

## La simulació amb dolços dels isòtops d'oxigen

### Demostrant com els isòtops d'oxigen enregistren les temperatures del passat de la Terra

L'oxigen té dos isòtops comuns; el  $^{16}\text{O}$  té una massa atòmica de 16 i és l'àtom més comú de l'oxigen mentre que el  $^{18}\text{O}$  és l'oxigen pesant i representa un 1/500 de l'oxigen terrestre. La proporció d'oxigen pesant als testimonis de gel i a les closques d'animals marins microscòpics i als testimonis del fons del mar profund, poden mostrar la temperatura de la Terra en aquell temps – és l'anomenat "proxy" que, interpretat adequadament, es pot utilitzar per indicar les temperatures passades de la Terra.

Demostreu com poden canviar les proporcions dels isòtops d'oxigen en diferents regions. Compreu varis paquets de laminadures de colors i separeu-les per colors. Barregeu uns quants dolços de color fosc amb uns altres de color clar en un recipient de plàstic que representarà un oceà tropical:

- els dolços foscos representen aigua amb oxigen pesant –  $^{18}\text{O}$ ;
- els dolços clars representen aigua amb oxigen normal –  $^{16}\text{O}$ .

Poseu un altre contenidor de plàstic sobre la part

esquerra d'una safata (o similar) invertida, que representarà l'atmosfera, tal como mostra la foto. Poseu un tercer recipient buit a l'extrem dret de la safata per representar el casquet polar de gel; retoleu-los com es mostra. Ara, feu anar la simulació dos cops, tal com es mostra a sota en l'ordre dels números que apareixen a les caselles, 1-2-3.



El muntatge. (Chris King.)

Noteu que per remarcar els efectes, la proporció de dolços foscos respecte als clars a la simulació és situa al voltant de meitat i meitat, metre que la proporció real de  $^{16}\text{O}$  respecte de  $^{18}\text{O}$  és de 500:1.

Jugada 1: la Terra temperada durant un interglacial		
	<b>Atmosfera</b>	
	2. Desplaceu el recipient "atmosfera" per sobre la safata per representar una massa d'aire que es mou dels tròpics cap al pol. A mesura que es mou, plou i, així, alguns dolços cauen del recipient de la "atmosfera" al del "oceà" que també es mou per sota. "Plouen" alguns dolços foscos més que de clars perquè, en ser més densos, es condensen més fàcilment.	
<b>Oceà tropical</b>	<b>Oceà temperat</b>	<b>Casquet de gel polar</b>
1. Moveu aproximadament la meitat dels dolços clars des del recipient de "l'oceà" al de l'atmosfera; llavors, afegiu una mica menys de la meitat dels foscos també a "l'atmosfera". Aquests són molècules d'aigua que contenen oxigen que s'evaporen de l'oceà tropical cap a l'atmosfera; l'aigua amb oxigen pesant ( $^{18}\text{O}$ ) s'evapora més lentament (perquè és més dens) i aquesta és la raó de que hi hagi menys dolços foscos.		3. L'extrem dret de la safata és la regió polar. Aquí, les molècules d'aigua restants "plouen" sobre el casquet polar, sigui en forma de pluja o neu. Moveu tots els dolços que queden al recipient de "l'atmosfera" al recipient del "casquet de gel polar".
<b>El resultat a l'oceà</b>		<b>El resultat al casquet de gel polar</b>
S'han afegit alguns dolços dels dos colors a l'oceà, de manera que encara hi ha una mescla d'aproximadament meitat i meitat.		El gel del casquet polar conté més dolços clars que foscos– la proporció de dolços foscos a clars es força gran.

Jugada 2: Terra més freda durant un període glacial		
	<b>Atmosfera</b>	
	2. Desplaceu el recipient “atmosfera” per sobre la safata per representar una massa d’aire que es mou dels tròpics cap al pol. Ara la Terra és molt més freda i, així, plou molt més al recipient de “l’oceà”. Plouen la majoria dels dolços foscos juntament amb molts dels de color clar.	
<b>Oceà tropical</b>	<b>Oceà temperat</b>	<b>Casquet de gel polar</b>
1. Retorneu tots els dolços al recipient de “l’oceà” i repetiu la primera part de la “Tirada 1” donat que l’oceà tropical és encara tropical, amb una taxa d’evaporació semblant.		3. La resta de molècules d’aigua “plouen” des del recipient de “l’atmosfera” al recipient del casquet de gel polar – moveu tots els dolços restants al recipient del “casquet de gel polar”.
<b>El resultat a l’oceà</b>		<b>El resultat al casquet de gel polar</b>
S’han afegit a “l’oceà” més dolços foscos que a la Jugada 1, de manera que l’oceà és més ric en oxigen pesant ( $^{18}\text{O}$ ).		El gel del casquet de gel polar conté quasi únicament dolços de color clar, amb molt pocs foscos – la proporció de dolços foscos a clars és menor que a la Jugada 1. Així, el casquet de gel polar és més pobre en oxigen pesant ( $^{18}\text{O}$ ).

Aquestes dues jugades mostren que:

- durant els períodes glacials freds, els casquets polars acumulen proporcions menors d’oxigen pesant ( $^{18}\text{O}$ ). Per tant, si s’extreuen testimonis dins les capes de gel amb una proporció de  $^{18}\text{O}$  **baixa**, la Terra devia ser freda – un període glacial;
- però, al mateix temps, els oceans tenien proporcions de  $^{18}\text{O}$  **altes** que es van incorporar a les closques dels animals que queien al fons del mar en morir.

se, de manera que testimonis de sondejos de l’oceà profund amb **altes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  també demostren que la Terra era freda o glacial en aquell temps.

El contrari també és cert:

- **altes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  a les capes de gel polar indiquen un període interglacial;
- **baixes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  a les capes profundes del mar també indiquen un període interglacial.

## Fitxa tècnica

**Títol:** La simulació amb dolços dels isòtops d’oxigen.

**Subtítol:** Demostrant com els isòtops d’oxigen enregistren les temperatures del passat de la Terra.

**Tema:** Dues jugades d’una activitat, usant dolços de color, simulen com les proporcions de  $^{16}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}$  poden indicar les temperatures passades de la Terra.

**Edat dels alumnes:** de 16 anys endavant

**Temps necessari:** 15 minuts

**Aprenentatges dels alumnes:** Els alumnes poden:

- explicar perquè la densitat d’una molècula d’aigua (si conté  $^{16}\text{O}$  o  $^{18}\text{O}$ ) afecta les seves taxes d’evaporació i condensació;
- explicar com canvia a les masses d’aire que viatgen dels tròpics als pols, la proporció de  $^{16}\text{O}$ : $^{18}\text{O}$ ;

- explicar que la quantitat de canvi depèn de la quantitat de pluja que, al seu torn, depèn de la temperatura de la Terra en aquell moment.
- explicar que **altes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  a les capes de gel indiquen un període interglacial (i viceversa), mentre que **baixes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  a les capes profundes del mar també indiquen un període interglacial (i viceversa).
- usar una simulació per justificar aquestes explicacions.

### Context:

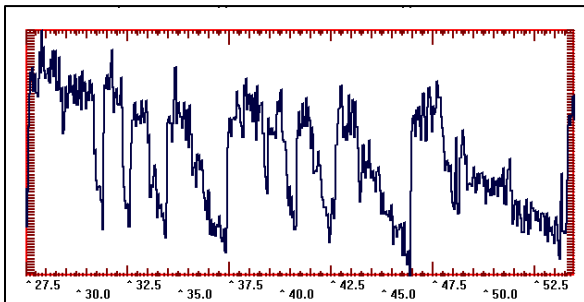
Les explicacions de les proporcions relatives de  $^{18}\text{O}$  i  $^{16}\text{O}$  als oceans, l’atmosfera i els sediments del fons del mar poden ser difícils de comprendre. Així mateix, hi ha un possible preconcepte en adonar-se que **altes** proporcions de  $^{18}\text{O}$  als sediments indiquen un període glacial i que també indiquen un període glacial les **baixes** taxes de  $^{18}\text{O}$  als testimonis de gel. Les dues jugades d’aquesta demostració ajuden a clarificar aquest tema.

Aquesta comprensió es pot fer servir per interpretar la gràfica de temperatures i isòtops d'oxigen trobades en un testimoni de gel.



Un testimoni de gel.

Cedit per Laurent Augustin sota llicència Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported .



Part de la corba NGRIP dels isòtops d'oxigen. El fred és amunt i la calor avall. Les xifres són edats en milions d'anys.

Cedit al domini públic per Merikanto–[commonswiki](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NGRIP_Oxygen_Isotope_Delta_18O.png).

### Ampliació de l'activitat:

Proveu de continuar amb l'Earthlearningidea "La simulació amb dolços dels testimonis".

### Principis subjacents:

- L' $^{18}\text{O}$  té una densitat de vapor més gran que l' $^{16}\text{O}$  i, per tant, s'evapora menys fàcilment i condensa més fàcilment que l' $^{16}\text{O}$ .

- Les molècules d'aigua que contenen oxigen pesant ( $^{18}\text{O}$ ) s'evaporen amb menys facilitat que les que contenen oxigen "normal"  $^{16}\text{O}$ , a causa de la diferència en la densitat del vapor.
- Quanta més pluja produeix una massa d'aire, més  $^{18}\text{O}$  en relació al  $^{16}\text{O}$ .
- Les masses d'aire que es desplacen dels tròpics als pols en temps glacials, perden més pluja i, per tant, més  $^{18}\text{O}$  que les masses similars durant els temps interglacials.
- Les capes de neu que s'acumulen als casquets polars contenen menys  $^{18}\text{O}$  durant els temps glacials que els interglacials.
- La pluja de les masses d'aire que es mouen cap als pols cau sobre l'oceà, enriquint-lo en  $^{18}\text{O}$ .
- Els oceans, els animals de closca que hi viuen i els sediments dels seus fons, contenen més  $^{18}\text{O}$  durant els períodes glacials que als interglacials.
- La relació  $^{18}\text{O}:^{16}\text{O}$  es pot fer servir com una aproximació del canvi climàtic, tot indicant quan la Terra estava sotmesa a condicions glacials i interglacials en el passat.

### Desenvolupament d'habilitats cognitives:

La simulació permet construir un model; apareix un conflicte cognitiu a causa de que un contingut en  $^{18}\text{O}$  en una mostra de gel té un significat de temperatura diferent del que té en una mostra de sediment. Lligar la simulació amb la realitat implica l'establiment de noves connexions.

### Material:

- varies bosses de dolços que es poden separar en diferents colors (llaminadures)
- tres recipients de plàstic com els de la foto
- una safata o alguna cosa similar per elevar el recipient de "l'atmosfera" sobre la taula
- els rètols adjunts a aquesta Earthlearningidea

### Enllaços útils:

- *Global warming – the complete briefing*, de Sir John Houghton Cambridge University Press.
- "Science of the Earth" 'Changes to the Atmosphere" a: [http://www.esta-uk.net/pubarchive/index\\_html\\_files/SoE1\\_Changes\\_to\\_the\\_Atmosphere.pdf](http://www.esta-uk.net/pubarchive/index_html_files/SoE1_Changes_to_the_Atmosphere.pdf), publicat per la ESTA

Font: Dissenyat per Duncan Hawley.

© **L'Equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària.

No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïrem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres.

Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.







**Atmosfera**

**Oceà temperat**

**Ronda 1: Terra més càlida durant un interglacial**

---

**Ronda 2: Terra més freda durant un període glacial**



Oceà tropical

Casquet de gel polar