a les parts de més cap el sud. Les foques, alguns pingüins i altres ocells exploten les grans poblacions de krill.

- La *Zona Costanera i Plataforma Continental* (CCSZ), la regió més meridional, està caracteritzada per la presència de gel permanent. Les proliferacions de fitoplàncton poden ser intenses, però generalment tenen una vida curta. El krill no és tant abundant, provocant que ocells i mamífers siguin menys freqüents que a la zona SIZ.

## GEL MARÍ I GEL CONTINENTAL

Per la seva posició geogràfica, el continent antàrtic està cobert de gel. Es tracta de gel que deriva de la congelació d'aigua dolça, que ha arribat al continent com pluja o neu. Aquesta coberta gruixuda i pesada llisca amb lentitud des del centre de l'altiplà cap a la perifèria. Més enllà de la costa, la massa gelada forma extenses barreres o bé es desprèn d'ella transformant-se en grans icebergs que suren gràcies als corrents i als forts vents. Es calcula que l'Antàrtida conté el 70% de l'aigua dolça del planeta o, dit d'altra manera, el 90% de tot el gel.

Probablement, allò que fa més únic l'Oceà Antàrtic sigui la coberta estacional de gel marí. Durant l'hivern, l'Oceà Antàrtic està recobert de gel marí des del continent fins els 65° sud i en algunes àrees, fins els 60° sud. Durant el mes de setembre s'assoleix la màxima extensió de la coberta de gel sobre el mar, uns 19 milions de quilòmetres quadrats. Al llarg de la primavera i de l'estiu austral, el gel marí es fon fins arribar, en el mes de febrer, a una extensió mínima d'uns 3 milions de quilòmetres quadrats. El canvi estacional en l'extensió de gel marí és aproximadament de 1,5 vegades la superfície d'Europa. El gruix d'aquest gel marí normalment oscil·la entre 1 i 2 metres.

La temperatura de congelació de l'aigua de mar depèn principalment de la salinitat. A causa d'una major concentració de sal que l'aigua dolça, l'aigua de mar no es congela a 0 °C sinó a -1.86 °C.

## VIDA A L'ANTÀRTIDA

Les característiques extremes de l'Antàrtida impedeixen que moltes espècies puguin viure-hi i desenvolupar-s'hi, però les que hi viuen han experimentat un sorprenent procés d'adaptació al medi.

Quan es trenca el gel marí en l'època de primavera-estiu, per exemple en passar un vaixell, podem veure com el seu interior i part inferior (que estava en contacte amb l'aigua) no són de color blanc sinó d'unes tonalitats marrons i verdes. Aquest és el color típic de les proliferacions de diatomees, i si s'observa una mostra del gel a través del microscopi, es confirma que el gel marí està colonitzat per innumerables cadenes de diatomees. Però, com poden viure i créixer aquests organismes en un bloc de gel sòlid? La clau està en què el gel marí, a diferència del gel d'aigua dolça, no és un sòlid compacte: en el procés de formació del gel marí, l'aigua cristal·litza en forma de gel però les sals dissoltes en l'aigua de mar es van acumulant en els canals interiors, que no s'acaben de congelar. Els canals amb aigua salada contenen cada vegada més sals que, al seu torn, impedeixen la congelació. Aquest líquid amb elevades concentracions de sal s'anomena salmorra. L'interior del gel està travessat per aquests canals estrets, amb diàmetres que oscil·len entre una dècima de mil·límetre i un mil·límetre, plens de salmorra.

El krill és l'element clau de la xarxa ecològica antàrtica. La seva abundància i la seva distribució varien any rere any, en alguns casos amb dramàtiques conseqüències per als seus depredadors. En els últims anys ha començat la seva explotació comercial com a aliment i pinso per a peixos, per a pesca esportiva o elaboració de fàrmacs. Actualment, la seva explotació està vigilada gràcies a una convenció per a la conservació dels recursos vius marins antàrtics.

El gel antàrtic és també un lloc on podem trobar-hi pingüins i foques (i NO óssos polars, que solament viuen en l'Àrtic on, en canvi, no hi ha pingüins).

I què trobem en el fons de l'oceà austral? Les imatges obtingudes per robots submarins revelen que, per sota dels 50 metres de profunditat, les esponges són els animals dominants d'aquest ecosistema, i formen extenses comunitats al fons del mar. El secret del seu èxit sembla residir en la seva gran eficiència i adaptabilitat, doncs es tracta d'organismes que saben aprofitar diversos tipus d'aliments: la seva dieta consisteix en partícules que baixen al fons des de la superfície a través de la columna d'aigua, la composició de les quals varia segons l'estació. En aquests ambients, l'absència de grans depredadors i les baixes temperatures afavoreixen el metabolisme lent i el creixement, donant lloc a gigantisme. Aquest fenomen és més freqüent en invertebrats de cos tou com les esponges, els crustacis o les aranyes de mar.

Adaptació d'un text de Josep Maria Gili (ICM-CSIC)

## 1- QUI HI VIU, AL GEL?

*Aquest taller va adreçat a alumnes a partir de cinquè de primària.*

### 1.1- IMATGES PER A PENSAR

#### A) © AWI

*Preguntes per a parlar de la imatge:*

- On acaba el continent antàrtic?
- Quin tipus de gel rodeja el continent?
- Quina dinàmica anual té aquest gel? Per què deu existir aquesta dinàmica?
- A quina temperatura es congela l'aigua marina?
- Quina relació hi ha entre la coberta de gel i el clima?
- Què diferencia el gel del continent del gel que sura sobre el mar?

#### B)

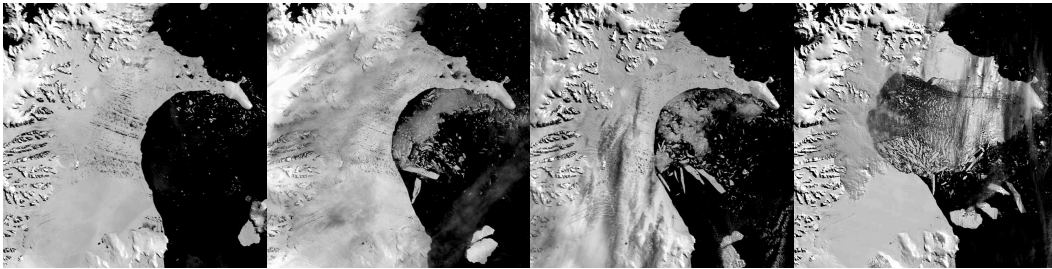
© R. Scharek

*Preguntes per a parlar de les imatges:*

- Per què veieu el gel de color marró?
- Qui hi viu al gel?
- Què són les diatomees?
- Per què hi ha canals en l'interior del gel marí?
- Què passa quan es desfà el gel marí?



C)

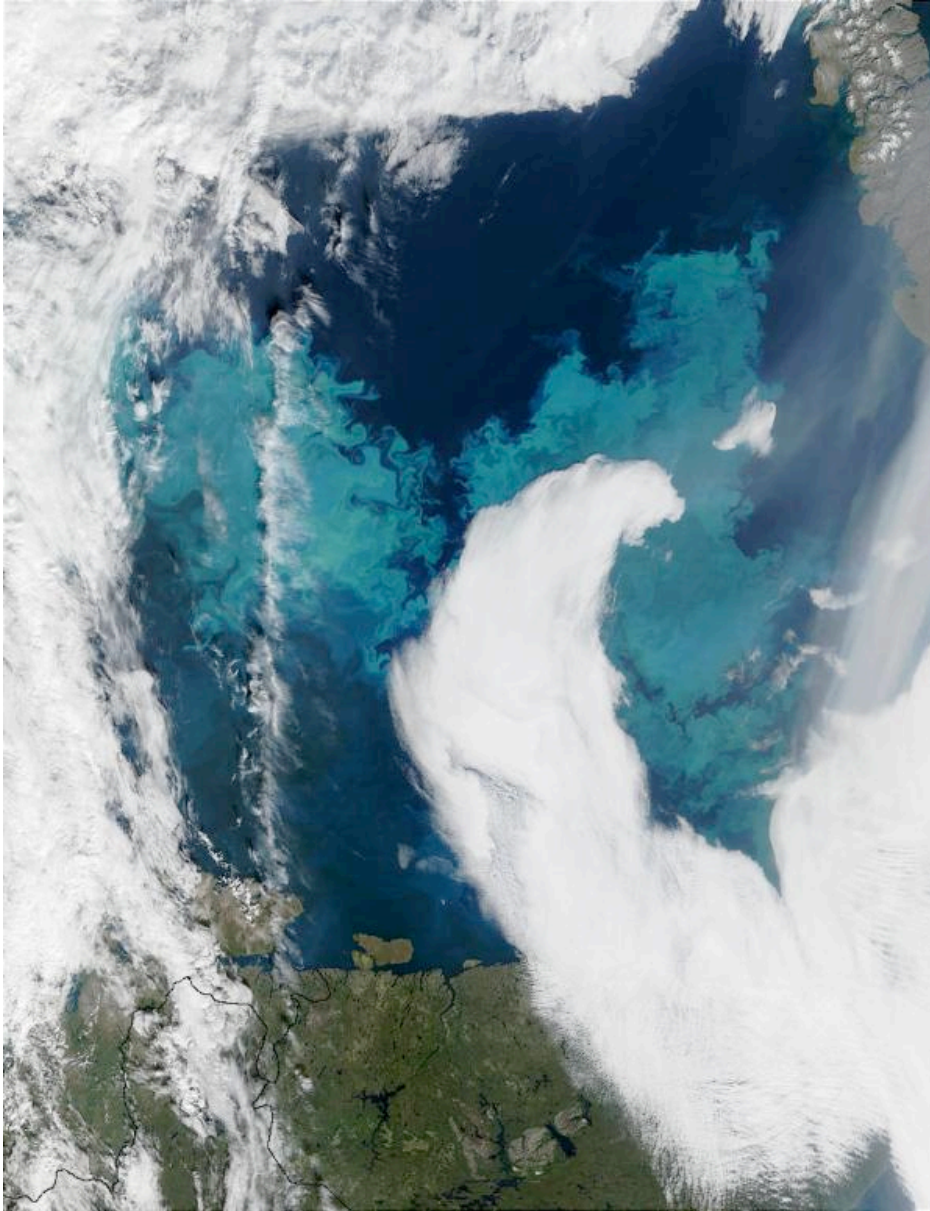


© NOAA

*Preguntes per a parlar de les imatges:*

- Els icebergs, de què estan fets?
- Quina és la proporció entre la part que veiem i la que està submergida, de l'iceberg?
- Com es formen els icebergs?
- Com deuen morir els icebergs?
- Si es desfan els icebergs, pujarà del nivell del mar?

D)



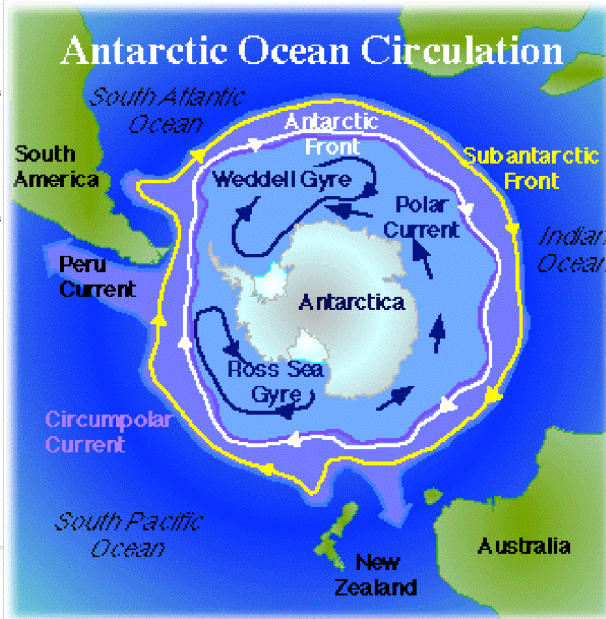
© NASA

*Preguntes per a parlar de la imatge:*

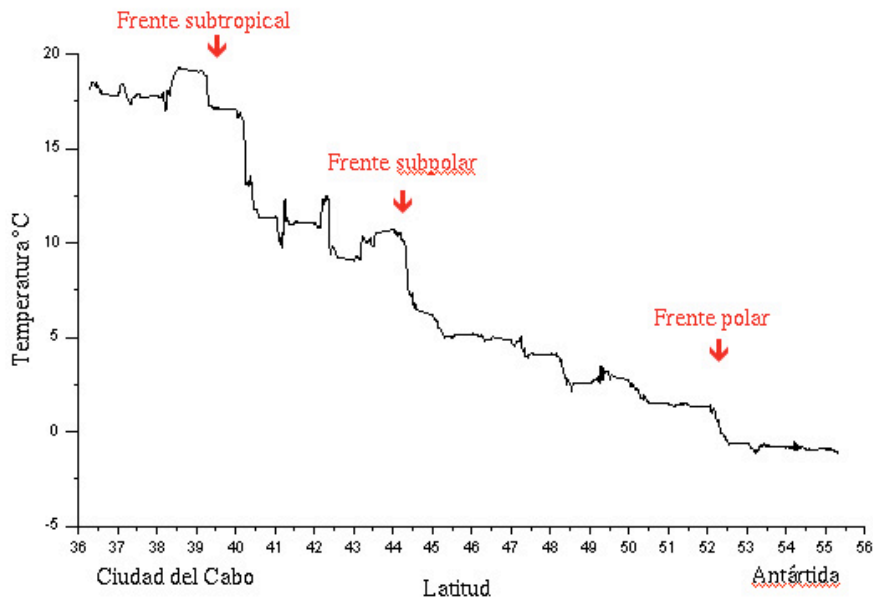
- Per què són diferents aquestes dues masses d'aigua?
- Per què no es barregen algunes masses d'aigua veïnes?
- Quins són els trets distintius de les masses d'aigua?



**E)**



© AWI



©ICM-CSIC

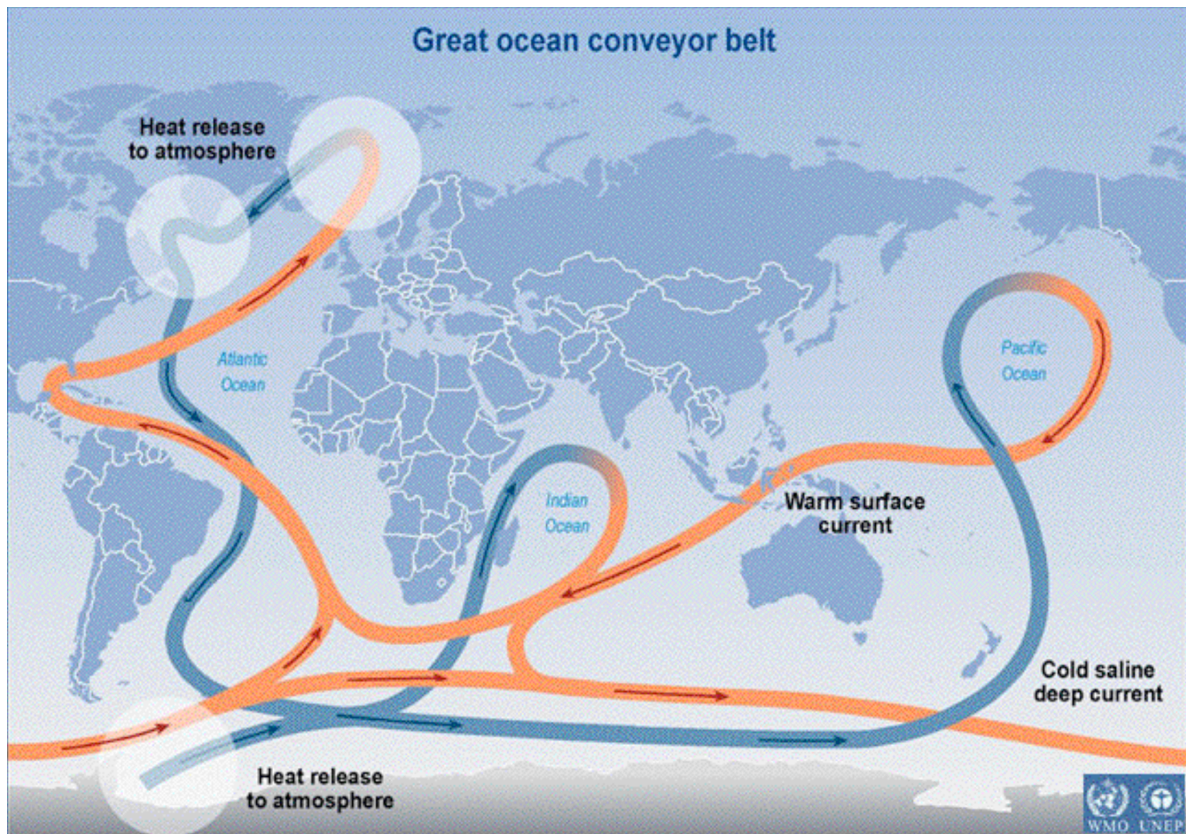
*Preguntes per a parlar de les imatges:*

- Què ens indiquen les fletxes?
- Per què hi ha canvis sobtats de temperatura?



F)





© WMO, UNEP

*Preguntes per a parlar de la imatge:*

- On trobem l'aigua més freda del planeta? On estarà, en la superfície o en el fons? Per què?
- Què passa amb aquesta aigua a mesura que es desplaça cap a l'equador?
- Com podria afectar el canvi climàtic la circulació oceànica global?
- Com afectaria el clima un canvi en la circulació oceànica?

## 1.2 EXPERIMENTA

### A) Són diferents els glaçons del gel marí?

#### Objectiu:

Observar les diferències entre el gel marí antàrtic i gel d'aigua dolça

#### Material:

Dues plaques de petri

Gel d'aigua dolça

Gel d'aigua salada

Blau de metilè

#### Com ho fem?

Posem un tros de cada gel en una placa de Petri. Tirem unes gotes de blau de metilè damunt del gel i observem què passa.

#### Resultats

Veurem com un gel escup el blau de metilè i l'altre l'absorbeix.

#### Continguts

El gel marí, format a partir de la congelació d'aigua salada, presenta una estructura interna amb canals on hi poden viure alguns organismes com les diatomees.

En congelar-se l'aigua de mar, la sal s'acumula en els canals formant la salmorra. Tot i les condicions extremes en salinitat i en temperatura, en aquests canals hi ha una alta diversitat de formes vives: virus, bacteris, algues unicel·lulars, etc.

El gel format a partir d'aigua dolça presenta una estructura més homogènia.



### B) Com es formen les masses d'aigua als pols?

## **Objectiu:**

Visualitzar la formació d'aigua profunda a l'Antàrtida i observar processos de separació i barreja entre diferents masses d'aigua.

## **Material**

Terrari

Aigua

Sal

Tinta xinesa

Assecador

## **Com ho fem?**

Preparem aigua salada amb 1 litre d'aigua de l'aixeta i 38 grams de sal. Hi afegim unes gotes de tinta xinesa. Ho barregem tot bé i ho guardem a la nevera fins que l'aigua estigui ben freda.

Omplim mig terrari amb aigua dolça i tèbia o calenta. Aboquem amb molta cura i a poc a poc l'aigua de la nevera al terrari, prèviament remoguda. Observem què passa.

## **Resultats**

Observem la separació de dues masses d'aigua.

## **Continguts**

Els pols són els llocs de formació d'aigua profunda del planeta. El mecanisme de formació d'aquesta aigua és mitjançant l'enfonsament d'aigua salada i molt freda. Aquesta aigua més densa es queda al fons i no es barreja amb les aigües superficials.

Si voleu veure com es poden barrejar les masses d'aigua, comenceu a fer ones en la superfície de l'aigua amb l'assecador. En la natura, les tempestes i els vents forts són els encarregats de barrejar les masses d'aigua.

## C) Com és un iceberg?

### Objectiu:

Visualitzar la part emergida i submergida d'un iceberg surant en el mar.

### Material

Terrari

Aigua

Sal

Glaçó d'aigua dolça gegant

### Com ho fem?

Preparem aigua salada barrejant 38 grams de sal en un litre d'aigua.

Omplim tres quartes parts del terrari amb aquesta aigua salada. Col·loquem el glaçó gegant en l'aigua i observem què passa.

### Resultats

Observem que el glaçó gegant sura.

### Contingut

Els icebergs estan formats per gel d'aigua dolça i, per tant, són menys densos que l'aigua de mar. Per això suren. Habitualment, la part emergida correspon a un terç del volum de l'iceberg.



## BIBLIOGRAFIA

### 1- BIBLIOGRAFIA EN CASTELLÀ I CATALÀ

**Antártida: ayer, hoy, mañana** Batista, J., Alianza, Madrid, 2002

**Antártida, descubriendo el continente blanco**, Irina Izaguirre and Gabriela Mataloni, Editorial: Del Nuevo Extremo,

**“Antártida. La última frontera”**, National Geographic España, número extra, març 2002

**La Antártida, catedral de hielo**, A. Calvo Roy, McGraw Hill, Madrid, 2000

**Desert d'aigua. Crònica d'un científic varat a l'Àrtic**, Carles Pedrós Alió, RBA libros, 2007

**El libro Greenpeace de la Antártida**, May, J. Raíces, Madrid, 1989

**Objectiu: l'Antàrtida. Diari de bord d'una campanya oceanogràfica**, Joandomènec Ros, Editorial Empúries Col. Narrativa , 1995

**Viaje al Polo Sur. Expedición sueca a bordo del Antártico. Dos años en los hielos del polo**, Otto Nordenskjöld, J. Gunnar Andersson, C.A. Larsen y C. Skotsberg. 2 tomos. Barcelona, 1904.

**Yo he vivido en la Antártida** Josefina Castellví, Galaxia Guttenberg, 1996



## 2- BIBLIOGRAFIA EN ANGLÈS

**A Complete Guide to Antarctic Wildlife**, H. Shirihai and illustrated by B. Jarrett  
Princeton University Press, 2002

**A History of Antarctic Science**, G. E. Fogg. Cambridge University Press, 1992

**Antarctica and the Arctic: The Complete Encyclopedia** McGonigal, D. i Woodworth, L., amb prefaci de Sir Edmund Hillary, Firefly Books, Richmond Hill (Ontario), 2001.

**Antarctica: The blue continent**, L. Woodworth Frances Lincoln, 2005

**Antarctica: A Guide to the Wildlife**, T. Soper and D. Scott. Brandt Travel Guides, 2000

**Antarctica: The Complete Story** D. McGonigal and L. Woodworth Frances Lincoln, 2003

**End of the Earth** Matthiessen, P., National Geographical Society, Washington D.C., 2004 (trad esp.: El fin de la Tierra, RBA, Barcelona, 2004).

**Encyclopedia of the Antarctic**, Riffenburgh, Beau (ed.).2 vols., Nova York, Routledge, 2007 (en preparació).

**An Encyclopedia from Abbott Ice Shelf to Zooplankton** Trewby, M. .Firefly Books, New Zealand, 2002

**Frozen Oceans** D. N. Thomas Natural History Museum, 2004

**Ice Blink: An Antarctic Ice**, J. D. Castello ans S.O. Rogers Princeton University Press, 2005

**Life in the Freezer**, A. Fother Gill. BBC Worldwide, 1993

**Lonely Planet: Antarctica (Country and Regional Guides)** J. Ruben. Lonely Planet Publications, 2000

**March of the Penguins** L. Jacquet, National Geographic Books, 2006

**Polar Marine Diatoms**, Medlin, L.K. and J. Priddle, eds. Edited by British Antarctic Survey, Natural Environmental Council, Cambridge, 1990

**Terra Antarctica. Looking into the Emptiest Continent** Fox, W., Trinity University Press, San Antonio, Texas, 2005

**Terra Incognita: Travels in Antarctica**, S. Wheeler. Vintage, 1997

**The Biology of Polar Habitats**, G. E. Fogg. Oxford University Press, 1994

**The Biology polar regions** David N.Thomas, G.E. Fogg, Peter Convey, Christian H.Fritsen, Josep-Maria Gili, Rolf Gradinger, Johanna Laybourn-Parry, Keith Reid, David W.H.Walton., Oxford University Press, 2008

**The Crystal Desert: Summers in Antarctica**, D. G. Campbell Mariner Books, 2002

**The Explorations of Antarctica: The last unspoilt continent** G. E. Fogg and D. Smith Cassell Publishers, 1990

**The Ice** S. J. Pyne Weidenfeld and Nicolson, 2003

**Under Antarctic Ice: The Photographs of Norbert Wu**, J. Mastro University of California Press, 2004

**Sea Ice** Thomas, D. N. G. S. Dieckmann, eds. 2nd Edition. Wiley, 2009

**Surviving Antarctica** David N. Thomas Natural History Museum London 2007

### **3- SELECCIÓ BIBLIOGRÀFICA SOBRE L'EXPEDICIÓ DE L'ENDURANCE I ERNEST SHACKLETON:**

**Alexander, C.** *Atrapados en el hielo. La legendaria expedición a la Antártida de Shackleton*

Editorial Planeta, Barcelona. (primera edición de bolsillo: abril de 2003. En tapa dura, GeoPlaneta, primera edición: abril de 2004)

**Berguño, J.** *Las 22 vidas de Shackleton*,  
Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 1985

**Bickel, L.** *In Search of Frank Hurley*  
Macmillan, Nova York, 1980

**Bickel, L.** *Shackleton's Forgotten Men: the Untold Tale of an Antarctic Tragedy*  
Thunder's Mouth Press and Balliett & Fitzgerald Inc., Nova York, 2000

**Capparell, S. y Morrell, M.** *Shackleton's Way, Leadership Lessons from the Great Antarctic Explorer*  
Penguin Books USA, Nova York, 2002

**Fisher, M. y Fisher, J.** *Shackleton*

**Hurley, F.** *South with Endurance: Shackleton's Antarctic Expedition, 1914-1917. The Photographs of Frank Hurley*  
Book Creation Ltd., London. 2001 (BCL Press, Nueva York, 2004)

**Hussey, L.** *South with Shackleton*  
Sampson Low, Londres, 1949

**Lansing, A.** *Endurance. Shackleton's incredible voyage*  
Carroll & Graf Publishers, Londres, 1959; 2ª edición, 1999. (trad. esp.: La prisión blanca, Mondadori, Barcelona, 1999)

**Perkins, D.** *Leading at the edge. Leadership lessons from the extraordinary saga of Shackleton's Antarctic expedition*, Amacon, Nueva York, 2000. (trad. esp.: *Lecciones de liderazgo: las 10 estrategias de Shackleton en su gran expedición antártica* Ediciones Desnivel, Madrid, 2003)

**Piggott, J.** *Shackleton: The Antarctic and Endurance*  
Dulwich College, Londres, 2000

**Richards, R. W.** *The Ross Sea Shore Party*  
Scott Polar Research Institute, Cambridge, 1962

**Shackleton, E.** *The Hearth of Antarctica*  
William Heinemann, Londres, 1919. (Nova ed: Penguin Books, Londres, 1999)

**Shackleton, E.** *South*  
William Heinemann, Londres, 1919. (Nova ed: Robinson Publishing Ltd., Londres, 1998)

**Shackleton, E.** *South: The Endurance Expedition*  
Zagier & Urruty Publications, Ushuaia, Argentina, 2001

**Wild, F.** *Shackleton's last voyage: The story of the Quest*  
Cassell and Company, Londres, 1923

**Worsley, F. A.** *Shackleton's Boat Journey*  
Philip Allan, Londres. 1933. (Nova ed: Pimlico-Random House, Londres, 1999)

**Worsley, F. A.** *Endurance*  
W.W. Philip Allan, Londres, 1931. (Nova ed: W.W. Norton & Company, Nueva York, 1999)

## WEBS D'INTERÈS:

Web del centre nacional espanyol de dades polars. Conté informació sobre l'Any Polar Internacional

<http://hielo.igme.es/>

Web de l'Instituto Antártico Argentino

[www.dna.gov.ar](http://www.dna.gov.ar)

Portal de l'Any Polar Internacional 2007-2009

[www.ipy.org](http://www.ipy.org)

Web del Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). El SCAR és el comitè científic per a la recerca a l'Antàrtida. El SCAR s'ocupa de posar en marxa, desenvolupar i coordinar la recerca científica d'alt nivell a l'Antàrtida, a més de ser l'òrgan assessor del Tractat Antàrtic pel que fa a qüestions científiques. En l'actualitat està format per 32 països, entre ells Espanya, que va ingressar com a membre de ple dret el 1990.

Des d'aquestes pàgines es pot accedir als diferents grups i programes de recerca del SCAR, així com a notícies, convocatòries i enllaços relacionats amb la recerca a l'Antàrtida.

<http://www.scar.org/>

Web del Comité Nacional del SCAR espanyol

<http://www.uam.es/cn-scar>

Web de la Unitat Tecnològica Marina (CSIC) amb informació sobre els vaixells oceanogràfics espanyols: B/O Sarmiento de Gamboa, BIO Hespérides, BIO Las Palmas

<http://www.utm.csic.es/buques.asp>



Web de la Unitat Tecnològica Marina (CSIC) amb informació sobre les bases antàrtiques espanyoles: Juan Carlos I i Gabriel de Castilla

<http://www.utm.csic.es/bases.asp>

Web de l'Institut de Ciències del Mar (CSIC) dedicada a la divulgació científica

<http://www.icm.csic.es/icmdivulga/>

Web divulgativa del centre de recerca alemany *Alfred Wegener Institut für Polar und Meeresforschung* (AWI) sobre la investigació polar amb reportages d'expedicions, àrees específiques i professors, material escolar, i jocs interactius a la secció "Click&Learn"

<http://www.awi.de/en/discover/>

Informació general sobre l'Antàrtida i recursos educatius per a professors i estudiants d'educació primària i secundària. Web del centre de recerca anglès *British Antarctic Survey*

[http://www.antarctica.ac.uk/about\\_antarctica/teacher\\_resources/index.php](http://www.antarctica.ac.uk/about_antarctica/teacher_resources/index.php)

Web de divulgació sobre l'Antàrtida de la Fundació Collserola, feta a partir de l'experiència de l'escola Frederic Mistral-Tècnic Eulàlia en un projecte en col·laboració amb investigadors d'una expedició a l'Antàrtida

[www.fundaciocollserola.com/sotazero](http://www.fundaciocollserola.com/sotazero)

Web de l'AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca), de divulgació de recerques de temàtiques diverses fetes a Catalunya, amb recursos educatius a l'abast. Hi ha informació sobre algunes expedicions polars

[www.recercaenaccio.cat](http://www.recercaenaccio.cat)