



**Ikastorratza, e-Revista de Didáctica**, es una revista en formato digital que publica artículos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de Internet y bajo la licencia Creative Commons.

**Ikastorratza, e-Revista de Didáctica**, es una publicación seriada, gratuita y libre de ser impresa que cada seis meses divulga artículos científicos, propuestas didácticas y artículos de opinión sobre cuestiones relativas al mundo de la didáctica.

**Ikastorratza, e-Revista de Didáctica**, asume como objetivo principal la difusión del conocimiento pedagógico y de metodologías didácticas que favorezca la expansión de prácticas de educativas efectivas.

**Ikastorratza, e-Revista de Didáctica**, es una revista bilingüe, abierta a propuestas de autores y autoras que deseen publicar trabajos inéditos tanto en euskara como en castellano.

# IKASTORRATZA. Didaktikarako e-aldizkaria

**IKASTORRATZA. e-journal on Didactics**

## IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica

ISSN: 1988-5911 (Online) Journal homepage: <http://www.ehu.es/ikastorratza/>

### Praktika zientifikoen integrazioa sustatzen: geologia ikasgeletan

Graciela Ponce-Antón 

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
[graciela.ponce@ehu.es](mailto:graciela.ponce@ehu.es)

To cite this article:

Ponce-Antón G. (2023). *Praktika zientifikoen integrazioa sustatzen: geologia ikasgeletan*. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 31, 76-114. DOI: 10.37261/31\_alea/4

To link to this article:

[https://doi.org/10.37261/31\\_alea/4](https://doi.org/10.37261/31_alea/4)

Published online: 30 Sept. 2023

# Praktika zientifikoek integratzea sustatzen: geologia ikasgeletan

## *Promoting the integration of scientific practices: geology in the classrooms*

Graciela Ponce-Antón 

Geologia Saila

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

[graciela.ponce@ehu.eus](mailto:graciela.ponce@ehu.eus)

### Laburpena

Derrigorrezko hezkuntzan zehar praktika zientifikoak ikasgelan integratzea, geologiaren ikaskuntza sustatzea eta ikasleen zientziakiko jarrera hobetzea helburu duen esperientzia aurkezten du lan honek. Horretarako, geosferarekin eta mineralekin lotutako edukiak modu aktiboan lantzeko sekuentzia didaktiko bat diseinatu eta gauzatu da. Lortutako emaitzek erakusten dute ikasleen zientziakiko jarrera hobetu egin dela, eta agerian jartzen dute geologiaren ikaskuntza aktiboa sustatzeko jarduerak implementatu behar direla.

**Hitz gakoa:** Praktika zientifikoak, zientzia, geologia, mineralak, geosfera, jarrerak.

### Abstract

This study presents an experience aimed at promoting the integration of scientific practices in the classroom during compulsory education, promoting the learning of geology and help to improve students' attitude towards science. To this end, a didactic sequence was designed and carried out to address contents related to the geosphere and minerals in an active way. The results show an improvement in the students' attitudes and highlights the need to introduce activities that encourage active learning in geology.

**Key words:** Scientific practices, science, geology, minerals, geosphere, attitudes.

## 1. Sarrera

Komunitate zientifikoak praktika zientifikoak erabiltzen ditu ezagutza zientifikoa eraikitzeko. Ildo horretan, Kuhn eta Pearsall (2000) autoreekin bat etorriz, derrigorrezko hezkuntzan zientzien ikaskuntza praktika zientifikoekin artikulatuta sustatzeko beharra dago; izan ere, ikasleei beren ingurunea hobeto ulertzen laguntzeaz gain, zientziekiko jarrera positiboa garatzen laguntzen die.

Praktika zientifikoek berekin dakarte ikasleen parte-hartze aktiboa eta jarduera zientifikoan garrantzitsuak diren trebetasunak garatzea, besteak beste, modelizazioa, argudiaketa eta ikerketa prozesuen integraziotik abiatuta (Jiménez-Aleixandre eta Crujeiras, 2017; Muñoz Campos *et al.*, 2020). Modelizazioak funtsezko eginkizuna du zientzien irakaskuntza-ikaskuntzan. Modelizazio-prozesuan ereduak sortu, berrikusi eta erabiltzen dira ikuspegi dinamiko eta sortzaile batetik, non eredu bat objektu edo fenomeno baten irudikapentzat hartzen da egoerak deskribatzeko, azaltzeko edo aurreikusteko (Acevedo-Díaz *et al.*, 2017; Justi, 2006). Ikasleak modelizazio-praktiketan sartzeak hartzaile aktibo gisa kokatzen ditu eta praktika zientifikoan inplikatzeko dituzte, probaturiko eredu batetik abiatuta hipotesiak eta aurreikuspenak formulatuz (Acher, 2014; Oliva, 2019). Argudiaketa landuz, ikasleek alde aurreko ezagutzak ebaluatu eta erabiltzen dituzte beren erantzunak justifikatzeko eta eredu zientifikoak erabiltzea eskatzen duten ondorioak garatzeko (Bravo eta Jiménez Aleixandre, 2014; Martínez Bernat *et al.*, 2019). Azkenik, ikerketa praktika zientifikoak ikasleek galdera eta kontzeptu zientifikoak identifika ditzaten laguntzen du, baita zientziako edukien garapena eta azalpen zientifikoaren adierazpena ere (NRC, 2012).

Hala ere, ikasleek aspergarritzat eta alferrikakotzat hartzen dituzte zientziak eta horrek sortzen duen pertzepzio negatiboak eragina du derrigorrezko irakaskuntzan zehar zientzien aurrean duten jarreran; hortaz, beharrezkoa da esku hartzea haiekiko jarrera negatiboa izan aurretik (Robles *et al.*, 2015; Vázquez eta Manassero, 2008). Ildo horretan, Bigarren Hezkuntzako ikasleek geologiaren aurrean dituzten jarrerei buruzko ikerketa batek jakinarazten du ikasleek jarrera negatiboagoak erakusten dituztela geologiarekiko, beste zientzia batzuekiko baino (Zamalloa eta Sanz, 2023). Bestalde, Euskal Autonomia Erkidegoan (EAE) Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako (DBH) zientzietako irakasleen profil akademikoa eta geologiarekiko jarrera aztertzeke egindako ikerketen arabera, DBHko zientzietako irakasle gehienek geologiarekin loturarik ez duen hasierako

prestakuntza dute eta ez dira seguru sentitzen geologia irakasten (Casas *et al.*, 2016; Zamalloa *et al.*, 2014). Evagorou *et al.* (2014) eta Pepitone *et al.* (2019) autoreekin bat etorritik, irakasleen hasierako prestakuntzan zientziakiko jarrera positiboak sustatzea funtsezkoa da. Irakaskuntza-prozesuan irakasleen motibazioa funtsezkoa da praktika aktiboak ikasgelan integratzeko, ikaskuntza dinamiko eta sortzaile bat sustatzeko, baita ikasleei motibazio-guneak errazteko ere (Keles eta Batal, 2017).

Bestalde, kontuan hartu beharreko beste alderdi bat geologiako edukiak testuliburuetan nola lantzen diren da. Derrigorrezko irakaskuntzan geologia aztertzeari dagokionez, lantzen diren lehenetariko edukiak mineralekin lotutakoak dira; beraz, Pedrinaci *et al.* (2013)-rekin bat etorritik, horien ezagutza oinarrikoa da alfabetatze zientifiko egokia lortzeko. Hala ere, Laita *et al.* (2018) eta Mazas *et al.* (2018) bezalako lanek agerian uzten dute ez dagoela garapen progresiborik mineral-ereduaren sakontzean. Izan ere, mineralen eraketa, propietateak eta erabilerak modu independentean lantzen dira kontzeptu hauek elkarrekin erlazionatu gabe. Halaber, funtsean mineralak teorikoki lantzeak eta mineralaren kontzeptuaren definizioen aniztasunak, baita testuliburuetan duten transposizio didaktikoak ere, mineral-ereduaren garapena zaildu egiten du (*e.g.* Mateo *et al.*, 2017; Monteiro *et al.*, 2012). Hortaz, mineral bat definitzen duten oinarriko alderdiak ezagutzea zailtzen du, hau da, mineralek barne-egitura eta konposizio kimiko zehatz bat dutela.

Alderdi horiek eragin zuzena dute ikasleek Geologia Graduan izena ematea erabakitzean eta, ondorioz, herritarrek etorkizuneko geologiako profesional izateko jasotzen duten prestakuntzan. Ildo horretan, Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) Geologiako Graduan lehenengo aukera gisa egindako aurreinskripzio berriko matrikulak % 40ra baino ez dira iritsi azken urteetan (UPV/EHU, 2023).

Hala, lana irakasleei geologia ikasgeletan modu aktiboan lantzeko esperientzia praktikoak, praktika zientifikoekin artikulatuak, errazteko beharraren aurrean gauzatu da. Lan honek hiru helburu nagusi ditu: (1) ikasgelan praktika zientifikoaren integrazioa sustatzea, (2) geologiaren ikaskuntza sustatzea eta (3) ikasleen zientziakiko jarrera hobetzea. Horretarako, geologiaren funtsezko atal diren geosferarekin eta mineralekin lotutako edukiak ikasgelan modu aktiboan konektatzeko sekuentzia didaktiko bat jasotzen duen esperientzia bat aurkezten da.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Ikasgelako testuingurua**

Esperientzia hau 2021-22 ikasturtean jarri zen abian landa-eremuan dagoen Valdejalón eskualdeko ikastetxe publikoa batean (Zaragoza, Aragoi). Esperientzia Biologia eta Geologia ikasgaiko DBHko 1. mailako gela batean gauzatu zen, hamabost ikasleko talde batekin (zortzi neska eta zazpi mutil).

Azpimarratzekoa da, COVID-19aren pandemiaren ondoriozko osasun-egoera zela eta, esperientzia hau garatu ahal izan zela segurtasun eta higiene neurri egokiak hartu ondoren eta ikastetxeak ezarritako burbuila taldeak mantenduta.

### **2.2. Edukiak**

Esperientzian landutako edukiak batez ere mineralekin lotutakoak izan dira; horien propietate fisikoak eta erabilerak. Esperientzia ikasleak DBHko 1. mailako Biologia eta Geologia ikasgaiko «*Lurra Unibertsoan*» 2. multzoaren edukiei («*Geosfera. Azal, mantu eta nukleoaren egitura eta konposizioa. Mineralak: beren propietateak, ezaugarriak eta erabilerak*») heldu zieten unean gauzatu zen. Landutako edukiak Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako curriculuma onartu eta Aragoiko Autonomia Erkidegoko ikastetxeetan aplikatzeko baimena ematen zuen maiatzaren 26ko ECD/489/2016 Aginduak zehaztutako curriculumean ezarritakoak izan ziren.

### **2.3. Datuak biltzeko tresnak**

Datuak biltzeko tresna gisa *ad hoc* egindako bi galdetegi, ikasleek egindako ekoizpenak eta ikasleen iruzkinen oharrak erabili dira.

Lehenengo galdetegia, erantzun irekiko eta erantzun itxiko hamar itemez osatua, ikasleek geosferari eta mineralei buruz zituzten ezagutzak eta aurretiazko ideiak jakiteko erabili zen (GAI, 1. taula). Ejarque *et al.* (2016)-en arabera aurretiazko ideiak «*ikasleek gai jakin bati buruz dituzten kontzeptuak dira, azalpen zientifikoaz bestelako modu batean fenomenoak interpretatzen eta erantzuten laguntzen dietenak*». Ikasleek txikitatik garatzen dituzte aurretiazko ideiak, urteetan zehar gorde ditzaketanak, eta zentzumen- eta pertzepzio-prozesuen edo gizarte-sinesmenen bidez ez ezik, hezkuntza formalean ere sor daitezke irakasleek eta testuliburuek emandako azalpenetatik; beraz, aurretiazko ideiak identifikatzeak ikaskuntza sendotuak eta akatsik gabekoak eraikitzea ahalbidetzen du

(Cañal *et al.*, 2016; Baena Nogueras eta Gutiérrez Pérez, 2012; Calixto Flores eta García Ruiz, 2011; Carrascosa, 2005; Ramos *et al.*, 2001).

Bigarren galdetegia, Likert eskala batean oinarritua, ikasleen zientziarekiko jarrera ezagutzeko erabili zen (G<sub>J</sub>). Galdetegia hiru itemez osaturik zegoen: (1) *Motibatuta sentitzen naiz zientziak ikasten ditudanean*, (2) *Zientziari buruz jakitea nire egunerokotasunerako garrantzitsua dela uste dut* eta (3) *Hobeto ulertzen dut irakasleak azaltzen duena nire eskuekin ukitu dezakedanean edo esperimenduak egiten ditudanean*; eta bost mailako balorazio-eskala batean banatuta zegoen: *beti, ia beti, batzuetan, gutxi, ia ezer ez* (2. taula).

**1. taula.** Ikasleen aurretiazko ideiak ezagutzeko erabilitako galdetegia (G<sub>AI</sub>).

Itemak	Erantzun mota	
Lurra material desberdinez osatuta dago?	Itxia	Egia
		Gezurra
Lur planetak badu nukleorik?	Itxia	Egia
		Gezurra
Badakizu zer den lurrazala?	Itxia	Bai
		Ez
Badakizu zertarako balio duten mineralek?	Itxia	Bai
		Ez
Zure erantzuna baiezkoa bada, esango zenidake zertarako balio duten?	Irekia	
Non ikusi dituzu mineralak?	Irekia	
Zer da geosfera?	Irekia	
Zer da mineral bat?	Irekia	
Geosfera marraztu	Irekia	
Mineral bat marraztu	Irekia	

**2. taula.** Ikasleen zientziarekiko jarrerari buruzko galdetegia (G<sub>J</sub>). \*: Zientziarekiko jarrerari buruzko amaierako galdetegian (G<sub>AI</sub>) ikasleek askatasunez adierazteko jarritako hutsunea.

	Beti	Ia beti	Batzuetan	Gutxi	Ia ezer ez
Motibatuta sentitzen naiz zientziak ikasten ditudanean					
Zientziari buruz jakitea nire egunerokotasunerako garrantzitsua dela uste dut					
Hobeto ulertzen dut irakasleak azaltzen duena nire eskuekin ukitu dezakedanean edo esperimenduak egiten ditudanean					
* Zerbait kontatu nahi didazu? Senti zaitetz aske!					

Zientziekiko jarrerari buruzko galdetegia ( $G_J$ ), bai sekuentzia didaktikoa praktikan jarri aurretik, (aurrerantzean zientziekiko jarrerari buruzko hasierako galdetegia ( $G_{HJ}$ )), bai sekuentzia didaktikoa praktikan jarri ondoren (aurrerantzean zientziekiko jarrerari buruzko amaierako galdetegia ( $G_{AJ}$ )), egin zen. Jarrerari buruzko hasierako galdetegia osatzen zuten itenez gain, jarrerari buruzko amaierako galdetegian ikasleak askatasunez hitz egiteko hutsune bat ere jarri zen.

### **3. Sekuentzia didaktikoaren garapena**

#### ***3.1. Sekuentzia didaktikoaren diseinua***

Sekuentzia didaktikoa diseinatzeko, ikasleen aurretiazko ezagutzak eta ideiak kontuan hartu dira.

Sekuentzia didaktikoak 55 minutuko sei ikaskuntza-saiotan garatu zen eta ikasgelan modelizazioa, argudiaketa eta ikerketa praktika zientifikoak integratzeko zortzi jardueraz osatua dago (3. taula):

- Nire sormena hegan! (1. J)
- Esperimentatzen! Geosferaren modelizazioa (2. J)
- Mohs-en eskala (3. J)
- Gogortasuna (4. J)
- A ze para! Antzekoa antzekoarekin (5. J)
- Odol-mineralak (6. J)
- Pulpi-ko Geoda (7. J)
- Thanos-en eskularrua (8. J)

Halaber, irudiek zientzien irakaskuntza-ikaskuntza prozesuan duten garrantzia azpimarratu beharra dago. Irudiek eta ilustrazioek behaketa, identifikazioa, konparazioa eta sailkapena sustatzen dituzte (irudi deskribatzaileak) eta analisia, interpretazioa, hipotesiak ematea eta dedukzioa errazten dute (ereduen irudi argigarriak); horrez gain, eredu mental bat eraikitzen laguntzen dute (Gil Quílez eta Martínez Peña, 2005, Perales eta Jiménez, 2002). Bestalde, Gómez Llombart eta Gavidia Catalánek (2015) agerian uzten dute marrazkiak duen potentzialtasuna, ez bakarrik aurretiazko ideiak hautemateko, baita behaketa-prozesuak dituzten jardueretan ikaskuntza-erantzua lortzeko ere.

Horregatik, eta ikusten dena marrazki baten bidez ulertzeak eta sintetizatzeak geologian duen garrantzia dela eta (e.g. landa-behaketak edo mikroskopia petrografikoaren bidez egindako behaketak), jardueretan zehar arreta jarri da ikasleek beren marrazkiak egin ditzaten.

**3. taula.** Sekuentziaren tenporizazioa. IS: ikaskuntza-saioa. G<sub>AI</sub>: aurretiazko ideien galdetegia. G<sub>HJ</sub>: zientziekiko jarrerari buruzko hasierako galdetegia. G<sub>AJ</sub>: zientziekiko jarrerari buruzko amaierako galdetegia. J: jarduera.

Sekuentzia	Ikaskuntza-saioak					
	1. IS	2. IS	3. IS	4. IS	5. IS	6. IS
Aurretiazko ideien galdetegia	G <sub>AI</sub>					
Zientziekiko jarrerari buruzko hasierako galdetegia	G <sub>HJ</sub>					
Nire sormena hegan!	1. J					
Esperimentatzen! Geosferaren modelizazioa		2. J				
Mohs-en eskala			3. J			
Gogortasuna				4. J		
A ze para! Antzekoa antzekoarekin				5. J		
Odol-mineralak					6. J	
Pulpi-ko Geoda					7. J	
Thanos-en eskularrua						7. J
Zientziekiko jarrerari buruzko amaierako galdetegia						G <sub>AJ</sub>

### 3.2. Jardueren deskribapena

Proposatutako jarduera bakoitzean landu diren helburu espezifikoak 4. taulan jaso dira.

**4. taula.** Jarduera (J) bakoitzaren helburu espezifikoak.

Helburu espezifikoak	Jarduerak							
	1. J	2. J	3. J	4. J	5. J	6. J	7. J	8. J
Geosfera osatzen duten geruzak identifikatu								
Geosferaren geruza-egitura ulertu								
Habitua mineralen propietate fisiko gisa ulertu								
Distira mineralen propietate fisiko gisa ulertu								
Kolorea mineralen propietate fisiko gisa ulertu								
Gogortasuna mineralen propietate fisiko gisa ulertu								
Mineralek dituzten erabilerak ulertu								
Mineralak identifikatu								
Mineral-aldaerak identifikatu								
Iritzi propioa osatzeko gogoeta sustatu								
Talde-lana sustatu								
Sormena sustatu								
Irakurmena sustatu								



### 3.2.1. Nire sormena hegan! (1. J)

25 minutuko jarduera honetan ez da praktika zientifikorik erabiltzen; aitzitik, marrazkiaren bidez informazioa biltzen jarraitu nahi zen, ikasleen eredu mentala adierazteko modu gisa.

Horretarako, jarduera honetan ikasleek modu askean sortu behar zuten geosferari eta mineralei lotutako jardueren ekoizpenak jasoko zituen portfolioaren azala. Sormena irakaskuntzan funtsezko faktoreetako bat da hezkuntza-sisteman, ikasleen motibazioan eta haren ikaskuntza-prozesuan eragiten baitu (González, 2020; Pacherras eta Ramírez, 2021). Ildo beretik, sorkuntza-prozesuak funtzio kognitiboen elkarreragina eskatzen du, ideia berriak sortzeko, baita aurretiko ezagutzak lotu, aztertu eta interpretatzea ere (Elisondo eta Donolo, 2015; Moreno *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2021).

Bestalde, zientzien ikaskuntzan testuak ulertzea funtsezkoa denez, irakurzaletasuna sustatu da zientzia-fikziozko eleberriak aipatuta zientzia hurbilarazteko. Horretarako, portfolioaren azalak *Lurraren bihotzeraino (1864)* (frantsesetik: *Voyage au centre de la Terre*) izena izango zuela adierazi zen, Jules Verne idazlearen eleberri ezagunari erreferentzia eginez <sup>1</sup>.

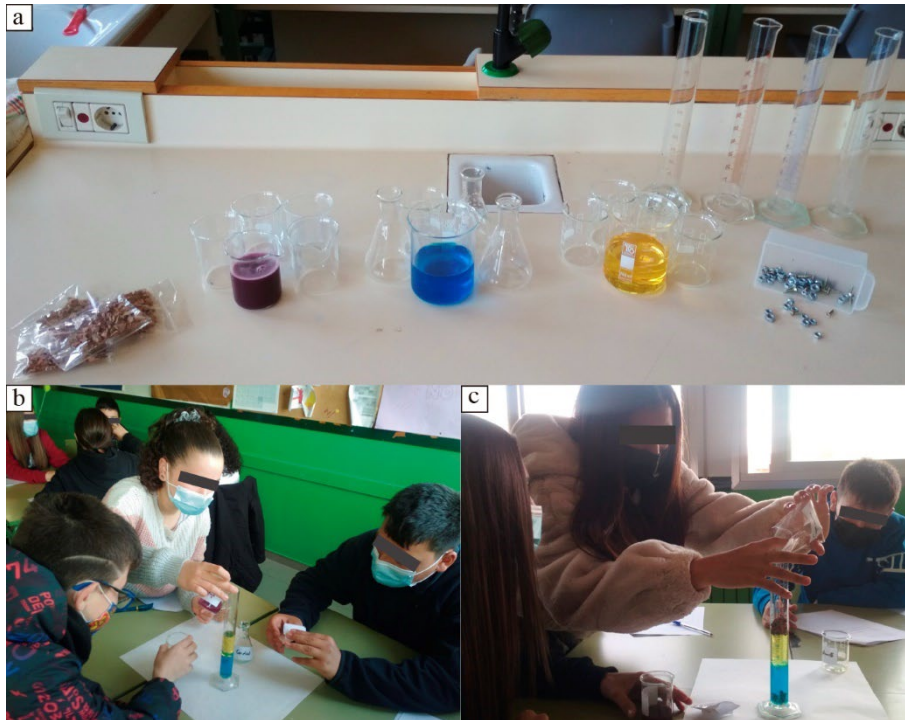
Portfolioko azala sortzeko, ikasleei honako hauek eman zitzaizkien: koloretako kartulinak, koloretako arkatzak, folioak eta itsasgarria. Ikasleei esan zitzaien etxean aldizkarien edo egunkarien ebakinak gehi zitzaketela.

### 3.2.2. Esperimentatzen! Geosferaren modelizazioa (2. J)

Jarduera 25 minutuan burutu zen, non geosferaren geruza-egitura zentrokidearen modelizazioa egin zen eredu geokimikoaren arabera, hau da, bere konposizioan oinarrituta: lurrazala, goi-mantua, behe-mantua, kanpo-nukleoa eta barne nukleoa. Geosfera prozesu desberdinek elkarri eragiten dioten sistema dinamikoa da; beraz, funtsezkoa da geosferaren egitura ezagutzea derrigorrezko hezkuntzan zehar geologia arloan ikasten diren eduki konplexuagoak ulertzeko. Prozesu horien artean Lurreko materialak eratzen dituztenak daude; besteak beste, mineralak.

---

<sup>1</sup> Emakumeak literaturan: George Sand idazlearen *Kristalean zeharreko bidaia (1864)* eleberria (frantsesetik: *Laura, Voyage dans le cristal*) ere erabili liteke.



**1. irudia.** Geosferaren modelizazioa. (a) Geosferaren modelizazioa egiteko erabiliko materiala. (b) eta (c) DBHko 1. mailako ikasleak geosferaren geruza-egitura modelizatzen.

Jarduera burutu ahal izateko, lehenik, ikasleak lau eta hiru laguneko taldetan banatu ziren. Talde bakoitzari material ezezagunak eman zitzaizkion, geosferako geruza desberdinei zegozkienak (1. irudia, 5. taula) eta ikasle bakoitzari fitxa bat (A Eranskina). Substantzia likidoak laborategiko benetako materialean eman zitzaizkien. Bestalde, ikasleek geosferaren geruzaren bat gairidimentsionatzen ote zuten ikusteko helburuarekin, emandako materialean ez ziren errespetatu geruza bakoitzaren benetako proportzio bolumetrikoak, hau da, ikasleei behar baino material gehiago eman zitzairen. Era berean, ikasleei adierazi zitzairen ez zela beharrezkoa emandako material guztia isurtzea.

Ondoren, talde bakoitzeko kide bakoitzak honako hau egin behar zuen:

- 1) Material desberdinak probetara isuri
- 2) Probetan zer gertatzen zen behatu
- 3) Gertatutakoa laburki azaldu emandako fitxan idatziz
- 4) Esperimentuaren emaitza fitxan marraztu
- 5) Geosferaren geruzak fitxan marraztu
- 6) Esperimentuaren emaitza geosferaren geruza-egiturarekin erlazionatu

**5. taula.** Emandako materialen eta geosferako geruzen arteko erlazioa.

Material ezezaguna	Material ezezaguna osatzen duten elementuak	Laborategiko materiala		Geosferaren geruza
Kortxo-geruza	Kortxo zatiak	-	Probeta	Lurrazala
Geruza horia	Ekilore-olio	Hauspeakin-ontzia		Goi-mantua
Geruza urdina	Ura + Elikadura-koloratzaile urdina	Hauspeakin-ontzia		Behe-mantua
Geruza gorria	Xaboi likidoa + Elikadura-koloratzaile gorria	Hauspeakin-ontzia		Kanpo-nukleoa
Geruza metalikoa	Azkoinak	-		Barne nukleoa

Emandako materialak zenbait dentsitatekoak zirenez, dentsitate handienetik txikienera jarri behar ziren probetan isuri hala, geosferaren geruza-egitura erreproduzitzen. Probetaren barruan, geruzen sekuentzia zuzena honela geratuko litzateke:

- Kortxo-geruza (probetaren goiko aldea)
- Geruza horia
- Geruza urdina
- Geruza gorria
- Geruza metalikoa (probetaren behealdea)

### 3.2.3. Mohs-en eskala (3. J)

25 minututan burututako jarduera honekin mineral baten eredu mentalaren eraikuntza landu nahi izan zen.

Zenbait gogortasuneko mineralak identifikatzea eta erlazionatzea funtsezkoa da gure eguneroko bizitzako objektuetan mineralek dituzten erabilerak ulertzeko eta erlazionatzeko. Mineral baten gogortasuna bere konposizio kimikoarekin eta barne-egiturarekin erlazionatuta dago (kristal-egitura), beraz, zenbait gogortasuneko mineralen existentziari heltzeak minerala definitzen duten bi alderdi horiek hobeto ulertzen lagunduko du. Adibide argigarri bat diamantea eta grafitoa dira. Biek konposizio kimiko bera dute (karbonoa, C) baina barne-egitura desberdina; ondorioz, gogortasun desberdinak sortzen dira, eta, beraz, erabilera desberdinak gure eguneroko bizitzan (ikus 5. J).

Alderdi horri heltzeko, ikasleek bere Mohs-en gogortasun-eskala propioa egin behar zuten. Mineralogiako laborategietan erabiltzen den eskala horrek mineral ezezagun baten gogortasun erlatiboa zehazten du; beste mineral batek marratzean duen erresistentziaren arabera. Horrela, Mohs-en gogortasun-eskalak erreferentziazko hamar mineral ditu, gogortasunaren arabera ordenatuta: 1-Talko, 2-Igeltsu, 3-Kaltzita, 4-Fluorita, 5-Apatito, 6-Ortosa, 7-Kuartzo, 8-Topazio, 9-Korindoi eta 10-Diamante (gogortasun txikienetik handienera, hurrenez hurren).

Eskala sortzeko, koloretako arkatzak, itsasgarria eta bi fitxa eman zitzaizkien ikasleei: (I) lehenengoan eskalaren gogortasun-eskalaren balioak eta eskala osatzen duten mineralak agertzen ziren, eta bestean (II) gogortasun-eskalaren balioak baino ez ziren agertzen (B Eranskina). Mohs-en gogortasun-eskala sortzeko, ikasleek honako urrats hauei jarraitu behar zieten:

- 1) II. fitxan, gogortasun-eskalaren balioen ondoan, erreferentzia-objektu hauek marraztu:
  - a. Azazkal bat (gogortasuna = 1-2)
  - b. Bost zentimoko kobrezko txanpon bat (gogortasuna = 3)
  - c. Beirazko porta bat (gogortasuna = 4-5)
  - d. Lixa bat (gogortasuna = 6-7)
  - e. Lixa batekin marratu ez izatea (gogortasuna = 8-10)
- 2) Hainbat erlaintz sortzeko, II. fitxan markaturiko lerro etenetatik moztu.
- 3) Bi fitxak bat eginarazi eta itsasgarriarekin itsatsi goiko aldetik. Horretarako, jarri II. fitxa I. fitxaren gainean. Horrela, erlaintzak altxatzean, erreferentziako objektuak Mohs-en eskala osatzen duten hamar mineralekin erlazionatuta geratzen dira.

Ikasleek jarduera honetan sortutako Mohs-en gogortasun-eskalak hurrengo jarduera garatu ahal izateko baliagarria izango da (4.J).

#### *3.2.4. Gogortasuna (4. J)*

15 minutuko jarduera honen bidez, ikasleek eredu mineralaren eraikuntza aplikatzen dute, aurreko jardueran egindako Mohs-en gogortasun-eskala erabiliz. Jarduera honen bidez,

halaber, ikasleak benetako material geologikoen esku-lagineko edo *visu*-ko identifikazio-praktiketara hurbiltzen dira; landa-lanean eta laborategian oinarrizko tresna gisa.

Jarduera hori egiteko, honako hauek behar dira:

- 1) Mohs-en gogortasun-eskala bat
- 2) Benetako erreferentzia-objektuak:
  - a. Bost zentimoko kobrezko txanpon bat (gogortasuna = 3)
  - b. Beirazko porta bat (gogortasuna = 4-5)
  - c. Lixa bat (gogortasuna = 6-7)
- 3) Benetako mineralak

Mineralak hautatzerakoan, garrantzitsua da Mohs-en eskala osatzen duten mineralak sartzea. Era berean, mineral baten kristalen habituak hura identifikatzeko aukera ematen duenez, kristalen habitua ondo garatuta ez duten mineralak aukeratuko dira. Kasu honetan talkoa, igeltsua, kaltzita, fluorita, apatittoa eta kuartzoa sartu ziren. Mineralak eta mineral-kopurua ikastetxeak eskuragarria duen materialaren arabera hautatuko dira.

Horrela, jarduera hau hiru eta lau pertsonako taldetan egin zen. Ikasleek identifikatu gabeko benetako mineralak ordenatu behar zituzten, gogortasun txikienetik handienera. Horretarako, kontuan izan behar zuten mineralak beren azazkalarekin, bost zentimoko kobrezko txanponarekin, beirazko portarekin edo lixarekin marratzen ziren ala ez; baita elkarren artean marratzen ziren ala ez ere (2a irudia). Jardueran zehar, ikasleek bere Mohs eskala erabili behar zuten.

Jardueraren hasieran, ikasleei informazio hau eman zitzaien, *Marvel Comics* komikietako *Iron Man* superheroia jardueretara hurbilduz:

*« Iron Man-ena bezain gogorra den koraza bat egin nahi dugu, baina ez dakigu mineral guztietatik zein den gogorrena. Mohs-en eskala erabiliz, mineralak bere gogortasunaren arabera ordenatu beharko dituzue, gogortasun txikienetik handienera. Mineral bakoitzak zenbaki bat du, idatzi nahasketarik egon ez dadin. »*



Gogortasun txikiagoa \_\_\_\_\_

Gogortasun handiagoa \_\_\_\_\_

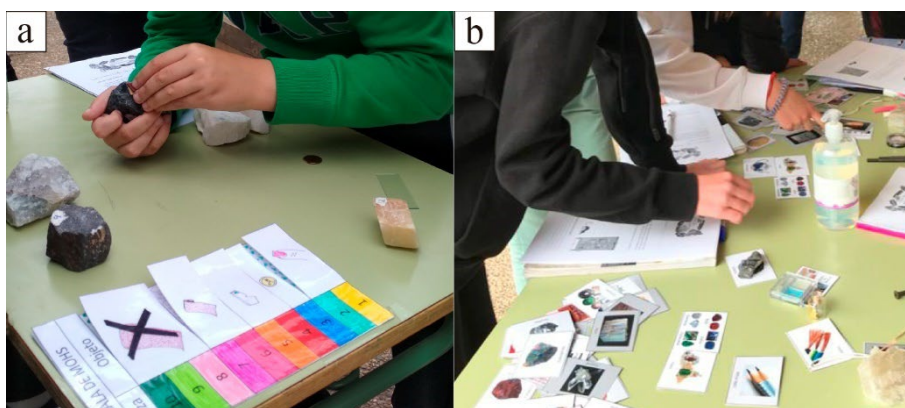
Mineralen ordena idatzita jasotzeaz gain, mineralak zergatik ordenatu zituzten horrela justifikatu behar zuten. Horretarako, galdera hau adierazi zitzaien: «*Zeri erreparatu diozu ordena horretan ordenatzeko?*»

### 3.2.5. *A ze parea! Antzekoa antzekoarekin (5. J)*

15 minutuko jarduera honen bidez, ikasleek mineral-ereduaren eraikuntza aplikatzen jarraituko dute. Horretarako, ikasleek mineral desberdinak eguneroko bizitzako erabilerekin erlazionatu behar zituzten (2b irudia, 6. taula). Jarduera hau hiru eta lau pertsonako taldetan egin zen.

Jarduera burutzeko, txartelak sortu ziren. Txartel horietan, alde batetik, mineralen irudiak agertzen ziren, eta, bestetik, eguneroko objektuen irudiak (C Eranskina). Txartela hauek ikasleei eman zitzaizkien. Jarduera gehiago dinamizatzeko, erlazioa egiteko, txartelekin batera eguneroko objektuak eta benetako mineralak ere jarri ziren. Horrela, ikasleek mineral bat agertzen den txartel bat bere eguneroko erabilera agertzen den beste txartel batekin parekatu behar zuten; edo benetako mineralekin edo objektuekin, hurrenez hurren. Behin erlazioa eginda, ikasleek mineralaren izena eta dagokion erabilera idatzi behar zituzten.

Era berean, mineralen eta haien eguneroko erabileren arteko erlazioa lantzeaz gain, jarduera honek mineralen ustiaketari baliabide natural berriztaezin gisa ekitea ere ahalbidetzen du. Horregatik, eta ikasleak gure eguneroko bizitzako objektuen fabrikazioan mineralen konposizio kimikoak duen garrantziaz ohartarazteko, mineralen fitxa batzuetan formula kimikoak ere sartu dira, ustiatu beharreko elementu interesgarria nabarmenduz.



**2. irudia.** DBHko 1. mailako ikasleak gogortasuna mineralen propietate fisiko gisa eta mineralek gure eguneroko bizitzan dituzten erabilerak esperimentatzen. (a) *Gogortasuna* jarduera (4. J). (b) *A ze parea! Antzekoa antzekoarekin* jarduera (5. J).

**6. taula.** Mineralak eta haien erabilerak eguneroko bizitzan. Laranja: Mosh-en gogortasun-eskalaren parte diren mineralak.

Minerala	Erabilera
Biotita eta muskovita	Isolamendu termikoa
Biotita eta muskovita	Makillaje artistikoa
Diamante	Diamantezko hariak eta diskoak, harriak mozteko
Errubi, zafiro, esmeralda eta diamante	Bitxiak
Esfalerita	Pilak
Fluorita	Hortzetako pasta
Galena	Berunezko bateriak, energia biltegitzeko
Galena	Kohl-a, Egipton
Grafito	Arkatz-mina
Halita	Mahaiko gatza
Igeltsu	Igeltsuzko bendak
Igeltsu	Klarionak
Kalkopirita	1, 2 eta 5 euro-zentimoko txanponak
Kalkopirita	Kableak
Kaltzita	Mortairua
Kaltzita	Nekazaritza ekologikoa
Kuartzo	Beira
Ortosa	Portzelana
Pirita	Iltzeak
Talko	Talko-hautsak
Zinabrio	Tresna zientifikoak
Zinabrio	Pigmentu gorria, Antzinaroan

### 3.2.6. Odol-mineralak (6. J)

Jarduera hau 15 minututan garatu zen, eta ikerketaren eta argudiaketaren bidez landu zen. Jarduerearen hasieran, ikasleei informazio hau eman zitzaion:

*«Telefono mugikor bat edo beste gailu elektroniko batzuk fabrikatu ahal izateko mineralak ustiatu behar dira. Horietako bat koltan da. Koltana bi mineralez osatuta dago: kolunbita eta tantalita. Bi mineral horien lehen silabek KOLTAN izena ematen dute. Koltanaren ekoizle nagusia Kongoko Errepublika Demokratikoa da».*

Behin informazio hori jakinda, ikasleek galdera hauei erantzun behar zieten:

- Zer da odol-mineral bat?
- Zergatik hartzen da koltana odol-mineraltzat?

Bestalde, egoera hau azaldu zitzaien:

*«Nire lagunek eta nik beti eztabaidatzen dugu teknologien erabilera arduratsuari buruz. Batzuek nahiago dute mugikorra denbora gutxian aldatu, eta beste batzuek ez lukete mugikorra aldatuko hura hondatu arte.»*

Egoera hau jakinda, mineralak baliabide natural berriztaezin gisa ustiatzeari buruzko gogoeta egitea eskatu zitzaien ikasleei, kontuan izanda teknologia berriak fabrikatzeko koltana erabili behar dela. Ikasleek beren iritzia azaldu behar zuten.

### 3.2.7. Pulpi-ko Geoda (7. J)

25 minutuko jarduera honen bidez ikasleek berriro landu zituzten praktika zientifikoak ikerketa eta argudiaketaren bidez. Era berean, jarduera honen bidez, ikasleek mineralen eraketa beren testuinguru naturalean behatu eta erlazionatu ahal izan zituzten.

Jardueraren hasieran, ikasleei informazio hau eman zitzaien:

*«Pulpi-ko Geoda igeltsuzko kristalez estalitako geoda erraldoi bat da»*

Informazio horrekin, ikasleek Pulpi-ko Geodari (Almeria) buruzko bideo labur bat ikusi behar zuten (<https://www.youtube.com/watch?v=xFimOX3lm20>). Ondoren, ikasleek bideoan mineralen zein propietate fisiko ikus zitezkeen identifikatu behar zuten, baita propietate horien ezaugarriak igeltsuzko aldaera desberdinen existentziarekin erlazionatu ere. Horretarako, bideoa ikusi aurretik, galdera hauek adierazi zitzaizkien ikasleei:

- *Mineralek dituzten propietate fisikoen artean, zein ikus ditzakezu Pulpi-ko Geodari buruzko bideoan?*
- *Igeltsua beti da bideoan ikusten dugun bezalakoa?*

Bideoan ikus daitezkeen propietate mineralak hauek dira.

- 1) Habitua
- 2) Kolorea
- 3) Distira

Hiru propietate horiek selenita aldaera igeltsuaren gainerako aldaeretatik bereizteko aukera ematen dute; izan ere, selenitaren ezaugarria da kristalak ondo garatuak (1), kolorgeak (2) eta distira nakarkara edo beirakara (3) izatea.



Bestalde, ikasleek ondare geologikoari buruzko gogoeta egin eta bere iritzia eman behar zuten, geodaren kalteberatasunari buruz eta haren kontserbazioari edo erabilera turistikoari buruz. Horretarako, honako informazio hau eman zitzaion:

*«Pulpi-ko Geoda babestua izan da eta monumentu natural izendatu dute. Hala ere, babes-neurriak hartu arren, pertsona batzuek kristalak moztu eta beste batzuek marratu egin zituzten. Zientzialariek uste dute beharrezkoa dela geodak sarbide publikoaren aurrean duen kalteberatasuna baloratzea.»*

### 3.2.8. Thanos-en eskularrua (8. J)

Ikasleen motibazioa indartzeko, jarduera honetan zinema tresna didaktiko gisa erabili da, gamifikazioaren berezko estrategiak inplementatu dira eta informazioaren eta komunikazioaren teknologiak (IKT) erabili dira ikasgelan. Zinemak, tresna didaktiko gisa, eduki teorikoak lantzeko aukera emateaz gain, ikasleen irakaskuntza-ikaskuntza prozesuan motibazioa hobetzeko aukera ematen du (e.g. Cabañero Martín eta Novillo López, 2018; González *et al.* 2020). Bestalde, hezkuntza-arloan gamifikazioak murgiltze-espereintzia sustatzen du, jolasaren berezko estrategiak edo elementuak testuinguru ez-ludikoetan erabiltzen baititu eta edukiak esperientzia ludiko baten bidez transmititzea ahalbidetzen baitu (Llorens Largo *et al.*, 2016; Torres-Toukomidis, 2018). Era berean, ikasgelan IKTak erabiltzeak ikasleak beren ikaskuntzaren parte batean autonomoak izatea ahalbidetzen du; eta irakasleek dinamizatzailerik, orientatzaile eta aholkulari-rola hartzen dute (Area *et al.*, 2018; Oñorbe, 2014).

Jarduera hau seigarren ikaskuntza-saioak irauten duen 55 minutuetan garatu zen, eta *Marvel Comics*-en *Avengers* superheroietan oinarritutako *Avengers: Infinity War* (2018) eta *Avengers: Endgame* (2019) filmak erreferentziatzen hartu ziren.

Jardueraren hasieran, ikasleei egoera bat planteatu zitzaion: zientzia-fikziozko *Avengers* pertsonaiei lagundu behar zieten Thanos pertsonaiaren eskularruko Infinituaren Harribitxiaren ordean antzeko itxurakoak baina botererik gabekoak ziren benetako gemak (edo harribitxiak) jartzen (3. irudia eta 7. taula).



3. **irudia.** *Marvel Comics*-en Thanos-en eskularruko Infinituaren Harribitxiak ordezkatzeko benetako mineralen gemak.

7. **taula.** Benetako mineralen aldaera gemologikoen, kolorearen eta Infinituaren Harribitxien arteko erlazioa.

Aldaera gemologikoa	Minerala	Kolorea	Infinituaren Harribitxiak
Heliolita	Oligoklasa	Laranja	Arima Harribitxia
Esmeralda	Berilo	Berdea	Denbora Harribitxia
Zafiro	Korindoi	Urdina	Espazio Harribitxia
Errubi	Korindoi	Gorria	Errealitate Harribitxia
Ametista	Kuartzo	Morea	Botere Harribitxia
Su-opaltoa	Opalo	Horia	Adimen Harribitxia

Horretarako, ikasleak hiru eta lau laguneko taldeetan banatu ziren eta talde bakoitzari Chromebook bat eman zitzaion. Ikasle bakoitzari honako hau zioen folio bat eman zitzaion:

*«Adierazi zein gema aukeratu duzuen Thanos-eko eskularruko Infinituko Harribitxiak ordezkatzeko.»*

*«Bilatu aukeratu duzuen gemaren ezaugarriren bat, eta idatzi Avengers-ek hobeto ezagut ditzaten. Ez ahaztu marrazki bat egitea galdu ez daitezen!»*

Ikasle-talde guztiek lantalde bakar baten moduan jardun zuten, ikasle-talde bakoitzak informazioaren zati bat emanaz. Horrela, ikasle-talde bakoitzak honako hau egin behar zuen:

- 1) Aukeratu benetako mineral baten aldaera gemologiko bat Infinituaren Harribitxi batekin ordezkatzeko.
- 2) Aukeratutako gemari buruz ezagutzen dituzuen ezaugarriei buruzko informazioa bilatu, aldez aurretik landutako edukiak kontuan hartuta.
- 3) Aurkitutako informazioa idatzi.
- 4) Aukeratutako mineralaren marrazkia egin.
- 5) Informazio guztia bildu ondoren, talde bakoitzak bozeramaile bat aukeratu behar du gainerako taldeei azaltzeko.

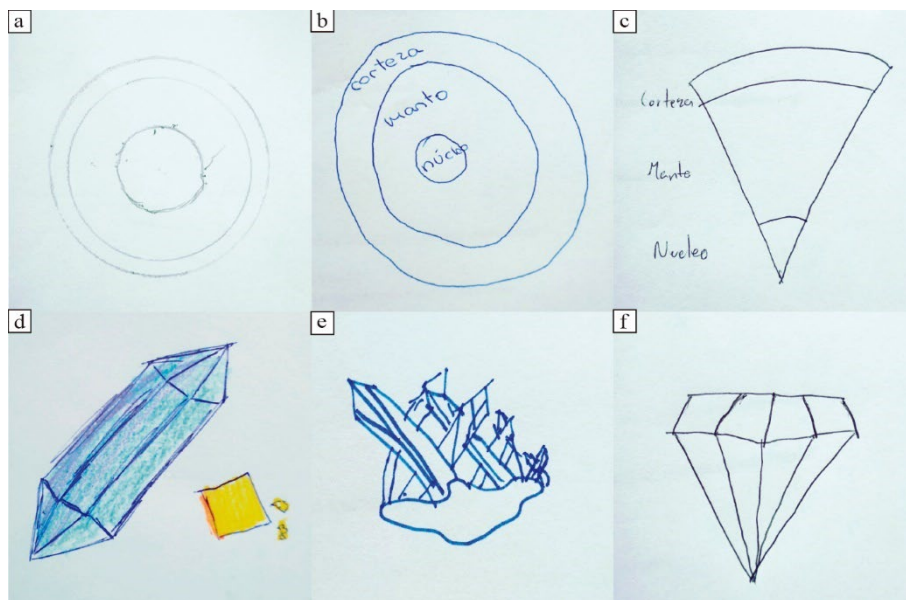
## 4. Emaitzak

### 4.1. Ikasleen aurretiazko ideien galdetegia

Aurretiazko ideiei buruzko galdetegiaren emaitzek erakutsi zuten ikasle guztiek bazekitela Lurra material desberdinez osatuta dagoela, baita nukleoa duela ere; galdera hauei baietz erantzun baitzieten: «*Lurra material desberdinez osatuta dago?*» eta «*Lur planetak badu nukleorik?*». Hala ere, «*Badakizu zer den lurrazala?*» galderaren aurrean, ikasleen %27k ez zekien zer zen lurrazala. Mineralen erabilerari dagokionez, bi ikaslek bakarrik baietz erantzun zioten «*Badakizu zertarako balio duten mineralek?*» galderari; «*bitxiak, eraztunak egiteko*» eta «*kristala, plastikoa, marmola eta material gehiago egiteko*» balio dutela adieraziz. Ikasleek, «*Non ikusi dituzu mineralak?*» galdetzean, dokumentaletan, filmetan, argazkietan, albisteetan, meatokietan, kobazuloetan eta mendian ikusi zituztela adierazi zuten. Bakarrik ikasleen %20k adierazi zuen mineralak eskolan ikusi zituela.

Geosfera eta mineralaren definizioei begiratuz, ikasleek honela definitu zuten geosfera: «*Lurreko arroka-geruza*», «*Lurreko material guztiak*», «*Lurreko arroka-material guztiak*», «*Azaleko arroka-multzoa*», «*Lurrean dauden arroka, mineral eta abarren geruzak*» edo «*Harriz osatutako Lurraren barrualdea*». Bestalde, honela definitzen zuten ikasleek minerala: «*Kristal garrantzitsuen geruza*», «*Harri kristalizatua*», «*Arroka bat edo diamante bat*», «*Aurkitzen zaila den arroka mota bat*» edo «*Meatokietatik ateratzen diren harribitxiak*»; eta, eskuarki, txikiak, politak, baliiodunak edo distiratsuak zirela deskribatu zituzten.

Alde batetik, ikasleek mineralak lurzorua azpian dauden objektu polit, baliotsu eta distiratsu gisa deskribatzen dituzte, arroekin, beirarekin edo objektu artifizialekin nahasiz. Bestetik, deigarria da ikasleek mineralak eguneroko bizitzako erabilerekin erlazionatu ez izana, bitxigintzarekin baizik. Emaitza horiek Duran eta Puigcerver (2017) eta Jiménez Millán *et al.* (2008) autoreek deskribatutakoekin bat datoz.



**4. irudia.** DBHko 1. mailako ikasleek adierazitako geosfera- eta mineral-ereduen marrazkien adibideak. (a), (b) eta (c) adierazitako geosfera-eredua. (d), (e) eta (f) adierazitako mineral-eredu.

Geosferaren eta mineralen marrazkiek ikasleek adierazitako ereduak jasotzea ahalbideratu dute (4. irudia). Ikus daiteke ikasleek geosfera bai zeharkako ebakiduran (4a-b irudiak), bai alderantzikatuko triangulu baten moduan (4c Irudia) marraztu zutela. Era berean, ikasleek lurrazalaren lodiera gaindimentsionatu zuela ikusi zen. Prestakuntzan dauden irakasleen artean ere ikus daiteke hori, geruzen eskala desegokia ezartzeaz gain, lurrazala, mantua eta nukleoaren bereizketa egiteko ere zailtasunak baitituzte (Ejarque *et al.*, 2016). Mineralei dagokionez, batez ere prisma moduan marraztu zituzten (4d-e irudiak) edo diamante baten bezala fazetatuak (4f irudia), berriz ere bitxigintzarekin erlazionatuz.

## 4.2. Ikasleen ekoizpenak

### 4.2.1. Nire sormena hegan! (1. J)

*Lurraren bihotzeraino* portfoliorako sortutako azalak behatuz (5. irudia), ikusi zen ikasle bakar batek aukeratu zuela azalean argazki-ebakinak sartzea, kasu honetan, aldizkari

batetik ateratako benetako mineralen irudiak ziren (5a irudia). Bestalde, bere azalean geosfera marraztu zuten ikasle gehienek geosfera osatzen duten geruzen izena ere sartu zituzten marrazkian (5b irudia) eta ikasle bakar batek marraztu zuen lurrazal ozeanikoaren eta lurrazal kontinentalaren arteko desberdintasuna irudikatzen zuen marrazki bat (5c irudia). Mineralen marrazkiei erreparatuz, bitxigintzari lotuta edo balio-elementu gisa erabiltzearen ideia ikusten da, diamanteen edo urrezko lingoteen marrazkiek erakusten duten bezala (5c irudia). Era berean, nabarmendu behar da ikasleek oker sartzen dutela hidrosfera geosferaren zati gisa beren marrazkietan (5b-d irudiak).



5. irudia. DBHko 1. mailako ikasleek Lurraren bihotzeraino portfoliorako sortutako azalen adibideak.

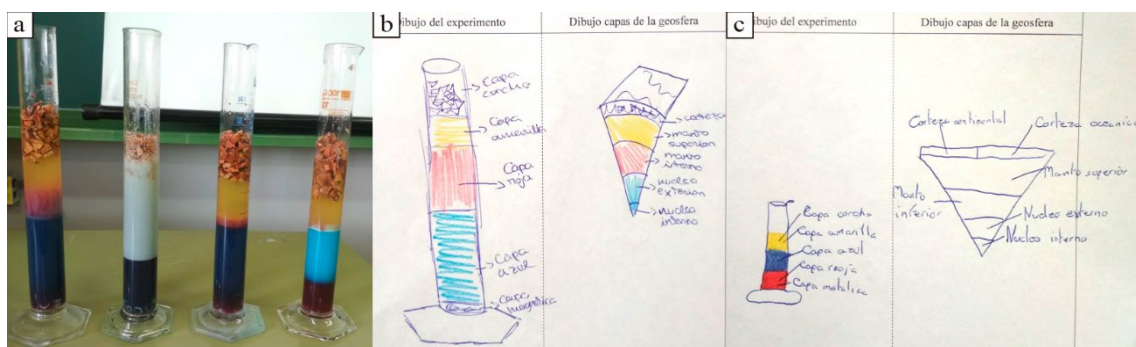
#### 4.2.2. Esperimentatzen! Geosferaren modelizazioa (2. J)

Ikasleek egindako geosferaren modelizazioaren emaitza 6 irudian ikus daiteke. Lehenik eta behin, nabarmentzekoa da ikasleek gairadimentsionatu zutela lurrazalaren lodiera (6a irudia). Bestalde, esperimenduaren emaitza egokian, probetako materialen zutabean, *geruza gorria* (kanpo-nukleoa) *geruza urdinaren* azpian (behe-mantua) ikusi behar zen (6b irudia). Hala ere, bi taldek espero ez bezalako emaitza lortu zuten, beren emaitza modu desberdinez adieraziz. Lehenengo taldeak bere esperimenduaren emaitza okerra marraztu zuen fitxan, bere esperimenduaren benetako emaitzaren arabera (6c irudia). Bigarrenak, berriz, bere esperimenduaren emaitza distortsionatu zuen. Taldekideek osagaietako bat atera nahi izan zuten jardueran zehar eta, ondorioz, materialak nahastu zituzten. Hala ere, taldea ez zuen bere esperimenduaren benetako emaitza marraztu, geruzen emaitza egokia baizik.

Hala, agerian jarri zen jarduera hasi aurretik ondo azaldu behar dela, gainerako osagaien ordena gorabehera, *kortxo-geruza* (kortxoa = lurrazala) ez dela inoiz isuri behar *geruza metalikoa* (azkoinak = barne-nukleoa) baino lehen. Kortxoa azkoinak baino lehenago

isurtzean, iltzeek kortxoak buxatu dezakete probetaren hondoa, eta ezin izango da materialen zutabearen goialdean jarri, bere dentsitate txikiaren arabera. Halaber, garrantzitsua da ikasleei gogoraraztea ez dela beharrezkoa emandako material guztia isurtzea, baizik eta soilik geosferako geruzen dimentsioak behar bezala irudikatze beharrezkoa dena.

Bestalde, funtsezkoa da ikasleei adieraztea oso garrantzitsua dela esperimenduetan lortzen diren benetako emaitzak erakustea, nahiz eta espero zirenak ez izan. Izan ere, gure eguneroko bizitzan esperimendu baten emaitzak ikerketa-lanaren funtsezko zati bat dira, non erroreak ere prozesu zientifikoaren parte baitira.



**6. irudia.** Geosferaren modelizazioa. (a) DBHko 1. mailako ikasleek egindako esperimenduaren emaitza. (b) eta (c) Ikasleen ekoizpenen adibideak.

#### 4.2.3. Mohs-en eskala (3. J)

Ikasleek egindako Mohs-en gogortasun-eskaletan ikasle gehienek, jardueraren II. fitxan adierazitako espazioan marrazteaz gain, gogortasun-eskalaren balioen ondoan koloreztatu eta/edo marraztu zutela ikus daiteke. Bestalde, ikasle batek ez zituen marraztu erreferentzia-objektuak adierazitako atalean. Honek erabaki zuen gogortasun-eskalaren balio bakoitzean zer objektu marrazten den koloretan deskribatzea eta erreferentzia-objektuak eskalaren ezker aldean marraztea (7. irudia).





**7. irudia.** DBHko 1. mailako ikasleek egindako Mohs-en gogortasun-eskalen adibideak.

#### 4.2.4. Gogortasuna (4. J)

Ekoizpenak aztertzean, ikasleek behar bezala justifikatu zuten mineralen ordena, eta horrek erakusten du zuzen ulertu zutela gogortasuna mineralen propietate fisiko bat dela. Erantzuna arrazoitzeko, ikasleek adierazi zuten zer objektu marratzen zituzten mineral bakoitzak edo zer mineral ez zela marratzen erabilitako objekturen batekin.

#### 4.2.5. A ze parea! Antzekoa antzekoarekin (5. J)

Ikasleen oharrak aztertzean, egiaztatu zen ikasleek mineralak eguneroko bizitzako objektuetan duten erabilerarekin behar bezala erlazionatzen zituztela. Hala ere, alde batetik, igeltsua eta kaltzita nahasten zituzten, medikuntzan erabiltzen diren igeltsuzko bendak fabrikatzekoan. Beste aldetik, errazago erlazionatzen zituzten mineralak Antzinaroko erabilerekin, gaur egun dituzten erabilerekin baino. Zentzu horretan, hobeto erlazionatzen zuten galenaren erabilera Antzinako Egiptoko kohl-erako oinarri gisa, gaur egun energia biltegiratzeko berunezko bateriak fabrikatzeko duen erabilerarekin baino; edo zinabrioaren erabilera pigmentu gorri gisa Antzinaroan, gaur egun tresna zientifikoak fabrikatzeko duen erabilerarekin baino.

#### 4.2.6. Odol-mineralak (6. J)

Teknologia berrietan koltan erabiltzeari buruz ikasleek emandako erantzunen eta egindako gogoeten azalpenean, ikasleek azaldu zuten odol-mineralak gatazka-eremuetan ustiatutako mineralak direla; eta koltana odol-mineraltzat hartzen dela, haren ustiaketak eta merkataritzak giza eskubideak urratzen laguntzen dutelako. Eztabaidan egindako gogoeten artean hauek daude: «*itxaron dezatela minerala aurkitzea zaila delako*»,

«mugikorra hondatzen denean eros dezatela, mineral horiek gerra-guneetatik ateratzen direlako», «odol-mineralek heriotza asko eragin ditzakete» o «ez dadila mugikorra azken modeloagatik aldatu, mineralen xahuketa delako».

#### 4.2.7. Pulpi-ko Geoda (7. J)

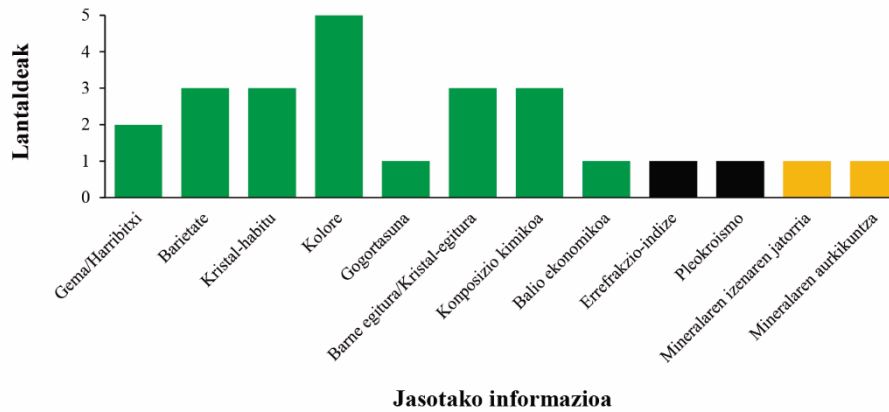
Ikasleen erantzunak bateratzean, ikusi zen habitua, kolorea eta distira mineralen propietate fisiko gisa identifikatu zituztela Pulpi-ko Geodari buruzko bideoa ikustean, eta beste habitu eta kolore batzuk dituzten beste igeltsu motak badirela adierazi zutela (aldaera desberdinak).

Ikasleek Pulpi-ko Geodaren kalteberatasunari buruz eta haren kontserbazioaren edo erabilera turistikoaren arteko aukeraketari buruz egindako gogoeten eta emandako iritzien artean, honako hauek daude: «jendeari itxi, bere kristalak igeltsuzkoak direlako eta erraz marratzen direlako», «ikusi ahal izatea baina ez ukitzea», «erreplika zehatz bat egitea, originala ez hondatzeko» o «zientzialariak bakarrik sartzea». Era berean, azalpenean zehar eztabaida labur bat sortu zen eta azken gogoeta hau eragin zuen: «kontzientziaztea ez debekatzeko eta mundu guztiak geodaz gozatu ahal izatea».

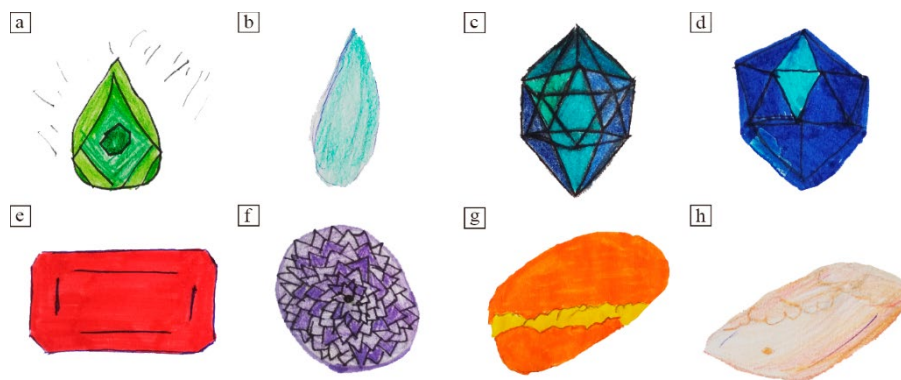
#### 4.2.8. Thanos-en eskularrua (8. J)

Talde guztiek bildutako informazioa bateratzean, ikusi zen aurkitutako informazioa iragazi eta aukeratu zutela, aldez aurretik ikusitako edukietara bideratuta. Talde batek, ordea, adierazi zuen ikusi ez zuen eta ulertzen ez zuen informazioa aukeratu zuela. Horregatik, funtsezkoa da irakasleek modu argian adieraztea oso garrantzitsua dela, Interneten eskura dagoen informazio guztiaren artean, ikasgelan landu eta ulertu den informazioa aukeratzeko. Era berean, ikasleek *informazio bitxi* gisa deskribatu zuten informazioa ere aukeratu zuten, hala nola mineralaren izenaren jatorria eta mineralaren aurkikuntza. Lantaldeek bildutako informazioa 8. irudian jasotzen da. Bestalde, ikasleek egindako gemen marrazkiak behatuz, ikus daitezke ikasle gehienek mineralak pieza fazetatu eta koloreztatu gisa marraztea erabaki zutela, eta guztiak bi dimentsioko (2D) marrazkiak direla nabarmendu behar da (9. irudia).





**8. irudia.** Lantaldeek bildutako informazioa Thanos-en eskularrua jardueran (8. J). Berdez: ulertzen zuten informazioa. Beltzez: ulertzen ez zuten informazioa. Laranja: Informazio bitxia.

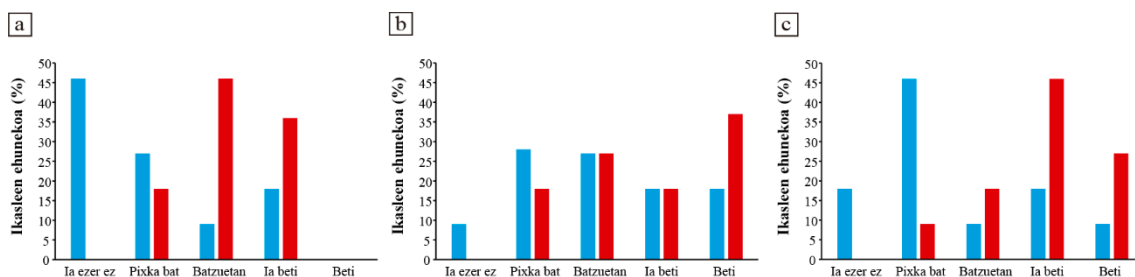


**9. irudia.** DBHko 1. mailako ikasleek *Thanos-en eskularrua* jardueran egindako ekoizpenen adibideak. (a) eta (b) Esmeralda. (c) eta (d) Zafiro. (e) Errubia. (f) Ametista. (g) eta (h) Su-opaloa.

### 4.3. Ikasleen zientziakiko jarrerari buruzko galdetegia

Zientziakiko jarrerari buruzko hasierako eta amaierako galdetegiaren emaitzak ( $G_{HJ}$  eta  $G_{AJ}$ , hurrenez hurren) 10. irudian jasotzen dira. Emaitzek erakusten dute proposatutako itemak hobetu egin direla, zeinetan ikasleek modu positiboagoan erantzuten duten. Ikasleek zientziak ikastean beren motibazioari buruz duten pertzepzioari dagokionez, jarduerak burutu ondoren, *Batzuetan* balorazioaren hautaketa igo egin da % 9tik % 46ra eta *Ia beti* balorazioa % 18tik % 36ra. *Gutxi* balorazioaren hautaketa, berriz, jaitsi egin da eta *Ia ezer ez* aukera desagertu egin da (10a irudia). Bestalde, hobetu egin da ikasleek bere egunerokotasunerako zientziari buruz jakiteak duen garrantziaz duten pertzepzioa: *Ia ezer ez* eta *Gutxi* balorazioa ikasle gutxiagok hautatu dute eta *Beti* balorazioa igo egin da % 18tik % 37ra (10b irudia). Halaber, ikasleek adierazten dute irakasleak azaltzen duena hobeto ulertzen dutela jarduerak garatu ondoren: *Ia beti* balorazioaren hautaketa % 18tik % 46ra igo da, eta *Beti* balorazioaren hautaketa % 9tik % 27ra (10c irudia).

Azkenik,  $G_{AJ}$ -n planteatutako erantzun irekian, bi ikaslek parte hartu eta honako hau adierazi zuten: «*Handitan zientzia eta geologiako irakaslea izan nahi dut*», «*Geologiak ikusarazten dit zein txikiak garen eta zein garrantzitsu bihurtzen garen*».



**10. irudia.** DBHko 1. mailako ikasleen zientziekiko jarrerari buruzko galdetegiaren emaitzak. (a) *Motibatuta sentitzen naiz zientziak ikasten ditudanean.* (b) *Zientziari buruz jakitea nire egunerokotasunerako garrantzitsua dela uste dut.* (c) *Hobeto ulertzen dut irakasleak azaltzen duena nire eskuekin ukitu dezakedanean edo esperimentuak egiten ditudanean.* Urdinez: zientziekiko jarrerari buruzko hasierako galdetegia ( $G_{HI}$ ). Gorritz: zientziekiko jarrerari buruzko amaierako galdetegia ( $G_{AJ}$ ).

## 5. Ondorioak

Garatutako esperientziak geosferarekin eta mineralekin erlazionatutako edukiak lantzeko zortzi jardueraz osatutako sekuentzia didaktiko bat aurkezten du, ikasgelan praktika zientifikoak integratu eta eduki geologikoak ikasleen eguneroko bizitzarekin erlazionatzen dituena.

Lan honen bidez, geologiaren ikaskuntza zientzia eginez sustatzeaz gain, agerian jarri da oso garrantzitsua dela, batetik, mineralak baliabide natural berriztaezin gisa modu arduratsuan ustiatzeari buruzko hausnarketarako eta eztabaidarako guneak eskaintzea eta, bestetik, ondare geologikoa kontserbatzea.

Proposatutako sekuentzia didaktikoa burutu ondoren, ikasleen zientziekiko jarrera hobetu dela ikusi da, honako hauei dagokienez: zientziak ikasteen beren motibazioari buruz duten pertzepzioa, bere egunerokotasunerako zientziari buruz jakitearen garrantzia, eta edukiak jarduera praktikoak egin ondoren hobeto ulertzea. Horrela, lortutako emaitzek indartu egiten dute eduki geologikoen ikaskuntza aktiboa sustatzen duten jarduerak ikasgeletan inplementatzeko beharra.

Azkenik, lan honek baliabide didaktikoak eskaintzen ditu ikasgelan geologiarekin lotutako jarduera aktiboak burutzeko, derrigorrezko hezkuntzan geologiaren irakaskuntza-ikaskuntza prozesua hobetzen laguntzeko. Horrela, lan honetan diseinatu eta erabilitako baliabideak moldatzeak ahalbidetu egingo luke geologiaren irakaskuntzan

sakontze-maila desberdinei heltzea, inplementatzen den ikasturtearen edo hezkuntza-etaparen arabera.

## **Bibliografia**

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. M. eta Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30(3), 155-166.
- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 36, 63-75.
- Area, M., Cepeda, O. eta Feliciano, L. (2018). Perspectivas de los alumnos de Educación Primaria y Secundaria sobre el uso escolar de las TIC. *Revista Educatio Siglo XXI*, 36(2), 229-253.
- Baena Nogueras, R. M. eta Gutiérrez Pérez, J. (2012). Estudio de réplica sobre evolución de las ideas previas de los estudiantes: El relieve y su geodinámica. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 2(2).
- Bravo, B. eta Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 425-442.
- Cabañero Martín, V.M. eta Novillo López, M.A. (2018). El cine: más que un recurso didáctico para la motivación del estudiante. En E. López Torres, C. Rosa García Ruíz, M. Sánchez Agustí (Ed.). *Buscando formas de enseñar: investigar para innovar en didáctica de las Ciencias Sociales* (637-646). Ediciones Universidad de Valladolid.
- Calixto Flores, R. eta García Ruiz, M. (2011). Concepciones alternativas de los profesores de biología. Una aproximación desde la investigación educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 1, 13-23.
- Cañal, P., García-Carmona, A. eta Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Colección: Didáctica y Desarrollo. Ediciones Paraninfo, SA.

- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.
- Casas, N.; Maguregi, G.; Zamalloa, T.; Echevarría, I.; Fernández, M. D. eta Sanz, J. (2016). Las salidas de campo y la geología. El perfil académico y la actitud del profesorado de la ESO en la CAPV. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24 (2), 213-220.
- Duran, H. eta Puigcerver, M. (2017). Análisis de conceptos de los estudiantes de Magisterio acerca de los minerales y algunas estrategias para mejorar su comprensión. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3), 341-352.
- Ejarque Ortiz, A.; Bravo Torija, B. eta Mazas Gil, B. (2016). Diseño e implementación de una actividad de modelización de geología: ¿Realmente la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos?. *Revista Internacional de Investigación e Innovación en Didáctica de las Humanidades y las Ciencias*, 3, 9-32.
- Elisondo, R. eta Donolo, D. (2015). Interculturalidad, apertura a experiencias y creatividad. Aportes para una educación alternativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 41, 1-19.
- Evagorou, M.; Albe, V.; Panayiotis, A. eta Nielsen, J. A. (2014). Preparing pre-service science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 69, 39-48.
- Gil Quílez, M.J. eta Martínez Peña (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. Investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 153-166.
- Gómez Llombart, V. eta Gavidia Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 441-455.
- González, C. L. I. (2020). Propuesta de intervención con la creatividad y motivación como factor asociado al rendimiento académico en la asignatura de matemáticas en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista de educación, innovación y formación: REIF*, 3, 127-141.

- González, A. I. M., Catalán, V. G. eta Armiñana, J. R. (2020). Motivación en las ciencias mediante el cine. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 99, 62-67.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. eta Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En Keith S. Taber y Ben Akpan (eds.), *Science Education* (69-80. orr.). The Netherlands: SensePublishers.
- Jiménez-Millán, J., Alfaro, P., Muñoz, M.C., Cañaveras, J.C., Alfaro, N.C., González-Herrero, M., López-Martín, J.A. eta Andreu, J.M. (2008). Actividades didácticas con minerales y rocas industriales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(3), 295-308.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Keles, O. eta Battal, T. (2017). A model for innovation culture management in organizations (IVALUE 7). *International Journal of Innovation*, 5(3), 361-374.
- Kuhn, D. eta Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1(1), 113-129.
- Laita, E., Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B. eta Lucha, P. (2018). ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Análisis del modelo de mineral implícito en el currículo y en los libros de texto en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 256-256.
- Llorens Largo, F., Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Compañ, P., Satorre Cuerda, R. eta Molina-Carmona, R. (2016). Gamificación del proceso de aprendizaje: lecciones aprendidas. *VAEP-RITA*, 4(1), 25-32.
- Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. eta García Gómez, J. (2019). Competencias para mejorarla argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 55-70.
- Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B., Lucha, P., Martínez Peña, B. eta Cortés, A.L. (2017) ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Reflexiones a

- partir de un análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias, N.º Extraordinario*, 483-489.
- Mazas, B., Bravo, B., Mateo, E., Lucha, P., Cortés, Á. eta Martínez-Peña, B. (2018). Llevamos los minerales al aula: actividades para trabajar la modelización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 340.
- Monteiro, A., Nóbrega, C., Abrantes, I. eta Gomes, C. (2012). Diagnosing Portuguese students' misconceptions about the mineral concept. *International Journal of Science Education*, 34(1), 2705-2726.
- Moreno, A. M. R., López-Fernández, V. eta Llamas-Salguero, F. (2017). Relación entre la creatividad, la memoria inmediata y lógica en relación con el rendimiento académico en la Educación Secundaria. *Academia y Virtualidad*, 10(1), 123-130.
- Muñoz Campos, V., Franco-Mariscal, A. J. eta Blanco-López, Á. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3201.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- Oliva Martínez, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24.
- Oñorbe, A. (2014). El uso de las TIC en el aula. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 76, 5-7.
- Pacherres, E. M. L. eta Ramírez, W. E. G. (2021). La Creatividad en los Estudiantes: una Revisión Sistemática. *Polo del Conocimiento*, 6(10), 444-456.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro García, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández Martínez, E., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López Ruiz, J., Mata-Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A.

- eta Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129.
- Perales, F. J. eta Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C. eta García LLadó, À. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 41-54.
- Ramos, R., Praia, J. F., Marques, L. eta Pereira, L. G. (2001). Ideas alternativas sobre el ciclo litológico en alumnos portugueses de enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 252-260.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J.R. eta Lozano, Ó. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(14), 361-376.
- Sánchez, I., Medina, J. eta Aparicio, J. (2021). Evaluar la creatividad y las funciones ejecutivas: propuesta para la escuela del futuro. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(2), 35-50.
- Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). (2023). *Grado en Geología. Autoinforme de seguimiento*.
- Torres-Toukoumidis, A., Romero-Rodríguez, L.M., Pérez-Rodríguez, M.A., eta Björk, S. (2018). Modelo Teórico Integrado de Gamificación en Ambientes E-Learning (E-MIGA). *Revista Complutense de Educación*, 29(1), 129-145.
- Vázquez, Á. eta Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292.
- Zamalloa, T. eta Sanz, J. (2023). Attitudes of secondary school students towards geology in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 4(1), 123-146.
- Zamalloa, T., Sanz, J., Maguregi, G., Echevarría, I. eta Fernández, L. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencia*, 32(3), 443-467.

## A Eranskina

### 2. J - *Esperimentatzen! Geosferaren modelizazioa*

- Azaldu, laburki, zer gertatu den.

---

---

- Marraztu zure esperimentuaren emaitza. Ez ahaztu geruza bakoitzaren kolorea adieraztea.

- Marraztu geosferaren geruzak. Ez ahaztu izena idaztea.

Esperimentuaren marrazkia	Geosferaren geruzen marrazkia

- Adierazi geosferaren zein geruzari dagozkion zure esperimentuaren geruzak.:

Geruza horia: \_\_\_\_\_

Kortxo-geruza: \_\_\_\_\_

Geruza gorria: \_\_\_\_\_

Geruza urdina: \_\_\_\_\_

Geruza metalikoa: \_\_\_\_\_



B Eranskina

3. J- Mohs-en eskala. Fitxa I

<b><i>MOHS-EN ESKALA</i></b>	
<b>Gogortasuna</b>	<b>Minerala</b>
10	Diamante
9	Korindoi
8	Topazio
7	Kuartzo
6	Ortosa
5	Apatito
4	Fluorita
3	Kaltzita
2	Igeltsu
1	Talko

B Eranskina

3. J- Mohs-en eskala. Fitxa II

<b><i>MOHS-EN ESKALA</i></b>	
<b>Gogortasuna</b>	<b>Objektu</b>
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

C Eranskina

5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa I



Kuartzoa  
Formula kimikoa:  $\text{SiO}_2$



Beira



Muskovita

Biotita

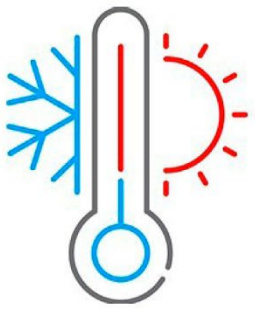


Makillaje artistikoa



Muskovita

Biotita



Isolamendu termikoa



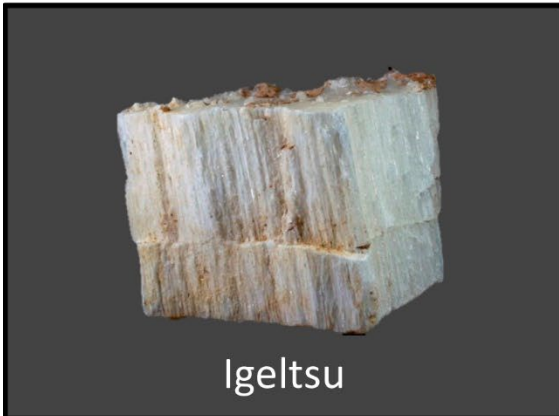
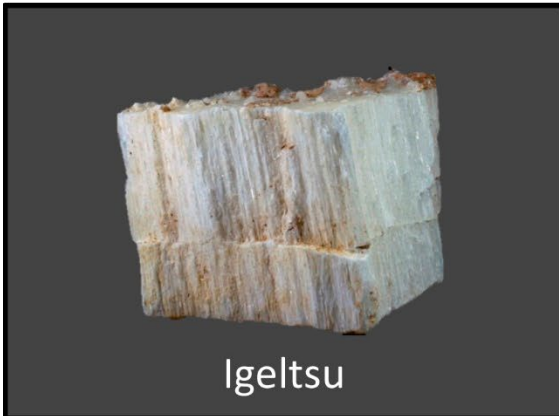
Ortosa



Portzelana

C Eranskina

5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa II



C Eranskina

5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa III



Esfalerita  
Formula kimikoa: ZnS



Pilak



Pirita  
Formula kimikoa: FeS<sub>2</sub>



Iltzeak



Kalkopirita  
Formula kimikoa: CuFeS<sub>2</sub>



1, 2 eta 5 euro-zentimoko txanponak



Kalkopirita

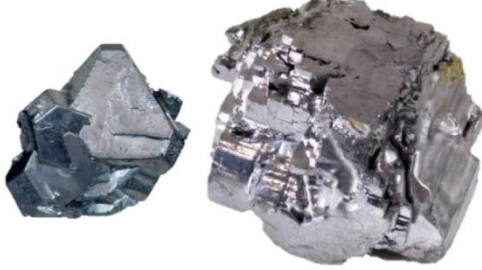
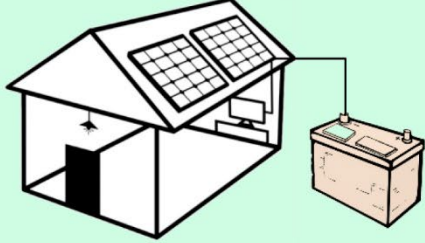
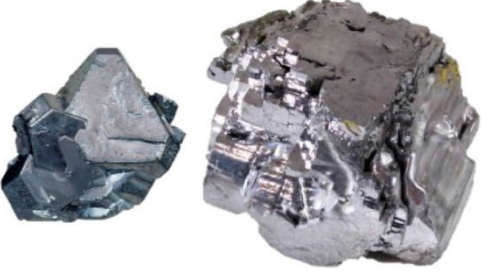

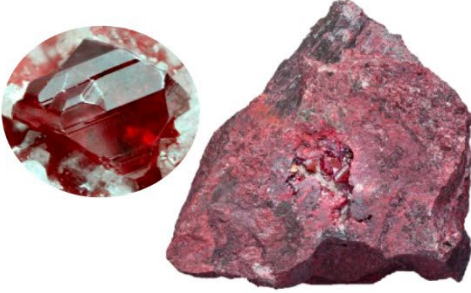

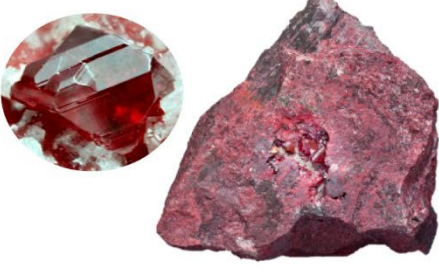



Kableak



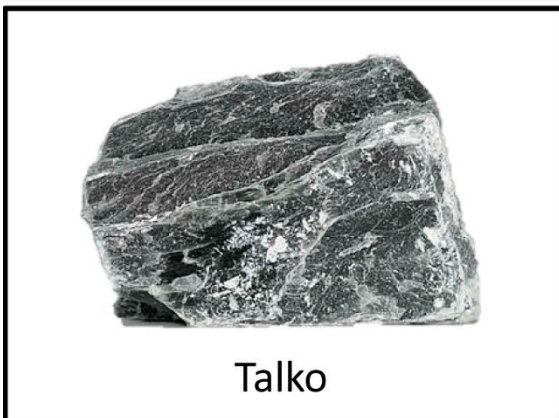
C Eranskina

5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa IV

 <p>Galena Formula kimikoa: <b>PbS</b></p>	 <p>Berunezko bateriak, energia biltegitzeko</p>
 <p>Galena</p>	 <p>Kohl-a, Egipton</p>
 <p>Zinabrio</p>	 <p>Pigmentu gorria, Antzinaroan</p>
 <p>Zinabrio Formula kimikoa: <b>HgS</b></p>	 <p>Tresna zientifikoak</p>

C Eranskina

5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa V



## C Eranskina

### 5. J- A ze parea! Antzekoa antzekoarekin. Fitxa VI

