

Creació de recursos digitals per a la innovació docent en geologia estructural i tectònica

Antoni Teixell

Albert Griera, María Luisa Arboleya, Eliseo Tesón i Isaac Corral

Departament de Geologia

Facultat de Ciències

Universitat Autònoma de Barcelona

Resum

Aquest projecte consisteix en l'elaboració d'una sèrie de recursos didàctics en format digital per a l'ensenyament de les matèries de Geologia Estructural i de Tectònica en titulacions relacionades amb les Ciències de la Terra. L'objectiu és la millora de la formació i del rendiment dels estudiants mitjançant l'elaboració d'activitats de suport no presencials que fomentin l'autoaprenentatge i l'autoregulació per part de l'estudiant. Les activitats intenten aprofitar les noves eines informàtiques disponibles i fomentar-ne l'accés mitjançant la xarxa. El material que s'elabora en el marc del projecte consisteix en: 1) un fons documental d'imatges relacionades amb la Geologia Estructural i la Tectònica amb explicació, disponibles en xarxa i accessibles mitjançant motors específics de cerca, 2) un conjunt d'exercicis i casos pràctics, alguns dels quals resolts, i 3) sortides de camp virtuals a una regió geològica que permeten proposar activitats prèvies a una pràctica presencial de camp o desenvolupar la pràctica de manera completament autònoma.

Àmbit general d'interès de la innovació

«The best geologist is the one who has seen the most rocks»

H. H. Read, 1889-1970.

El projecte està destinat a donar suport a la docència de les assignatures troncales de Geologia Estructural i de Tectònica de la llicenciatura de Geologia de la UAB, tot i que pot ser d'interès a estudiants del sistema universitari que cursin aquestes matèries en titulacions d'enginyeria Geològica o de Mines i de llicenciatura de Ciències Ambientals. També s'adreça al professorat de l'àrea de Geodinàmica Interna, tant de l'àmbit estatal com internacional, al qual pot ser útil disposar d'un arxiu digital interactiu d'imatges i exercicis d'estructures geològiques.

1. Objectius

La geologia estructural i la tectònica són ciències amb un fort component visual, els fonaments de les quals rau en l'anàlisi i la interpretació de les estructures geològiques (plecs, falles, textures de les roques, etc.). Els primers passos de l'anàlisi consisteixen en una identificació i una descripció correctes de les característiques geomètriques de les estructures. Aquestes destreses no són adquirides fàcilment pels estudiants en l'ensenyament tradicional a l'aula, ja que en bona part necessiten una experiència acumulativa d'observació i síntesi de la diversitat natural. Amb aquestes premisses, els objectius generals del projecte es poden sintetitzar en els següents aspectes:

1. Adaptar a les noves tecnologies el format del material gràfic que s'utilitza a la docència, creant bases d'imatges digitals amb diverses modalitats d'accés.
2. Elaborar nou material docent, com ara exercicis en xarxa i sortides de camp virtuals.
3. Fomentar la capacitat d'anàlisi dels estudiants i augmentar-ne l'experiència mitjançant metodologies basades en l'autoaprenentatge.

Les competències que pretenem que els estudiants desenvolupin són les següents:

1. Capacitat d'observació, identificació i síntesi de la informació que proporcionen les estructures geològiques naturals.
2. Destresa en el dibuix i la representació dels trets geomètrics fonamentals de les estructures, que serveixi de base per a l'anàlisi i la interpretació posteriors.
3. Capacitat de progressar en el coneixement i l'experiència científica per mitjà del treball propi i de l'autoavaluació.
4. Destresa en l'ús de recursos digitals lligats a les noves tecnologies.

2. Descripció del treball

El projecte sorgeix originalment en el context de la docència de Geologia Estructural i Tectònica en la llicenciatura de Geologia impartida per diversos membres de la l'àrea de Geodinàmica Interna a la Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona. Les assignatures específiques que els membres de l'equip imparteixen, i a les quals s'està aplicant el material elaborat en el marc del projecte, són les següents:

1. Treballs de camp d'Endògena (segon curs de la llicenciatura de Geologia).
2. Introducció a la Mecànica de Roques (segon curs).
3. Geologia Estructural II (tercer curs).
4. Geotectònica (quart curs).

La situació de la qual es parteix quant a la docència de les matèries esmentades es caracteritza per un alt grau de presencialitat, tant a l'aula com a les sortides de pràctiques de camp dirigides per professors. Actualment, l'ensenyament es realitza de forma tradicional amb el suport de projecció d'imatges i gràfics i amb pràctiques basades en exercicis que es treballen presencialment al laboratori.

Com a punt de partida es disposa d'un fons documental d'estructures geològiques de camp format per gairebé 2.000 fotografies, del qual a les classes s'utilitza només

una petita fracció en format diapositiva. Una part de la innovació docent pretesa consisteix a aprofitar les noves tecnologies d'informació i comunicació, i en especial la xarxa, per tal de posar a l'abast dels estudiants una part important del fons documental.

El pla de treball del projecte comporta diverses activitats seqüenciades en el temps:

- digitalització d'imatges del fons documental (fotografies i gràfics),
- elaboració de material explicatiu de les imatges i gràfics,
- classificació i organització de les imatges en diferents categories i modalitats d'accés (segons tipus d'estructures geològiques, independents del context, o agrupades en itineraris virtuals de camp),
- preparació d'exercicis i casos pràctics que incloguin gràfics i fotografies d'estructures,
- preparació d'una col·lecció d'exercicis resolts, i
- creació d'un lloc web on estiguin disponibles els recursos generats.

El fons digital és utilitzat tant pel professorat, que disposa d'una base de dades extensa de la qual pot extreure material per a les classes, com pels estudiants, que tenen a disposició una àmplia documentació d'estructures geològiques naturals que poden utilitzar per a activitats no presencials i per a l'aprenentatge.

El material es presenta de manera informativa (el fons d'imatges pròpiament dit) i en forma d'exercicis o casos pràctics que cal resoldre, alguns dels quals poden haver-se d'entregar per ser avaluats i altres es poden realitzar independentment pels estudiants per a la seva autoavaluació.

Pel que fa a la innovació sobre el treball de camp, s'està desenvolupant una sèrie de sortides de camp virtuals, enteses com un conjunt interactiu de mapes i talls geològics i de fotografies degudament enllaçades entre si. Aquest recurs permet un reconeixement virtual de la geologia d'una zona concreta, que pot ser més o menys complet depenent que es vulgui utilitzar com a exercici previ a la realització de la sortida de camp real, o que es pretengui dur a terme una descripció d'una zona de camp particularment didàctica per ser treballada de manera totalment virtual.

3. Metodologia

Les accions i els mitjans utilitzats per desenvolupar el projecte són els següents:

1. Digitalització del fons documental de Geologia Estructural i Tectònica consistent en dos milers de diapositives d'estructures geològiques de diverses regions del planeta, que ha estat acumulat pel professorat de l'àrea de Geodinàmica Interna en els darrers 50 anys. La digitalització del fons s'ha realitzat mitjançant un escàner de diapositives d'alta resolució d'imatge (aprox. 2.000 ppm). De cadascuna de les imatges s'ha elaborat una còpia a menor resolució que és l'accessible en xarxa. Per a cada imatge s'ha redactat una explicació i, en alguns casos, il·lustracions complementàries.

2. Organització del fons digital atenent a diversos criteris: temàtics (tipus d'estructura), regionals (il·lustratiu de la geologia d'una regió determinada), etc.
3. Desenvolupament d'un motor de cerca del fons d'imatges que pugui respondre a diversos criteris i ser utilitzat tant pel professorat com per l'estudiant a l'hora de plantejar exercicis, estudis, etc.
4. Publicació en xarxa del fons d'imatges amb les il·lustracions i les explicacions complementàries, perquè siguin utilitzables com a recurs d'autoaprenentatge per part dels estudiants (http://einstein.uab.es/c_geotecnica/reditec/2008). Adequació del motor de cerca a les característiques especials de la xarxa. La figura 1 presenta un exemple de fitxa del fons documental, amb la imatge de l'estructura geològica que s'ha de treballar, la seva explicació i les il·lustracions complementàries.

Figura 1. Exemple d'una fitxa del fons documental, amb explicacions i il·lustracions addicionals

SUPERPOSICIÓ DE PLECS (PLATJA DE CARIÑO, LA CORUÑA)




Observació:
 Els plecs de la fotografia deformen la formació anomenada Gneissos de Cariño, que són roques metamòrfiques quarsifeldspàtiques amb un bandejat composicional definit per l'alternança de nivells psamítics i pelítics. Aquests gneissos deriven probablement de roques sedimentàries, tractant-se per tant de paragneissos.

Descripció de les estructures:
 A la part central de la imatge s'observa que les capes més clares dibuixen plecs isoclinals. Si es dibuixa la superfície axial d'aquests plecs es veu que està deformada per plecs més oberts.
 A la cantonada inferior dreta de la imatge s'observen plecs amb un flanc curt vertical, i un flanc horitzontal més llarg. Les superfícies axials d'aquests plecs s'inclinen cap a la dreta.
 Si perllonguem les superfícies axials d'aquests plecs oberts veiem que plieguen les superfícies axials dels plecs isoclinals del centre.

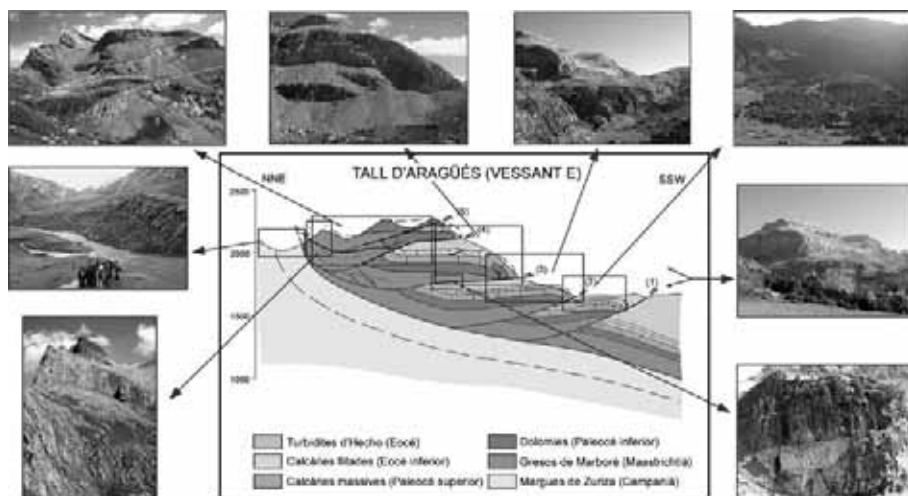
Interpretació:
 Es tracta d'un exemple de superposició de dues fases de plegament. Els plecs isoclinals de la primera generació estan deformats pels asimètrics de la segona generació. L'orientació dels eixos dels plecs d'ambdues generacions és propera però els plans axials són oblics; aquesta geometria correspon al tipus 3 d'interferència dels plecs de Ramsay.



5. Elaboració d'un conjunt de casos pràctics i exercicis que l'estudiant ha de resoldre. Aquests exercicis, que estaran distribuïts en xarxa, podran contenir tant la solució com un barem d'autoavaluació adaptat al nivell del curs, per tal de que l'estudiant pugui fer un seguiment del seu progrés. Amb aquesta finalitat es disposa d'una col·lecció d'exercicis utilitzats habitualment pels professorat en format no digital.

6. Creació de sortides de camp virtuals, que permetin als estudiants observar les estructures dins el seu context geològic sense haver-se de desplaçar sobre el terreny, o com a una activitat prèvia a una sortida de camp presencial. Per a això, es compta amb documentació sobre diverses unitats tectòniques de l'entorn, incloent-hi mapes i talls geològics, fotografies, mostres de roques, etc. La figura 2 mostra un exemple d'aquesta darrera activitat, corresponent a un tall geològic d'un sector del Pirineus il·lustrat amb un conjunt d'imatges. La sortida de camp virtual completa pot trobar-se en el CD-ROM annex i s'emmarca en l'assignatura troncal Geotectònica de la llicenciatura de Geologia de la UAB.

Figura 2. Exemple d'il·lustració d'una sortida de camp virtual, que mostra l'enllaç entre la informació gràfica (tall geològic) i les imatges de camp de parts del tall



El tall geològic dels Ports d'Aragües (Pirineus aragonesos) mostra un ventall imbricat de 5 escates encavalcants, afectant a roques sedimentàries del Cretaci superior a l'Eocè. Cada escata presenta plecs associats als encavalcaments, anticlinals al bloc superior i sinclinals al bloc inferior. Els 5 encavalcaments imbricats convergeixen en una superfície de desenganxament basal paral·lela a l'estratificació, i el conjunt és plegat per un sinclinal de major ordre, format posteriorment (els requadres blaus entrellacen amb imatges de camp de diverses parts del tall).

7. Definició dels mecanismes de control i avaluació de les innovacions docents, que consisteix en l'elaboració d'un conjunt de criteris que permeti quantificar el grau d'assoliment de les competències per part dels estudiants. Ha de comportar la recollida de les tasques realitzades pels estudiants per tal d'enregistrar una estadística del progrés en cursos successius.

4. Resultats preliminars

En el moment d'escriure el present treball, el projecte es troba en fase de desenvolupament, fet pel qual no es disposa de resultats complets referents a la seva aplicació. Això no obstant, s'ha realitzat una posada en pràctica a l'assignatura Treballs de Camp d'Endògena I durant el segon semestre del curs 2007-2008. Aquesta assignatura correspon a un campament de Geologia amb l'objectiu d'iniciar als estudiants al treball pràctic de camp. El material que s'ha elaborat consisteix en una guia virtual de la zona de treball de camp amb l'explicació dels objectius i del context geològic i una sèrie de fotografies il·lustratives sobre estructures d'encavalcament d'altres zones de la Terra, estructures que constitueixen l'objecte principal d'estudi de l'assignatura. Per aprofitar la base d'imatges durant el treball de camp, s'han imprès i plastificat una selecció de fotografies d'encavalcaments per distribuir entre els estudiants. L'anàlisi d'aquestes imatges hauria de permetre a l'estudiant definir els elements principals per al reconeixement d'aquest tipus d'estructura sobre el terreny.

Els mecanismes pels quals s'han analitzat els resultats han consistit en: 1) l'avaluació d'un exercici pràctic de camp i 2) la distribució d'una enquesta sobre la utilitat del recurs docent per valorar el grau de satisfacció dels estudiants.

La pràctica, que ha consistit en un exercici d'interpretació d'un aflorament de camp mitjançant l'elaboració d'un esquema que en reculli els elements principals, es va realitzar en dues fases: una prèvia a la distribució de la selecció d'imatges entre els estudiants i una altra després de la seva distribució i anàlisi. El treball realitzat a cada fase es va recollir per a la seva qualificació i així poder comparar els resultats i avaluar la millora en el rendiment dels estudiants. El total d'estudiants que van fer la pràctica és de 33, repartits en dos grups. Els resultats mostren que augmenta en un 91 % la nota mitjana de l'exercici després de l'aplicació de la innovació, amb una reducció notòria dels errors d'interpretació considerats inacceptables.

L'anàlisi de l'enquesta ha mostrat que el grau de satisfacció dels estudiants és alt; la utilitat del treball amb els recursos digitals ha estat valorada amb una qualificació mitjana de 7,7 sobre 10. Entre els aspectes destacables hi ha la disponibilitat de informació prèvia sobre el context geològic de la sortida, que ha ajudat a una millor comprensió del treball, aclarint els conceptes i reduint el temps d'interpretació en el camp. Entre els punts forts de l'ús d'imatges alienes a la zona de treball, els estudiants n'han destacat la utilitat a l'hora d'interpretar les estructures reals treballades i com a base per extraure els aspectes essencials que s'han d'observar i descriure. Com a punt per millorar, els estudiants han assenyalat que les imatges ubicades en xarxa encara no disposaven d'explicacions i il·lustracions addicionals per facilitar-ne la comprensió, amb la qual cosa queda palesa la necessitat d'acompanyar la base d'imatges amb explicacions de cada estructura. Aquest resultat s'han de considerar com a preliminars, però donen una idea positiva de la utilitat d'aplicar les metodologies del projecte.

5. Conclusions

Els recursos elaborats per al projecte seran utilitzats en el futur en les noves assignatures que sorgiran de la remodelació dels plans d'estudi seguint les normes de l'espai europeu d'educació superior, sistema on el treball personal i l'autoaprenentatge prendran especial rellevància i per al qual la innovació docent que descrivim és particularment dissenyada. D'altra banda, com s'ha apuntat anteriorment, es pretén que part del material produït estigui disponible en xarxa per a altres usuaris aliens a la UAB.

La utilització del material digital elaborat fins al moment ha permès que les classes presencials de Geologia Estructural i Tectònica siguin més participatives, facilitant la discussió i la interpretació de les estructures explicades, cosa que els estudiants estan valorant molt positivament. A més, les sortides de camp virtuals com a preparació prèvia a la sortida real sobre el terreny i l'ús pilot de la base d'imatges han constituït una experiència que ha afavorit notablement el desenvolupament del treball en el camp.

En el futur es desenvoluparà el projecte elaborant el material d'estudi (exercicis per completar i exemples ja interpretats) i augmentant el nombre de sortides de camp virtuals, tant lligades a sortides reals com no.

Referències

- RAMSAY, J.G.; HUBER, M. I. (1983-1987). *The techniques of modern Structural Geology (2 Volums)*. London: Academic Press.
- TEIXELL, A. (1996). «The Ansó transect of the southern Pyrenees: basement and cover thrust geometries», a *Journal of the Geological Society of London*, 153, 301-310.
- TWISS, R. J., i MOORES, E. M. (1992). *Structural Geology*. New York: W.H. Freeman.
- VAN DER PLUIJM, B. i MARSHAK, S. (2003) (2a edició). *Earth Structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. San Francisco: www. Norton & Company.

Accessos d'interès

- Web de la innovació: http://einstein.uab.es/c_geotecnica/reditec [2008]
- <http://www.diogenes.ethz.ch/index.asp> [2008]
- <http://www.geo.uib.no/struct/index.html> [2008]
- <http://funnel.sfsu.edu/courses/geol102/ex2.html> [2008]
- <http://earth.leeds.ac.uk/learnstructure/> [2008]

Paraules clau

Geologia estructural, Tectònica, recursos digitals, autoaprenentatge.

Finançament

Aquest projecte està finançat pel programa de l'AGAUR de Millora de la Qualitat Docent de les Universitats Catalanes (MQD) per a l'any 2006 (número identificador 2006MQD00002).

Materials complementaris del CD-ROM

Demostració de la versió fora de línia de la web *REDITEC: Recursos Digitals de Geologia Estructural i Tectònica*. Sortida de camp virtual de Geologia i galeria d'imatges d'estructures.

Responsable del projecte

Antoni Teixell
Departament de Geologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
antonio.teixell@uab.cat

Presentació del grup de treball

El grup de treball està constituït per professors i investigadors de la Unitat de Geotectònica del Departament de Geologia. El grup té àmplia experiència (de més de 20 anys en el cas dels professors Teixell i Arboleya) en docència i recerca en l'àmbit de la Geologia Estructural i s'ocupa de l'estudi de la deformació de les roques de l'escorça terrestre a diferents escales, des de la textura a escala microscòpica a l'estructura de conjunt de les serralades de muntanyes i la seva relació amb la tectònica de plaques. La recerca del grup ha estat publicada en les principals revistes especialitzades, nacionals i internacionals.

Membres que formen part del projecte

Albert Griera
Departament de Geologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
albert.griera@uab.cat

María Luisa Arboleya
Departament de Geologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
marialuisa.arboleya@uab.cat

Eliseo Tesón
Departament de Geologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
eliseo.teson@uab.cat

Isaac Corral
Departament de Geologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona
isaac.corral@uab.cat

