

# Geologia viatjant: proposta didàctica de treball per projectes programada en 5E

## Traveling geology: an educational proposal for projects following the 5E model

Elisabet Barbero Camps ([ebarbe4@xtec.cat](mailto:ebarbe4@xtec.cat)) Professora de ciències.

*A qui no li agradaria conèixer els indrets més bells i geològicament interessants de la Terra? En aquesta seqüència didàctica us proposo treballar la dinàmica interna i externa de la Terra a partir d'un context de viatges figurats pel món per quinze destinacions diferents. La seqüència, d'un total de nou sessions, està organitzada d'acord amb la metodologia 5E (Enganxa, Explora, Explica, Elabora i Avalua) incloent aprenentatge basat en projectes (ABP) i coavaluació. L'estructura senzilla que segueix vol animar a treballar per projectes a docents que encara no hi tinguin àmplia experiència prèvia, així com ajudar a conèixer el model de programació en 5E.*

**Paraules clau:** 5E, ABP, projectes, geologia, mapa conceptual

*Who wouldn't want to get to know the most beautiful and geologically interesting places on the Earth? This didactic experience will allow you to study the internal and external dynamics of the Earth through a context of travelling to up to fifteen different destinations. The sequence, which includes nine sessions, is organised according to the 5E instructional model (Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate) including project-based learning (PBL) and co-evaluation. The simplicity of this experience aims to engage other teachers to work through PBL, and to contribute to spread the 5E instructional model.*

**Key words:** 5E, PBL, project-based, geology, conceptual map

## INTRODUCCIO

Actualment, a Catalunya existeix un alt contrast en el grau d'implementació de la metodologia ABP segons el centre educatiu. D'una banda, podem trobar centres que segueixen patrons d'organització convencionals en assignatures i, és en aquests, que els docents que aposten per ABP es troben amb dificultats diverses per implementar-ne: la manca de referents al propi centre, la falta d'experiència de l'alumnat, la renúncia a la multidisciplinarietat etc. És en aquest marc que una proposta senzilla com aquesta pot tenir èxit: si bé la seqüència didàctica que es descriu no és una novetat metodològica, si que és una proposta pràctica, simple i tangible per aplicar en un centre amb poca experiència prèvia en ABP. En canvi, hi ha instituts i escoles que han trencat barreres entre assignatures i organitzen tot l'horari lectiu entorn al treball multidisciplinar per projectes. En aquests,

podem augmentar l'expectativa del projecte i la dedicació horària, així com modificar la seqüència perquè ens permetés culminar, per exemple, en l'elaboració d'una 'Guia de viatges' entre tot el grup classe.

Viatjar, descobrir paisatges que ens són desconeguts... són fantasies que molts adolescents comparteixen quan els preguntes sobre el seu futur. La proposta didàctica que es presenta parteix d'aquesta inquietud per reconèixer els processos geològics de la dinàmica interna i externa de la Terra. El procés distribueix l'alumnat per parelles i se'ls assigna un lloc del món d'interès geològic. Al llarg de 2 sessions de treball per projectes (ABP), cada parella elabora una presentació sobre aquest lloc, que, posteriorment, exposarà als seus companys/es. Durant 4 sessions de presentació de treballs els companys/es oients anoten la informació important de cada presentació. Com a

síntesi final, cada alumne/a elabora un mapa conceptual amb els conceptes treballats al llarg de les sessions, corregeix el mapa conceptual d'un company/a, i entrega un dossier de la unitat autoavaluat per sí mateix.

Aquesta experiència s'ha realitzat amb alumnes de primer d'ESO després d'estudiar les capes de la geosfera, i conceptes d'astenosfera, litosfera, tipus de roca i cicle de les roques. De forma similar, l'estructura de la seqüència seria aplicable a l'assignatura de Biologia i geologia de quart d'ESO, o a Ciències de la Terra i el medi ambient de batxillerat, si s'adapta convenientment per a l'aprofundiment dels continguts corresponents.

## SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA EN 5E

La seqüència didàctica consta de 9 sessions d'una hora programades seguint el model 5E d'aprenentatge.

El model d'ensenyament en 5E (Bybee, 2006) és un model constructivista desenvolupat als Estats Units per l'equip Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). En la metodologia de 5E, les activitats d'aprenentatge es planifiquen per assolir 5 fases (5E): la fase Enganxa (*Engage*), en què despertem l'interès de l'alumnat; Explora (*Explore*), en què es cerca o explora un fenomen, i que en aquesta proposta didàctica consisteix en aprenentatge basat en projecte (ABP); Explica (*Explain*), en què l'alumnat explica i recull el nou aprenentatge; Elabora (*Elaborate*), on s'aplica l'aprenentatge; i Avalua (*Evaluate*), en què s'avalua el procés d'aprenentatge.

Malgrat que aquest model en 5E, és, avui dia, poc conegut pels docents a Catalunya, l'implementa l'editorial Science-bits i també el promou la fundació Empieza por Educar. Aquest model és compatible amb els cicles d'aprenentatge i recursos descrits per referents més propers a Catalunya en didàctica de la ciència, com Jorba i Casellas (Jorba i Casellas, 1996) i Neus Sanmartí (Sanmartí, 2010): com es proposa, la primera fase del cicle s'ha adaptat per a l'explicitació d'idees prèvies; o també s'han inclòs activitats de coavaluació i autoavaluació. A continuació es descriuen les sessions:

### Enganxa (sessió 1): On viatjarem?

- Activitats programades: explicitació d'idees prèvies; informar l'alumnat del calendari, sessions i objectius.
- Tasques docents: Projectar imatges de diverses destinacions que s'estudiaran.

Formular preguntes: 'Algú sap d'on és aquesta imatge? Com creieu que es pot haver format...? Per què hi ha una serralada tan immensa en aquest lloc? Com és que s'observen fenòmens de vulcanisme? Us sembla un indret bonic? A qui li agradaria viatjar-hi? Informar sobre el calendari de les sessions, i l'avaluació de la unitat. Assignar a cada parella una destinació.

- Tasques estudiants: Participar i contestar preguntes, formular hipòtesis i expressar emocions sobre les imatges projectades. Formar parelles de treball. Anotar el calendari de sessions i entregues. Preguntar els dubtes en relació a calendari, tasques assignades i avaluació.

Per sort, molts fenòmens geològics ocorren a prop, i també per sort, d'altres ens obliguen a viatjar més lluny. Sigui al costat de casa o a l'altra punta del món, el context de viatge que acompanya la unitat didàctica és molt estimulant per a l'alumnat i estira tot l'aprenentatge entorn als processos geològics de la dinàmica interna i externa de la Terra. La següent llista mostra les destinacions que es van proposar als alumnes i el contingut curricular relacionat amb la dinàmica interna i externa de la Terra que se'ls va assignar.

1. La Garrotxa (Catalunya): dinàmica interna, vulcanisme, tipus de volcans
2. Himalaya (Àsia): tectònica de plaques, límits convergents, obducció
3. Serralada dels Andes (Sud Amèrica): tectònica de plaques i forces de compressió, límits convergents, subducció entre placa oceànica i placa continental
4. Volcà Sotupan i Cinturó de foc del Pacífic (Indonèsia): tectònica de plaques, límit convergent, subducció entre dues plaques oceàniques
5. Falla de San Andrés (Nord Amèrica): tectònica de plaques i límit transformant
6. Surtsey (Islàndia): tectònica de plaques i límit divergent.
7. Japó (Àsia): dinàmica interna, terratrèmols, ones sísmiques
8. Plecs de la Vall de Cardos i anticlinal de Bellmunt (Catalunya): dinàmica interna, plecs i fractures
9. Delta de l'Ebre (Catalunya): dinàmica externa de la Terra, erosió i transport de l'aigua, sedimentació
10. Desert del Sàhara (Àfrica): dinàmica externa de la Terra, processos de meteorització
11. Dolines de Goleró (Catalunya): relleu, relleus càrstics i dolines

12. Vall de Castellfollit (Catalunya): relleu i relleus granítics
13. Lanzarote (Illes Canàries): relleu, relleus volcànics
14. Arches Park (EEUU): erosió eòlica, formació d'arcs naturals
15. Congost de Mont-Rebei (Catalunya): erosió per l'aigua, formació de canyons

Com es pot observar, les destinacions corresponen tant a llocs propers com llunyans. El motiu pel qual es van seleccionar els dos tipus de destinacions és perquè amb destinacions properes fomentem el coneixement de l'entorn proper, i existeix la possibilitat d'explorar-les en una excursió escolar o familiar; i al mateix temps, amb les destinacions llunyanes podem conèixer alguns dels fenòmens geològics més bells i impactants, i fins i tot fantasiejar sobre futurs viatges. És important vetllar perquè tots/es sentin que la seva destinació principal de treball, sigui propera o llunyana, és única, i que puguin gaudir del que els ofereix en cada cas.

### Explora (sessions 2 i 3): ABP

- Activitat programada: ABP i elaboració de la presentació
- Material: els alumnes usen el seu llibre de text com a referent teòric i un ordinador amb connexió a internet.
- Tasques docent: Pautar el ritme de treball de l'ABP. Seguiment de la feina de cada grup.
- Tasques estudiants: Cercar informació al llibre i a internet sobre la destinació assignada i el seu origen geològic. Elaborar una presentació compartida a google drive amb la professora. Preguntar dubtes a la professora.

Es va demanar als estudiants que les presentacions adoptessin el següent guió:

1. Diapositiva d'obertura, amb imatges inèdites del lloc - Explicació sobre el motiu d'interès.
2. Localització geogràfica - Captures de pantalla del google maps o altres mapes, que permetin identificar la localització precisa de la destinació.
3. Identificació de l'origen geològic del relleu o fenomen.
4. Explicació teòrica. Aprofundiment en el contingut curricular assignat
5. Diapositiva de tancament, amb alguna imatge final.

### Explica (sessions 4-7)

- Activitat programada: exposició de 4 'viatges' per sessió.
- Material: cada alumne duu un mapa del món amb accidents geogràfics on poder assenyalar les destinacions durant les presentacions.
- Tasques docent: Dinamitzar l'inici de cada presentació i el torn de preguntes o comentaris al final de cada presentació. Preveure 7 min de presentació i 5 min de comentaris, dubtes, i anotació d'apunts. Avaluar les presentacions. Vetllar per la comprensió del contingut de les presentacions, aclarint dubtes que no es resolguin.
- Tasques estudiants: Anotar en un mapa mundi la localització de cada destinació presentada. Recollir les idees més importants de cada presentació. Formular preguntes als companys/es després de cada presentació. Presentar, si s'escau. Respondre dubtes dels companys/es, especialment si exposen, i respectar el torn de paraula.

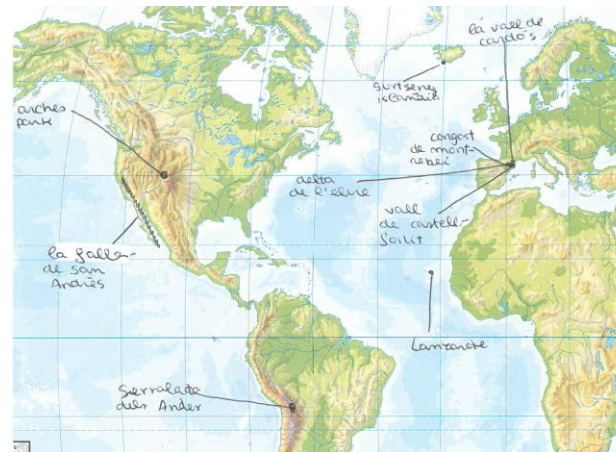


Figura 1. Detall d'un mapa geogràfic entregat en el dossier

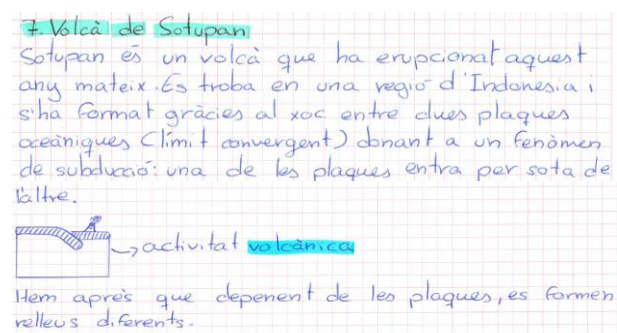


Figura 2. Exemple de resum elaborat per una alumna

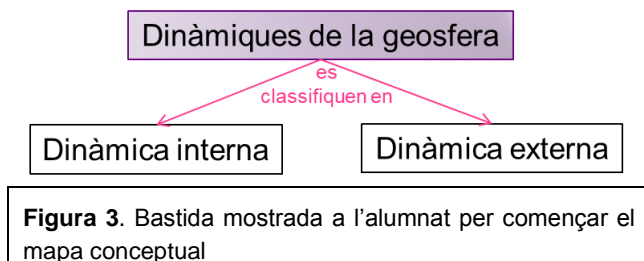
Les presentacions van seguir el guió anteriorment mostrat, de manera que l'alumnat oient anotava en un mapa geogràfic la destinació, i resumia a part informació de la presentació. Cada resum inclou un títol (destinació), i una explicació ('En aquest indret observem...' 'És important perquè...' 'Es tracta d'un procés de...').

### Elabora (sessió 8): mapa conceptual

- Activitat programada: Síntesi de coneixement en un mapa conceptual
- Tasques docent: Indicar principals característiques d'un mapa conceptual. Indicar una selecció de conceptes mínims a incloure al mapa conceptual i acompanyar l'inici de l'elaboració del mapa conceptual mitjançant exercicis.
- Tasques estudiants: Elaborar el mapa conceptual. Consultar el llibre i el dossier de la unitat per relacionar idees.

Per tal d'assolir l'elaboració d'un bon mapa conceptual es va ajudar l'alumnat a preparar-lo mitjançant els següents exercicis, que reprenen els principals conceptes i idees clau treballats i suposen una bastida per iniciar el mapa conceptual:

1. Classifica els següents fenòmens segons siguin de la dinàmica interna o externa de la Terra: Sedimentació, vulcanisme, tectònica de plaques, transport de sediments, activitat sísmica, meteorització, metamorfisme, erosió, plecs i fractures, magmatisme.
2. D'on prové l'energia de la dinàmica externa? D'on prové l'energia de la dinàmica interna?
3. Elabora un mapa conceptual sobre les dinàmiques de la geosfera. Recorda que has d'enllaçar els conceptes amb fletxes i escriure paraules d'enllaç en les fletxes per tal de poder-lo llegir verticalment. Pots començar com t'indica l'exemple.



### Avalua (sessió 9)

- Activitats programades: Correcció d'un mapa conceptual. Autoavaluació del dossier. Entrega del dossier
- Tasca docent: Acordar amb el grup els aspectes avaluable del mapa conceptual i la puntuació corresponent. Entregar una plantilla d'autoavaluació del dossier.
- Tasques estudiants: Corregir el mapa conceptual d'un company/a. Autoavaluar el propi dossier i entregar-lo.

Els criteris per a la coavaluació del mapa conceptual, que es van acordar amb el grup, van consistir en:

- El mapa conceptual mostra tots els conceptes donats a l'exercici preparatori 1. (1 punt)
- Al concepte de dinàmica externa no s'hi relaciona cap concepte de dinàmica interna (1,5 punts)
- Al concepte de dinàmica interna no s'hi relaciona cap concepte de dinàmica externa (1,5 punts)
- S'indica la font d'energia dels processos de dinàmica interna i externa (2 punts)
- Hi ha paraules d'enllaç acompanyant les connexions amb fletxes, i aquestes donen un significat correcte a les relacions (3 punts)
- S'hi ha inclòs conceptes extra treballats al llarg de la unitat, i es troben relacionats correctament (0,1 punt per concepte extra, fins a 1 punt)

Per a l'autoavaluació del dossier, es va entregar una pauta d'autoavaluació en què s'assignava una puntuació específica a diversos requisits de presentació i completesa, i es demanava reflexionar sobre el seu futur professional i l'aprenentatge de la unitat didàctica ('En què t'agradaria treballar en el futur?' 'Busca almenys 3 raons per les quals el que fas a classe de biologia i geologia et pot servir per al futur que imagines').

Un dossier complet de la unitat contindria, en el moment d'entrega, els següents apartats:

1. Mapa geogràfic mundial, amb les destinacions treballades
2. Resums de cada presentació
3. Mapa conceptual de síntesi, coavaluat per un company/a
4. Plantilla d'autoavaluació del dossier



AUTOAVALUACIÓ DE LA LLIBRETA/DOSSIER (UNITAT: ..... )  
 Valora el teu dossier o llibreta.

	SI	NO
La lletra dels apunts s'entén i no hi ha ratllades o guixades	1	0
Els apartats tenen títols	0,5	0
Els títols tenen algun tret diferent que la resta de text (color, mida, subratllat...)	0,5	0
S'ha usat regla per a l'elaboració de taules, gràfics i dibuixos.	1	0
Totes les fotocòpies estan ben enganxades a la llibreta (activitats, proves de sortida, autoavaluacions, reflexions...) o es troben ordenades en el dossier	1	0
Les correccions d'activitats s'han realitzat, i s'identifiquen fàcilment perquè s'han fet amb un color diferent al bolígraf blau, negre o llapis.	1	0
Els apartats estan ordenats en els apunts	1	0
No hi ha cap activitat incompleta, ni manca cap apartat (si no falta res: 3, si falta un apartat: 2, si falten dos apartats: 1, si falten més de dos apartats: 0)	3	0
L'autoavaluació de la llibreta i de la unitat està enganxada/adjuntada al final de la unitat i s'ha fet de forma justa i completa	1	0
TOTAL		

En què t'agradaria treballar en el futur?

Busca almenys 3 raons per les quals el que fas a classe de Biologia i Geologia et pot servir per al futur que imagines.

**Figura 4.** Plantilla per a l'autoavaluació del dossier. L'alumnat ja s'havia autoavaluat, anteriorment, amb plantilles similars.

### AVALUACIÓ

D'acord amb Neus Sanmartí (Sanmartí, 2010), les eines d'avaluació han de servir per a dos fins: com a mitjà per regular els aprenentatges i com a mitjà per comprovar què s'ha après.

L'avaluació com a mitjà per regular els aprenentatges s'ha posat especialment en pràctica en les activitats de coavaluació i autoavaluació. Aquestes permeten a l'alumnat identificar dificultats i trobar camins per superar-los.

L'avaluació com a mitjà per comprovar què s'ha après es va realitzar al llarg de la seqüència, en diversos moments, i va servir per obtenir una qualificació del treball realitzat. En primer lloc, es va realitzar un seguiment del ritme de treball en les sessions d'ABP. Més tard, durant les sessions 4-7 d'exposició oral, es va avaluar les presentacions en que s'exposaven a cada sessió. En tercer lloc, els

alumnes van elaborar un mapa conceptual que durant la darrera sessió de treball van coavaluar. Finalment, en la mateixa darrera sessió de la seqüència didàctica l'alumnat va entregar el dossier d'aprenentatge. Tots aquests elements van tenir una ponderació en la qualificació.

### CONSIDERACIONS FINALS

Un dels motius pels quals s'ha elaborat aquest article és perquè la motivació dels estudiants i la professora va ser alta al llarg de les sessions: l'emoció de saber on 'viatjarien' cada un d'ells/es, a on els portarien també els seus companys a cada una de les presentacions, escoltar-se unes a altres, entendre fenòmens geològics complexos però reals que expliquen la bellesa de les imatges que observaven sessió rere sessió... el paper de la docent rau en estimular aquest interès i en dirigir-lo també cap al coneixement científic rigorós i cohesionat sobre el que s'exposa: rigorós en relació al vocabulari, a les connexions causa-conseqüència del que observem, a la temporalitat dels fenòmens geològics, etc. I cohesionat, buscant fer referència al coneixement anterior; entrant en el coneixement abstracte i evitant quedar-se en un pla factual.

En què t'agradaria treballar en el futur?

ser volcanòleg

Busca almenys 3 raons per les quals el que fas a classe de Física i Química et pot servir per al futur que imagines.

En si un volcà està actiu o no.  
 Treballar de volcà que fa llum (actius, dormits, extingits)  
 Per saber que són i de que tracten els mètodes directes i indirectes de la tècnica.

**Figura 5.** Un dels testimonis de la motivació dels alumnes per la geologia: en ser preguntat en l'autoavaluació del dossier, contesta que en el futur voldria ser 'volcanòleg'. També d'altres van explicitar interès per la geologia o per treballar en feines relacionades amb viatjar.

Un aspecte important en l'aprenentatge de les ciències, i de la pròpia naturalesa de la ciència, és l'experimentació. Cal ser conscients que aquesta proposta didàctica no inclou una experimentació pràctica a no ser que ho acompanyem d'una excursió escolar a alguna de les destinacions properes o d'alguna pràctica de laboratori d'elaboració de maquetes per representessin models científics per explicar els fenòmens. En el nostre cas, es va treballar l'experimentació i el mètode científic en unitats didàctiques anteriors i no va ser el focus d'aquesta unitat. Si es desitgés incloure una activitat complementària d'aquest



tipus, seria adient fer-ho en la fase 'Explora' de les 5E, és a dir, entre les sessions 2 i 3.

En canvi, aquesta seqüència didàctica va suposar la culminació d'un procediment alineat amb la competència d'aprendre a aprendre: l'elaboració de mapes conceptuals. Aquesta eina s'havia treballat de forma gradual en anteriors unitats didàctiques, des d'una elaboració de mapes conceptuals en grup i de forma guiada per la professora fins a l'elaboració individual assolida al final de la seqüència.

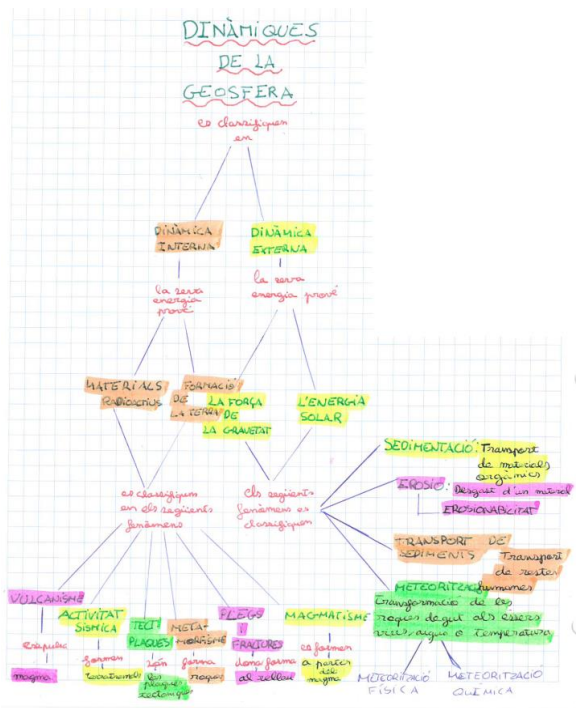


Figura 6. Exemple de mapa conceptual elaborat per un alumne

La principal dificultat que va sorgir en implementar la proposta didàctica va ser la gestió de l'ús dels ordinadors a l'aula (accés a internet, endolls...) i la necessitat de fer recordatoris sobre l'avaluació al llarg de les sessions, ja que alguns alumnes només relacionen l'avaluació amb l'examen. En definitiva, la valoració de l'experiència ha sigut molt positiva i pot animar altres docents a implementar projectes senzills, inspirar projectes més amplis en centres amb més experiència en ABP, i ajudar a conèixer el model de didàctica en 5E.

**BIBLIOGRAFIA**

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, effectiveness and applications*. Recuperat de: <http://www.bscs.org/bcs-5e-instructional-model>

Jorba, J., Casellas, E. (1996). *Estratègies i tècniques per a la gestió social a l'aula. La regulació i l'autoregulació dels aprenentatges*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació. UAB. Recuperat de: <http://pagines.uab.cat/ice/content/lilibres>

Sanmartí, N. (2010). *Avaluar per aprendre. L'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Educació, Direcció General d'Educació Bàsica i el Batxillerat. Recuperat de: [http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0024/fc53024f-626e-423b-877a-932148c56075/avaluar\\_per\\_aprendre.pdf](http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0024/fc53024f-626e-423b-877a-932148c56075/avaluar_per_aprendre.pdf)

