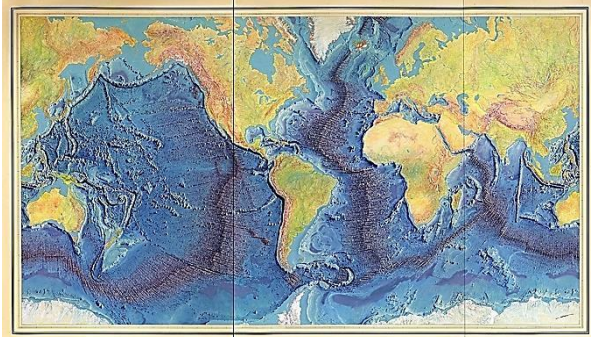


Modelant la cartografia submarina Com simular un estudi ecogràfic de la topografia del fons marí

La imatge dels fons oceànics ha esdevingut familiar per a tothom des de la publicació del famós mapa de Bruce Heezen i Marie Tharp el 1977 i, més recentment, a partir de les belles imatges de Google Earth.



Pintura manuscrita del mapa dels fons oceànics de Heezen Tharp de Berann. Biblioteca de Congress, *domini públic*

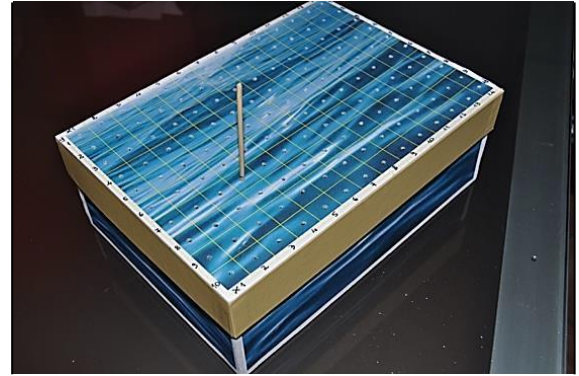
El mapa de Heezen-Tharp va visualitzar per primer cop les dorsals i els rifts oceànics i va contribuir al desenvolupament de la teoria de les plaques tectòniques.

El mapa de Heezen-Tharp fou meticulosament pintat a mà a partir de milers de lectures de sonar enregistrades per vaixells de recerca des dels anys 1950. Des de llavors s'han recollit moltes mesures, des de satèl·lits (el CryoSat-2 de la ESA i el Jason-1 de la NASA) fins als moderns ecosònars multibanda muntats en vaixells d'investigació industrial, governamentals i privats (Projecte Seabed 2030).

L'objectiu del Projecte Seabed 2030 és incrementar la cobertura amb mapes d'alta resolució, que actualment només cobreixen el 15% del fons oceànics, a tots els oceans. Us heu preguntat mai com s'obtenen aquestes imatges? Un ecosònar muntat al casc del vaixell emet un feix d'ones de so (típicament a 12 kiloHertz, kHz) en forma de ventall cap al fons de l'oceà. Les ones de so reboten cap el vaixell en un interval de temps proporcional a la distància recorreguda i aquest temps es converteix en profunditat. Moltes mesures preses al llarg del recorregut del vaixell ens permeten reconstruir una imatge 3D del fons oceànic.

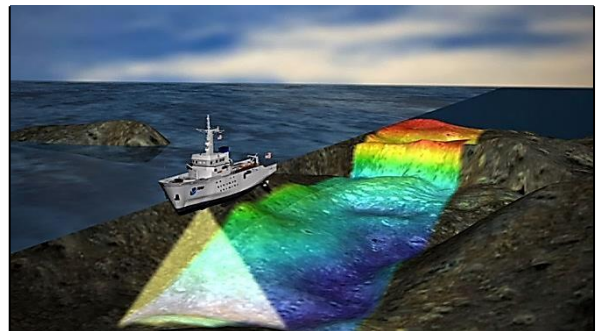
En aquesta activitat simularem el mètode usat pels ecosònars per obtenir la imatge de la topografia del fons submarí.

Prepareu prèviament "caixes sonores", una per a cada grup. Per fer-ho, useu una capsa de sabates de cartró o una altra capsa similar. Imprimiu una quadrícula (cel·les de 2cm x 2 cm) en un full de paper de la mateixa mida que la tapa de la capsa (amb un fons blau-marí per obtenir un efecte més "real") i marqueu els costats de la quadrícula amb números (o números en un eix i lletres en l'altre) per assignar coordenades a cada cel·la. Enganxeu la quadrícula impresa a la tapa de la capsa. Feu un forat al centre de cada cel·la usant un objecte com un punxó d'acer tal com es mostra.



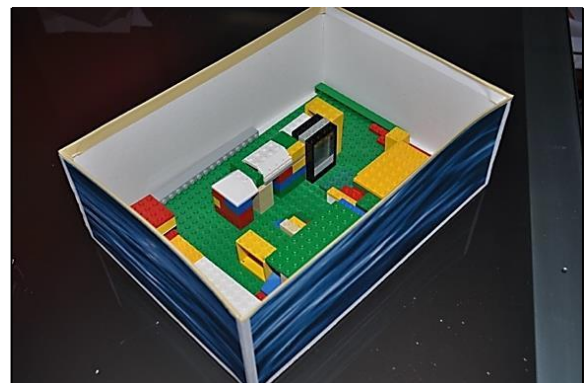
Capsa de so: noteu la xarxa a la tapa de la capsa i el "pintxo" de sondeig. Foto de Giulia Realdon CC BY SA

Construiu el vostre "fons marí" usant algunes peces de Lego™ sobre una base rectangular de Lego™ o sobre la base de la capsa usant plastilina. Feu unes quantes "sondes de so" amb "pintxos" de fusta: tal·leu-ne la punta (per raons de seguretat) i marqueu intervals d'1 cm als "pintxos" sense punta.



R/V Falkor, cartografia del fons marí multi-banda. NOAA, *domini públic*

Imprimiu una taula amb una quadrícula similar a la de la tapa de la capsa per anotar-hi les profunditats mesurades. Prepareu un full de càlcul amb la mateixa graella que la taula i una segona taula similar a la primera, però amb una fórmula preestablerta per calcular l'alçada del "fons marí" mesurada: = profunditat de la capsa – profunditat mesurada.



Capsa de so amb blocs de Lego que simulen el fons oceànic. Foto de Giulia Realdon CC BY SA

Doneu a cada grup una "capsa de so", 2-3 sondes i una taula impresa.

Expliqueu-los que el model vol simular l'exploració del fons marí amb ones sonores. Per dibuixar la topografia del fons, els estudiants sondejaran el fons de la capsula amb els "pintxos" i reconstruiran la topografia en forma de diagrama 3D amb un full de càlcul.

Demaneu als alumnes que facin el següent:

- repartir rols dins el seu grup (*han de decidir qui pren les mesures, qui entra les dades al full de càlcul, ...*);
- explorar el fons de la capsula, sondejant cada cel·la amb una sonda ("pintxo").

Pregunteu als estudiants: Com reunireu les dades de manera sistemàtica? (*haurien de seguir línies o columnes*)

Ara haurien de:

- llegir cada mesura a la sonda i les seves coordenades a la quadrícula;
- enregistrar cada mesura a la taula del paper d'acord amb les seves coordenades;
- entrar les dades enregistrades a la primera taula al full de càlcul proporcionat.

Demaneu als alumnes quin tipus de gràfic obtindran amb aquestes dades (*Obtindran una imatge negativa del "fons marí". Per obtenir la imatge real hauran de restar la profunditat enregistrada de la profunditat de la capsula*).

Tot seguit haurien de:

- copiar les dades de la primera taula i enganxar-les a la segona (amb la fórmula);
- seleccionar la segona taula i fer clic a "inserir gràfic" del menú, escollint "gràfic de 'superfície'";
- fer clic al gràfic obtingut i seleccionar "format de l'àrea del gràfic" al menú desplegable, i clicar

sobre l'opció per accedir a la rotació 3D per obtenir una visió millor de la superfície simulada.

Digueu als alumnes: imagineu que esteu avaluant la profunditat del fons marí per ecosònar. El senyal enviat des de l'ecosònar (anomenat "ping") viatja per l'aigua de mar a uns 1500 ms^{-1} . Si l'eco del ping retorna en 4s, quina és la profunditat del fons marí? (*Han d'usar la fórmula: distància (m) = $\frac{1}{2}$ velocitat del so (m/s) x temps (s)*). La profunditat mesurada és de 3000 m)

Pregunteu als alumnes:

- Quin dels següents té una topografia menys coneguda? La Lluna, Mart o el fons de l'oceà? (*Resposta possible: la resolució de la superfície lunar és d'uns 7m (es coneix informació de punts de la superfície separats per 7m), la superfície de Mart té una resolució d'uns 20m, el fons marí és el menys explorat i conegut amb una resolució per a la majoria de mapes del fons d'entre 1,5 i 5 km; el programa Seabed 2030 l'està incrementant fins a 100 – 500m*).
- Per què, en la vostra opinió, és important estudiar la topografia del fons oceànic? (*Les respostes possibles inclouen: Necessitem saber les estructures geològiques del fons marí per tal de mitigar riscos naturals (tals com les esllavissades submarines que provoquen tsunamis), descobrir recursos explotables, regular l'ús d'aigües internacionals i explorar els ecosistemes del fons oceànic per protegir-los i fer-ne un ús sostenible, per conèixer la velocitat d'expansió dels fons oceànics?*).
- Quines altres aplicacions té aquesta tècnica? (*Les respostes possibles inclouen: produir millors mapes nàutics, cercar petroli, gas i altres minerals, millor disposició i reparació de cables submarins, usos militars, ...*)

Fitxa tècnica

Títol: Modelant la cartografia submarina.

Subtítol: Com simular un estudi ecogràfic de la topografia del fons marí.

Tema: Activitat que simula la topografia del fons marí, la seva cartografia i les tècniques d'ecosònar.

Edat dels alumnes: 10-16 anys

Temps necessari: 50 minuts

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- explicar els mètodes emprats per mesurar la profunditat del fons marí i cartografiar-lo;
- usar un model analògic de cartografia de la topografia del fons marí;
- construir un gràfic 3D del model del fons marí;
- realitzar càlculs senzills per esbrinar la profunditat del fons marí a partir del temps emprat per les ones sonores;
- explicar la necessitat d'explorar els fons marins;
- descriure les possibles aplicacions d'aquesta tècnica.

Context:

Aquesta activitat no només és adequada per a un mòdul d'oceanografia a secundària, sinó que pot servir per introduir l'estudi de l'oceà a primària. Dona l'oportunitat d'aprendre sobre els mètodes que s'usen per explorar i cartografiar la topografia del fons marí i està lligada a la història de la teoria de les plaques tectòniques. També ofereix una bona visió del que sabem del mar profund i del que ens queda per explorar.

Aquesta és una de les quatre Earthlearningidees sobre cartografia submarina que podeu veure a la Taula de pàgina 3.

Ampliació de l'activitat:

L'activitat es pot ampliar per tractar de la cartografia i els mètodes usats per construir mapes. Podria seguir, per exemple, amb les Earthlearningidees: Mapes geològics a partir d'esborranys 1, Mapes geològics a partir d'esborranys 2 i Mapes geològics a partir d'esborranys 3.

Principis subjacents:

- La cartografia submarina no pot utilitzar fotos com la continental.
- La cartografia submarina usa mètodes basats en les ones sonores: la profunditat es mesura a partir del temps requerit per un “ping” per anar i tornar des d’un ecosònar situat en un vaixell al fons del mar.
- Els primers mapes mundials dels fons oceànics es van dibuixar a partir de profunditats mesurades per sonar pocs anys després de la II Guerra Mundial (als anys 1950).
- La batimetria multicanal moderna ens permet escanejar els fons oceànics al llarg de franges d’una certa amplada i reconstruir imatges en 3D de la topografia del fons del mar.

Desenvolupament d’habilitats cognitives:

En utilitzar la “capsa de so” (un model anàleg), els alumnes poden comprendre l’obtenció d’una imatge 3D d’una superfície inaccessible: hauran de traslladar la mesura de la seva sonda (profunditat) en topografia (relleu), enfrontant-se probablement a un conflicte cognitiu; poden aparèixer altres conflictes cognitius en comparar el coneixement del fons del mar (Terra) amb el coneixement de superfícies alienes (lluna, Mart). Finalment, es demana als alumnes que albirin altres usos possibles de l’ecosònar, provocant així l’establiment de noves connexions.

Material:

Per a cada grup:

- caps de sabates de cartró
- quadrícula impresa per a la tapa de la capsa
- punxó d’acer per fer forats a les tapes de les capses
- “pintxos” de fusta de 2 x 20 cm (recordeu- vos de tallar la punta)
- un retolador per marcar segments d’1 cm
- una taula impresa per registrar les mesures
- ordinadors amb un programa de full de càlcul amb una taula (que hauran de completar els alumnes)

Enllaços útils:

Escriviu, ‘Mapwork from scratch’ al cercador de la web d’Earthlearningidea per trobar mapes que us donaran una introducció senzilla a la cartografia geològica.

Vegeu les pàgines web de la NOAA sobre cartografia submarina:

<https://oceanexplorer.noaa.gov/world-oceans-day-2015/mapping-the-seafloor-one-ping-at-a-time.html>

El fulletó del projecte Seabed de la Nippon Foundation-GEBCO es troba a:

https://www.gebco.net/documents/seabed2030_brochure.pdf

Font: Giulia Realdon, modificat de Discover your world with NOAA: an activity book

<https://celebrating200years.noaa.gov/edufun/book/welcome.html#book>

Les activitats d’Earthlearningidea sobre cartografia submarina	
Mesurant la profunditat de mars i oceans: Com es fa? Una demostració senzilla de com mesurem la profunditat i el relleu oceànics	https://www.earthlearningidea.com/PDF/350_catalan.pdf
Modelant la cartografia submarina: Com simular un estudi ecogràfic de la topografia del fons marí	https://www.earthlearningidea.com/PDF/351_catalan.pdf
Sondejant l’Oceà Pacífic: La travessia d’un sònar del Pacífic oriental	https://www.earthlearningidea.com/PDF/352_catalan.pdf
Marie Tharp: “Aviat arribarà la vall”. Bruce Heezen: “Quina vall?” Una científica en un món d’homes – com devia ser?	https://www.earthlearningidea.com/PDF/353_catalan.pdf

© **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 agraiem 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.

