



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

INTEGRACIÓ DELS SISTEMES DE CLASSIFICACIÓ DE LES ROQUES:

Eina d'aprenentatge transversal per al foment d'equips docents en l'àmbit de la Geologia

- Playà Pous, Elisabet

Universitat de Barcelona

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica / Facultat de Geologia

C/ Martí i Franqués, s/n (08028 Barcelona, Espanya)

eplaya@ub.edu

- Alías López, Gemma

Universitat de Barcelona

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica / Facultat de Geologia

C/ Martí i Franqués, s/n (08028 Barcelona, Espanya)

galias@ub.edu

- Aulinas Juncà, Meritxell

Universitat de Barcelona

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica / Facultat de Geologia

C/ Martí i Franqués, s/n (08028 Barcelona, Espanya)

meritxellaulinas@ub.edu

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2





LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- Garcia-Vallès, Maria Teresa

Universitat de Barcelona

Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals / Facultat de Geologia

C/ Martí i Franqués, s/n (08028 Barcelona, Espanya)

maitegarciavalles@ub.edu

- Alfonso Abella, Pura

Universitat Politècnica de Catalunya

Enginyeria Minera i Recursos Naturals

Avda. Bases de Manresa, 61-73 (08240 Manresa, Espanya)

pura@emrn.upc.edu

- Ferrater Gómez, Marta

Universidad de Granada

Facultad de Ciencias

Campus de Fuentenueva s/n (18071 Granada)

mferrater@ugr.es

Universitat de Barcelona

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica / Facultat de Geologia

C/ Martí i Franqués, s/n (08028 Barcelona, Espanya)

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2





LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

m.ferrater@hotmail.com

1. RESUM

La necessitat de la creació d'una eina integral per a la classificació de les roques ha portat a la constitució d'un equip docent interdisciplinari i interuniversitari, format per professors i alumnes. Aquest equip desenvolupa una actuació docent que incideix en la millora dels aprenentatges universitaris en l'àmbit de la petrologia i de la mineralogia, que pot tenir una important repercussió en els futurs graduats i titulats, així com en el professorat de Secundària i Batxillerat i altres docents i professionals que ho requereixin. Amb el disseny d'aquesta eina s'impulsa l'autoaprenentatge de l'alumne i s'ofereix un sistema de classificació de roques únic i comú per a tot tipus de públic.

2. ABSTRACT

As a response to the need to implement a comprehensive tool for the classification of rocks, an interdisciplinary and interuniversity teaching team formed by teachers and students has been constituted. The team develops teaching actions to improve the higher education learning on petrology and mineralogy. Such actions will have positive repercussions to undergraduates and postgraduates students as well as to secondary and baccalaureate teachers, and to other professional not directly related to teaching. Moreover, the implementation of such tool will clearly promote the self-learning of students by means of a uniform and common system of classification of rocks aimed to all types of public.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI
ISBN 978-84-695-4073-2



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

3. **PARAULES CLAU:** Petrologia, sistemes de classificació, equips docents
KEYWORDS: Petrology, classification flow charts, learning teams

4. **ÀREA DE CONEIXEMENT:** Ciències Experimentals i de la Salut

5. **ÀMBIT TEMÀTIC DEL CONGRÉS:** 3. Innovació en l'ensenyament superior. 4. L'aprenentatge autònom de l'alumne

6. **MODALITAT DE PRESENTACIÓ:** Comunicació pòster

7. **DESENVOLUPAMENT:**

7.1. Objectius generals

La proposta que es presenta s'emmarca en un projecte d'innovació docent de la Universitat de Barcelona. El projecte ha permès per una banda, la consolidació d'un equip docent pluridisciplinar en l'àmbit de la mineralogia i la petrologia, i la coordinació entre diferents titulacions de Grau i Màster. Per altra banda, el projecte pretén elaborar un material bàsic per a la classificació i caracterització de les roques que fomentarà l'aprenentatge autònom de l'alumne.

A nivell del professorat, els objectius són:

- dotar d'una nova eina integral per a la classificació i l'estudi de les roques.
- potenciar la consolidació d'un nou equip docent interdepartamental i interuniversitari en l'àmbit de la petrologia i la mineralogia, obert a noves adhesions.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

-optimitzar els materials docents de què es disposa i compartir el coneixement interdisciplinari entre diferents membres de l'equip docent.

A nivell de l'alumnat, els objectius són:

-disposar d'una eina integral per a la classificació de les roques, que es podrà fer servir a l'aula i a posteriori com a eina d'aprenentatge autònom.

-ser capaç de classificar i identificar les roques autònomament, a la vegada que poder interactuar amb els companys.

-adquirir el mateix llenguatge (nomenclatura, aplicació de classificacions, ...) per tal de poder augmentar les transversalitats a nivell educatiu i professional.

-potenciar la necessitat de l'ús de l'anglès i del castellà en les disciplines de ciències geològiques.

-en el cas de l'alumnat dels programes Erasmus i Séneca, estimular la seva integració en el procés educatiu.

7.2. Justificació de la proposta d'un equip docent interdisciplinari en l'àmbit de la Geologia

En els darrers anys, arran del gran boom que va haver en l'àmbit de la construcció i l'obra civil s'ha establert un alt grau de col·laboració professional entre llicenciats en geologia, ciències ambientals, enginyeria geològica i enginyers de mines. D'aquesta interrelació, s'ha posat de manifest que existeixen diferències pel que fa a l'ús de les classificacions de les roques, o al que hom entén veritablement per un determinat concepte. Davant d'aquesta situació, i motivat pel canvi d'escenari en el món de l'ensenyament amb la implementació dels nous Graus i Màsters, un grup de professores especialistes en l'àmbit de la mineralogia i de la petrologia i que actualment imparteixen docència en el camp de la geologia general, s'han sensibilitzat per aquest tema i pretenen fer una aportació didàctica dirigida a millorar aquesta disfunció. És per això que va sorgir la necessitat de dissenyar un projecte d'innovació docent, en el qual hi pogués col·laborar també una estudiant amb bon nivell que aportés una visió complementària.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Mitjançant l'esmentat projecte s'elabora un material didàctic per a assignatures obligatòries i bàsiques, de caire general i fonamental dels ensenyaments de Grau de Geologia (UB), Enginyeria Geològica (UB), Ciències Ambientals (UB) i Enginyeria dels Recursos Minerals (UPC) i per a assignatures dels Màsters de Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat (UB) i d'Enginyeria de Recursos Naturals (UPC) (Taula 1). Aquestes assignatures tenen en una part del seu temari el mateix objectiu: ensenyar als estudiants com identificar minerals i roques i utilitzar les classificacions més usuals. Aquest material didàctic inclou el disseny i desenvolupament d'un producte informàtic interactiu i d'un document estàtic en format pdf per donar una àmplia difusió del material.

La transferibilitat dels resultats de la nostra experiència ha de portar a la creació d'aquesta eina d'aprenentatge que pugui pal·liar els dèficits conceptuals i de vocabulari que s'han anat arrossegant fins el moment. Entenem que aquest material docent s'ha de poder utilitzar en qualsevol àmbit relacionat amb la geologia, no només en l'ensenyament superior, sinó que podrà arribar a altres escales com són l'ensenyament secundari i el món professional. No només entenem que difonem coneixement científic sinó que posem a l'abast de qualsevol col·lectiu una eina, la manipulació i l'estructura de la qual es pot implementar en d'altres àrees del coneixement.

7.3. Metodologia i preparació del treball

El projecte d'innovació docent és un projecte col·laboratiu fonamentalment, que s'ha basat inicialment en un seguit de reunions de treball de tot l'equip docent. El treball desenvolupat per aquest equip es desglossa en diferents etapes: primera, segona i tercera etapes.

La primera etapa preparatòria consisteix en fer la recopilació de totes les classificacions existents de roques, obtingudes a partir d'un buidat de la bibliografia general i del material en xarxa existent. En aquesta primera fase s'ha comptat amb l'ajut d'una estudiant de segon cicle.

<i>Ensenyament</i>	<i>Assignatures</i>
Geologia (UB)	Iniciació a la geologia



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Enginyeria geològica (UB+UPC)	Geologia general
Ciències ambientals (UB)	Geologia
Enginyeria de recursos minerals (UPC)	Geologia i cartografia
Màster de Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat (UB)	Complements disciplinaris de geologia
Màster en Enginyeria de recursos naturals (UPC)	Matèries primeres industrials d'origen geològic

Taula 1: Presentació dels ensenyaments i assignatures involucrades en el projecte de creació d'una classificació integral de les roques.

En la segona etapa s'han establert els criteris de selecció i fer la tria de les classificacions més adequades per a l'aprenentatge, tot acordant quines són les classificacions més usuals, detectant les que siguin obsoletes o d'ús local i prioritant les més usuals d'acord amb els criteris establerts. La realització de les classificacions que es consideren adequades es desglossa en dos nivells: classificacions generals (que determinaran els grans grups de roques) i classificacions específiques (que donaran nom a les roques com a objectiu final). Aquest estadi implica una àmplia discussió entre els membres de l'equip docent i un elevat nombre de reunions.

En una tercera fase, es dona forma a un producte informàtic interactiu que inclou tots els sistemes de classificacions seleccionats i els textos associats, a més d'imatges fotogràfiques i exercicis (proves per a l'autoaprenentatge de l'alumne). Paral·lelament a la creació d'aquest material didàctic es confecciona un document estàtic, escrit (pdf), que inclou totes les classificacions, així com un glossari terminològic. Així mateix, com que el producte final serà un recurs d'accés en xarxa el seu abast serà molt més gran. Aquesta darrera fase implica la col·laboració d'un membre de l'equip tècnic del Centre de Recursos per a l'Aprenentatge i la Investigació (CRAI, Unitat de Suport a la Docència de la Universitat de Barcelona), expert en programació i disseny gràfic i que a part de col·laborar en el disseny de l'estructura del producte informàtic, ha establert una plataforma de treball amigable, senzilla, organitzada i



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

interactiva. S'ha escollit l'aplicatiu *Joomla!* per al muntatge final del producte interactiu; Joomla! és sistema gestor web de continguts que es troben en una base de dades, i que permet integrar, afegir o editar el contingut d'un lloc web de forma molt simple. Aquest aplicatiu és més adequat que la programació de pàgines web amb html, ja que permet un major dinamisme de les planes de continguts; per altra banda, tot i que l'aplicatiu Drupal també podria ser idoni, Joomla! és un gestor molt més senzill i de més fàcil maneig, i amb una capacitat suficient per a la magnitud del present projecte. Joomla!, que és un aplicatiu en origen dissenyat per a articles, permet distingir clarament entre els propis continguts (els articles) i el disseny de l'entorn web.

Per tant, els mitjans necessaris per dur a terme aquest projecte, que són essencialment humans, són:

1. El propi equip docent per dirigir les accions que s'han descrit anteriorment.
2. Una estudiant que té coneixement de les disciplines de petrologia i mineralogia i que dona suport tècnic pel que fa a la cerca d'informació, l'elaboració de textos i taules i la fotografia.
3. La Unitat de Suport a la Docència (UB) que dona suport en l'elaboració de figures i diagrames.
4. La unitat de Tecnologies (UB) que dona suport en la confecció d'un material informàtic (web interactiu).

Com a recursos s'ha comptat amb:

1. El fons bibliogràfic de la biblioteca de la Facultat de Geologia
2. Aparells de fotografia digital
3. Col·leccions de minerals del Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits minerals (UB)
4. Col·leccions de roques del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció geològica (UB)
5. Col·lecció de minerals i/o roques específica a la UPC de Manresa



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

6. Museu de minerals i el seu us industrial de Manresa (<http://www.geomuseu.upc.edu/>)

7.4. El sistema de classificació proposat: l'exemple de les roques ígnies

A partir de la discussió i la posada en comú del conjunt de classificacions recollides s'han establert dos grans blocs: el primer permet fer una classificació general de les roques ígnies (plutòniques, hipabissals i volcàniques) a partir de criteris com el lloc de refredament, la profunditat d'emplaçament, la textura, el contingut en sílice i l'índex de color (Taula 2). El segon bloc aglutina totes les classificacions que permeten donar nom a les roques ígnies basant-se en el percentatge de minerals, el percentatge en òxids o altres criteris (Taula 2). Aquesta última permet detallar més la classificació de les roques, i per tant, per tal que l'estudiant pugui accedir a aquest segon bloc de classificacions, cal que prèviament s'hagi familiaritzat amb els continguts primer bloc i hagi adquirit un coneixement més ampli dels components. Aquestes classificacions estan basades en Cox, 1979; Hughes, 1982; Middlemost, 1985; Hall, 1987; Wilson, 1989; Raymond, 1994; Banda i Torné, 1999; Tarbuck i Lutgens, 2000; Winter, 2001; Le Maitre, 2002).

II.4.	I. Criteris de classificació de les roques ígnies
II.5.	Classificació basada en el lloc de refredament
II.6.	Classificació basada en la profunditat de l'emplaçament
I.3.	Classificació basada en la textura
I.4.	Classificació basada en el contingut en SiO ₂
I.5.	Classificació basada en l'índex de color
II. Nomenclatura de les roques ígnies	
II.1.	Classificació bàsica de les roques plutòniques i volcàniques
II.2.	Classificació d'Streckeisen
II.3.	Classificació química de les roques volcàniques



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Taula 2: Criteris generals de classificació i nomenclatura de les roques ígnies usades en el projecte.

7.4.1. Descripció dels continguts

Classificacions de les roques ígnies basada en el lloc de refredament

El refredament dels magmes que ha de donar lloc a la formació de les roques ígnies es pot donar tant a l'interior de la Terra com a la superfície. Són diversos els factors que determinen on es consolidarà i refredarà un magma, com la composició, el volum, la dinàmica terrestre, ...

Segons el lloc de refredament, les roques ígnies es classifiquen en: *intrusives* (plutòniques i hipabissals o hipoabissals) i *extrusives* (volcàniques). Per reconèixer si una roca és intrusiva o extrusiva cal fixar-se en com són les relacions espacials entre la roca ígnia amb la roca encaixant, és a dir com és el contacte entre ambdues roques.

Roques intrusives

Les roques intrusives són les que provenen del refredament d'un magma a l'escorça o al mantell. A l'interior de la Terra, el magma envaeix o penetra en la roca encaixant, bé empenyent-la cap enfora o bé a través de plans de discontinuïtat (fractures, estratificació, ..). El contacte que hi ha entre ambdues roques s'anomena intrusiu. La forma i la mida dels cossos intrusius és molt variable (vegeu classificació 7.1.2).

Roques extrusives



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Les roques extrusives són les que provenen del refredament d'un magma en superfície, ja sigui sota làmina d'aigua o d'aire. El magma que arriba a la superfície es disposa per damunt d'un substrat. Poden presentar gran varietat de formes (vegeu classificació 7.1.2). El reconeixement de les roques extrusives recents no representa cap problema atenent als criteris descrits, en canvi, en roques antigues atès que poden tenir altres roques disposades al damunt, aleshores cal atendre a altres criteris com el tipus d'emplaçament (vegeu classificació 7.1.2) o el tipus de roca (vegeu classificació 7.1.3) per identificar-les.

Classificacions de les roques ígnies basada en la profunditat d'emplaçament

En funció de la profunditat on s'emplaça i refreda el magma les roques ígnies es poden classificar en: *plutòniques*, *hipabissals* o hipoabissals o subvolcàniques i *volcàniques*. Per reconèixer si una roca és plutònica, hipabissal o volcànica cal fixar-se en la morfologia i lloc on es refreda el magma.

Plutòniques

Les roques plutòniques són intrusives, solidifiquen i s'emplacen a l'interior de l'escorça a grans fondàries i formen cossos de morfologies diverses. S'originen amb un refredament lent, en zones profundes de l'escorça. Les morfologies més freqüents són (Taula 3):

Batòlit	Cos irregular d'una extensió de centenars de km i un guix de fins a 8 km.
Plutó	Cos d'una extensió de desenes a centenars de km i un gruix de 2-3 km.
Lacòlit	Cos lenticular de diversos km d'extensió (<10km de diàmetre i algun centenar de metres de gruix), que presenta una base plana i sostre convex.

Taula 3: Morfologies principals dels cossos de roques plutòniques.

Hipabissals o hipoabissals (subvolcàniques)



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Les roques hipabissals són intrusives, solidifiquen i s'emplacen a l'interior de l'escorça a poca fondària i reben diferent noms segons la morfologia del cos. S'originen en zones de menor profunditat. Les morfologies més freqüents són (Taula 4):

Lacòlit	Cos lenticular de diversos km d'extensió (<10km de Ø i algun centenar de metres de gruix). Presenta una base plana i sostre convex.
Sill	Cos subhoritzontal, concordant, tabular. La mida varia de pocs metres a desenes de gruix.
Dic	Cos tabular discordant, generalment vertical, i que varia de desenes a centenars de metres de longitud.

Taula 4: Morfologies principals dels cossos de roques hipabissals.

Volcàniques

Les roques volcàniques són extrusives, solidifiquen ràpidament i s'emplacen sempre a l'exterior de l'escorça en forma de (Taula 5):

Colada de lava	Massa fluida de lava que surt d'un cràter i que s'estén tot baixant, pel pendent del con volcànic, per la plana o depressió fins que s'immobilitza per refredament i es consolida.
Con volcànic	Cos rocós format per l'acumulació de laves i/o piroclasts al voltant d'una font d'emissió volcànica, de forma cònica truncada i sovint esportellat, segons el tipus de vulcanisme a què pertany.
Dipòsit piroclàstic	Dipòsit primari constituït per partícules sòlides de diferents mides que surten dels volcans.

Taula 5: Morfologies principals dels cossos de roques volcàniques.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Classificacions de les roques ígnies basada en la textura

La textura d'una roca ígnia descriu com són els components (cristalls, vidre, vesícules) que la constitueixen i quines són les relacions entre els grans. Les textures de les roques ígnies donen informació indispensable per conèixer les condicions de formació, l'ordre de cristal·lització dels minerals i, eventualment, i la seva història posterior. La identificació de les textures de les roques ígnies permet fer classificació preliminar de les roques en: *plutòniques*, *hipabissals* i *volcàniques* (làviques i piroclàstiques)

Per caracteritzar la textura d'una roca ígnia es tenen en compte quatre aspectes: la cristal·linitat, la granularitat, la forma i mida dels cristalls i les relacions mútues dels cristalls.

Textures de les roques plutòniques

Les textures que presenten són pròpies de roques que han cristal·litzat molt lentament a partir d'intrusions magmàtiques (Taula 7).

Textura	Descripció
Holocristal·lina	La totalitat de la roca està constituïda per cristalls
Fanerítica	Tots els cristalls es veuen a ull nu
Granular	Inclou els conceptes d'holocristal·lina, fanerítica i, en general, equigranular
Equigranular	Generalment els cristalls tenen mida similar, dins d'un mateix ordre de magnitud
Inequigranular	Els cristalls tenen mides de grans diferents

Taula 7: Principals textures de les roques plutòniques.

Textures de les roques hipabissals

Les textures que presenten són pròpies de roques que han cristal·litzat pròximes a la superfície, en dics o sills, amb una primera fase de refredament lent seguit d'una fase ràpida (Taula 8).



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Textura	Descripció
Holocristal·lina	La totalitat de està constituïda per cristalls
Hipocristal·lina	La roca està constituïda part per cristalls i part per vidre
Afanítica	Els cristalls no es veuen a ull nu
Inequigranular	Els cristalls tenen mides de grans diferents
Porfírica	Presència de dues poblacions de cristalls: els de mida de gra grossa (fenocristalls) i els mida de gra més fina (matriu)

Taula 8: Principals textures de les roques hipabissals.

Textures de les roques volcàniques

Roques de tipus làvic

Les textures que presenten són pròpies de roques que han cristal·litzat en medi subaeri o subaquàtic a partir de la lava refredada molt ràpidament (Taula 9).

Textura	Descripció
Holohialina	La totalitat de la roca està constituïda per vidre
Hipohialina	La roca està constituïda part per cristalls i part per vidre
Holocristalina	La totalitat de la roca està constituïda per cristalls
Afanítica	Els cristalls no es veuen a ull nu
Porfírica	Presència de dues poblacions de cristalls: els de mida de gra grossa (fenocristalls) i els mida de gra més fina (matriu)
Afírica	Inclou els conceptes d'afanítica i equigranular
Vesicular	La roca presenta vesícules
Víttria	La roca conté proporcions variables de vidre

Taula 9: Principals textures de les roques volcàniques làviques.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Roques de tipus piroclàstic

Les textures que presenten s'han produït per processos volcànics, altament explosius, que produeixen fragments de roca, de vidre i/o minerals (Taula 10).

Descripció	Textura
La roca està formada per fragments de roca, de vidre i/o minerals, de mides variables soldats	Piroclàstica

Taula 10: Principals textures de les roques volcàniques piroclàstiques.

Classificació de les roques ígnies basada en el contingut en sílice (SiO₂)

Les roques ígnies es poden classificar segons el contingut (en % en pes) de SiO₂ present a la roca. El contingut en SiO₂ permet classificar les roques ígnies en (Taula 11):

Tipus	Descripció
Àcides	El contingut en SiO ₂ és superior al 66%
Intermèdies	El contingut en SiO ₂ està entre el 52% i el 66%
Bàsiques	El contingut en SiO ₂ està entre el 45% i el 52%
Ultrabàsiques	El contingut en SiO ₂ és inferior al 45%

Taula 11: Classificació de les roques ígnies segons el seu contingut en % en pes de sílice (SiO₂).

Els termes bàsic i àcid aplicats a les roques ígnies només fan referència al contingut en SiO₂, i no tenen res a veure amb el concepte de pH.

Classificació de les roques ígnies basada en l'índex de color

L'índex de color és el percentatge en volum aproximat de minerals màfics (minerals amb ferro i/o magnesi) que hi ha en la roca en relació a la totalitat de minerals. Es consideren minerals màfics o foscos, la mica negra, l'amfibol, el piroxè i l'olivina. En contraposició als minerals màfics hi ha els minerals fèlsics (minerals de silici i/o potàssi), clars, que són el quarz, els feldspats (plagioclasi, ortosa, sanidina), els feldspatoides i la moscovita.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

L'índex de color permet classificar les roques ígnies en (Taula 12).

7.5. El disseny de l'entorn web amb Joomla!

En el marc del present projecte s'està dissenyant un entorn web en què l'usuari pot accedir bé a les classificacions de les roques ígnies (veure secció 7.4.) en funció de les característiques d'aflorament, texturals o químiques, o bé directament a la nomenclatura de les roques ígnies.

Tipus de roca	Descripció
Leucocràtiques o fèlsiques	el volum de minerals màfics és inferior al 35%
Mesocràtiques o mafèlsiques	el volum de minerals màfics està entre el 35% i el 65%
Melanocràtiques o màfiques	el volum de minerals màfics està entre el 65% i el 90%
Ultramàfiques	el volum de minerals màfics és superior al 90%

Taula 12: Classificació de les roques ígnies segons l'índex de color.

S'ha optat pel disseny d'un entorn web (Fig. 1) enfront d'altres possibilitats, aparentment més simples, com són els diagrames de flux, pels motius següents: els llibres i articles (en format paper i virtual) de consulta general sobre les classificacions de les roques mostren diversos criteris de classificació. És molt freqüent l'ús de diagrames de flux (o claus dicotòmiques) en la identificació i classificació de roques (García et al., 1993; Cruz, 1996; Pozo et al., 2004; Ferrer et al., 2006; Rodrigo et al., 2008; ...). Tanmateix, atesa l'enorme dispersió genètica dels diferents tipus de roques, no s'ha dissenyat fins al moment un diagrama de flux integral generalment acceptat que permeti englobar i distingir tots els tipus de roques; existeixen diverses propostes utilitzades per a grups o subgrups específics de roques. En la nostra opinió, l'ús d'un diagrama de flux únic en la identificació petrològica no genera una bona interrelació entre l'observació-identificació simple i els aspectes genètics teòrics intrínsecs a cada roca, ja que focalitza excessivament els paràmetres d'observació i perd de vista la globalitat. Els



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

diagrames de flux són generalment excloents, de manera que la presa d'un camí erroni en algun punt del diagrama (fet habitual en algunes entrades ambigües, com per exemple: roca homogènia o heterogènia?) porta a un resultat final totalment equivocat. Finalment, els diagrames de flux habituals no contemplen els paràmetres d'observació a escala d'aflorament; obliden, per tant, el principal concepte d'identificació entre els tres grups de roques (les condicions de jaciment).

The screenshot displays a web application with three main sections, each with a green header and a sidebar on the left. The first section, 'Clasificación de las rocas ígneas basadas en el tipo de enfriamiento', lists various rock types under 'Rocas ígneas intrusivas' and 'Rocas ígneas extrusivas'. The second section, 'Clasificación de las rocas ígneas basadas en el tipo de enfriamiento', includes a diagram of a volcano showing magma rising from the mantle to the surface. The third section, 'Rocas volcánicas', features two photographs of volcanic rocks: a dark, conical volcano and a rocky, ash-covered landscape.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Figura 1: Aspecte del disseny del lloc web amb Joomla! (apartat de roques ignies).

7.6. Conclusions

La necessitat de la creació d'una eina integral per a l'estudi i la classificació de les roques ha portat a la constitució i consolidació d'un equip docent interdisciplinari i interuniversitari, format per professors amb una llarga carrera docent i coneixement de la matèria, i un coneixement del món de l'empresa i de l'educació de Secundària i Batxillerat, i per alumnat de elevat nivell. Aquest equip desenvolupa una actuació docent que incideix en la millora dels aprenentatges universitaris en l'àmbit de la petrologia i de la mineralogia, que podrà tenir una important repercussió en els futurs graduats i titulats que treballaran en el camp de les ciències de la Terra. També, en podran fer ús d'aquesta eina, el professorat de secundària i batxillerat i els docents i professionals que ho requereixin.

Aquesta eina de treball integra les classificacions de roques, més usuals, locals o obsoletes, traduïda a tres idiomes (català, castellà i anglès), rica en imatges de minerals i roques i que inclou textos simples, clars i concisos, on es presenten els trets més rellevants que cal conèixer per realitzar un bon estudi i classificació dels tipus de roques principals.

Aquesta eina de treball es recull en un document escrit (pdf), tot i que la idea concebuda globalment és la d'un producte informàtic interactiu que pot tenir diferents formats de sortida (Campus Virtual de la Universitat de Barcelona, Open Ware Course-Atenea de la Universitat Politècnica de Catalunya, CD/DVD). També es contempla l'edició dels sistemes de classificació en format pòster per distribuir i l'exposició a les aules universitàries, de Batxillerat i de Secundària. L'edició en suport informàtic (CD) és una eina desvinculada de la xarxa i presentada en un format interactiu i de fàcil maneig. Això permet un accés directe i



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

lliure a aquest material, que per tant, no queda restringit només als alumnes de la UB-UPC, sinó també podrà estar a l'abast de persones no vinculades a la universitat (professors i estudiants de Batxillerat i Secundària, professionals, persones interessades en general, ...).

Totes aquestes característiques fan d'aquesta eina un sòlid i potent instrument d'autoaprenentatge que permetrà tant la millora en el rendiment dels alumnes d'estudis superiors com un suport didàctic per a docents i professionals.

Per tal de poder fer l'avaluació d'aquest material didàctic caldrà esperar a la seva implementació en els ensenyaments de Grau i de Màster (Taula 1). Durant el curs 2012-13. Els instruments d'avaluació que ens proposem utilitzar seran: el nombre de descàrregues (o possibles vendes) d'aquest material; els resultats acadèmics (notes) de les assignatures involucrades, atès que un cop posat a l'abast dels estudiants el material de treball que s'està elaborant, es podrà valorar la seva eficàcia en l'aprenentatge i la millora docent al cap de possiblement dos cursos acadèmics; i, els resultats de les enquestes realitzades institucionalment als estudiants, així com a través de la consulta directa als mateixos usuaris del material. Es preveu dissenyar una enquesta pròpia que serà adjuntada al material docent elaborat presentat per tal d'obtenir comentaris i opinions directes dels propis usuaris; aquesta enquesta també ha d'anar adreçada als mateixos professors involucrats en la docència d'aquestes assignatures, per tal d'analitzar també les dificultats per part del professorat de transmetre aquests continguts a estudiants de perfils tan diferents.

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Banda, E. i Torné, M. (1999). *Geologia*. Grup Promoror Santillana, Barcelona, 295 pp.

Cox, K.G. (1979). *The Interpretation of Igneous Rocks*. Chapman and Hall, 450 pp.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Cruz, E.M. (1996). Las rocas ígneas: una propuesta para su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(3): 191-194.

Ferrer, M.; Bonafeu, M.D.; Costa, M; Estrada, M. i Roger, E. (2006). *Ciències de la Terra i del medi ambient*. Castellonou Edicions, 384 pp.

García, E.; Sequeiros, L. i Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la Geología de campo en Educación Secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(1): 11-18.

Hall, A. (1987). *Igneous petrology*. Universitat de Michigan, Longman Scientific & Technical, 573 pp.

Hughes, C. J. (1982). *Igneous Petrology. Developments in petrology 7*. Elsevier Scientific Publications, Amsterdam, 551pp.

Le Maitre, R. W. (Ed., 2002). *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms, Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommittee of the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, 236 pp.

Middlemost, E.A.K. (1985). *Magmas and magmatic rocks: an introduction to igneous petrology*. Longman eds. London, New York, 266pp.

Raymond, L.A. (1994). *Petrology: The study of igneous, sedimentary and metamorphic rocks*. Brown Ed., Dubuque, 742 pp.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Rodrigo, A.; Lozano, R.P. i Baeza, E. (2008). Talleres didácticos en el Museo Geominero (IGME, Madrid): identificación de fósiles, minerales y rocas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(1): 92-98.

Pozo, M.; González, J. i Giner, J. (2004). *Geología práctica. Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas*. Pearson Prentice Hall, Madrid, 305 pp.

Tarbuck, E.J. i Lutgens, F.K. (2000). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la Geología Física*. Prentice Hall, Madrid. 562 pp.

Wilson, M. (1989). *Igneous petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. Springer, 466 pp.

Winter, J. D. (2001). *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall, 697 pp.

9. AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha dut a terme en el marc del projecte d'Innovació Docent 2011PID-UB/72 i en els Grups d'Innovació Docent del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica 2006GIDC-UB/01 i de Mineralogia i Òptica Mineral 2006GIDG-UB/30, i en el Grup de Treball G-GRIMS (Grup de Geoquímica, Roques Ígnies, Metamòrfiques i Sedimentàries) de la Universitat de Barcelona.