



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

VI. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2025eko maiatzaren 28, 29 eta 30a
Bilbo, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 4.0

GIZARTE ZIENTZIAK ETA ZUZENBIDEA

**Nola goza dezakegu eguzkiaz
modu osasuntsu batean? Bigarren
hezkuntzarako STEM hezkuntza
integratuko ikaskuntza-
irakaskuntza sekuentzia**

*Ane Portillo-Blanco,
Kristina Zuza Elozegi
eta Jenaro Guisasola*

75-80 or.
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.vi.02.09>

ANTOLATZAILEA



BABESLEAK



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



LAGUNTZAILEAK



Nola goza dezakegu eguzkiaz modu osasuntsu batean? Bigarren hezkuntzarako STEM hezkuntza integratuko ikaskuntza-irakaskuntza sekuentzia

Ane Portillo-Blanco¹, Kristina Zuza¹ eta Jenaro Guisasola²

¹ Fisika aplikatua, Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola, Donostia, UPV/EHU

² Fabrikazio Aurreratuaren eta Digitalen Campusa (IMH), Elgoibar
ane.portillo@ehu.eus

Laburpena

STEM hezkuntza integratua ikasgelen errealitatera heldu den metodologia bat da eta, berrikuntza denez gero, materialen sorkuntza eta analisia eskatzen du. Artikulu honetan iSTEM hezkuntzako ikaskuntza-irakaskuntza sekuentzia baten diseinua eta bigarren hezkuntzan aplikatu den atal baten analisia aurkezten da. Berezi, eguzkitik babesteko modurik onena bilatzen duen proiektua aurkezten da eta, testuinguru horretan, ikasleek egindako esperimientuen diseinua eta aurkeztutako kasuei emandako erantzuna aztertzen da. Helburua da egindako iSTEM sekuentziaren diseinua hobetzeko aukerak aurkitzea.

Hitz gakoak: iSTEM hezkuntza, Ikaskuntza-irakaskuntza sekuentzia, Derrigorrezko Bigarren Hezkuntza, Esperimientuen diseinua

Abstract

Integrated STEM education is a methodology that has come to the reality of classrooms and, as a novelty, requires the creation and analysis of materials. This article presents the design of an iSTEM Teaching-Learning Sequence and the analysis of a section of an application in secondary education. In particular, the project seeks the best way to protect from the sun and, in this context, analyses the design of experiments carried out by students and their response to the cases presented. The goal is to find opportunities to improve the design of the iSTEM sequence.

Keywords: iSTEM education, Teaching Learning Sequence, Secondary Education, Experiment Design

1. Sarrera eta motibazioa: STEM hezkuntza integratua

STEM (Zientzia, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika) hezkuntza integratua (iSTEM) errealitate bat da gure hezkuntza-sisteman eta ikasgela-ingurunean, eta zenbait erroka gainditu behar dira horren aplikazioa prozesu arrakastatsua bihurtu dadin: STEM hezkuntza integratuaren oinarri teoriko homogeneoak definitzea, hezkuntza-material integratuen sorrera eta analisia, eta irakasleen prestakuntza-beharrei erantzutea.

iSTEM hezkuntza gaur egun hezkuntza-sistemak dituen arazoen konponbide posible gisa aurkeztu da (Millar, 2020), hala nola Zientzia eta Teknologia irakasgaiekiko eta bokazioekiko ikasleen interes falta (Mejias *et al.*, 2021; Thibaut *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2022) eta gizartean STEM sektoreetako lanpostuak betearazteko beharra (Holmlund *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2022). Hala eta guztiz ere, iSTEM proiektuen ikuskera askotarikoa da, eta interpretazio-aniztasun horrek, aldi berean, materialen sorkuntza, aplikazioa eta ebaluazioa aurrera eramatea zailtzen du (Ortiz-Revilla *et al.*, 2022). Artikulu honetan aurkezten den ikerketak Portillo-Blanco *et al.*ek (2024) haien berrikuspenean identifikatutako printzipio eta irizpideei jarraituz, ikaskuntza-irakaskuntza sekuentzia (IIS) baten diseinua eta ebaluazioa aurkezten du. Hori horrela, ikerketa honetan STEM hezkuntza integratuz edo iSTEMez arituko gara, eta honela definituko da: gutxienez akronimoa osatzen dituen bi diziplinen edukiak, trebetasunak eta prozedurak integratzen dituen eta arazo erreal bati irtenbidea bilatzen dion ikaskuntza-irakaskuntza metodologia (Halawa *et al.*, 2024).

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Larruazala eguzkitik babestea osasun publikoko gaia da, eta ideia okerre edo buloz beteta dago. Biztanle gehienek badakite eguzki-argiak larruazaleko arazoak sor ditzakeela (melanoma, esaterako), eta eguzki-babeserako metodo gomendatuenak ezagutzen dituzten arren (kremak erabiltzea, itzala bilatzea, egunaren erdiko orduetan irtetea saihestea...), % 12k soilik erabiltzen dituzte eguzki-kremak (Passeron *et al.*, 2023). Gainera, beltzarantzea gure kulturaren ezarri da, alde

batetik, edertasunaren sinbolo gisa, eta, bestetik, eguzkiaren aurka babesteko modu gisa. Ondorioz, gai hau zientziaren ikuspegitik bigarren hezkuntzako ikasleekin lantzeak aukera paregabea sortzen du ezagutza zientifiko berria garatzeko, eta, aldi berean, ikasleen alfabetizazio zientifikoa areagotzeko (Passeron *et al.*, 2023).

Eguzkitik babesteko arrazoa erradiazio ultramorearen eta gure gorputzaren arteko interakzioa da, gure larruazaleko ehunetan zelula- eta egitura-kaltea eragiten baitu. Erradiazio ultramore 100-400 nm arteko uhin-luzera duen argi-espektriko ikusgaitik haratago dago, eta energia-mailagatik egiturazko aldaketak sortzen ditu molekulatan. Giza gorputzak, kalte horretatik babesteko, melaninaren sintesia egiten du eta horrek larruazala iluntzen du eta beltzarantzea eragiten du. Hala ere, mekanismo hori ez da nahikoa eguzkiaren gehiegizko esposizioaren aurrean behar den babesa izateko. Aldiz, erantzun natural hori osatzeko, eguzki-kremek UV izpien % 90 inguru blokeatzen dituzten oztopo fisiko-kimiko gisa jarduten dute, larruazalean duten inpaktua gutxituz.

iSTEM IIS hau Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako hirugarren eta laugarren mailako ikasleei zuzenduta dago, eta Fisika eta Kimika eta Biologia eta Geologia irakasgaiak integratzeko aukera ematen du.

IIS hau ikasleari hasieran aurkezten zaion problema baten bidez egituratzen da eta Arazoetan Oinarritutako Ikaskuntza metodologiari jarraitzen dio. Ikasleek sei bezero desberdinen mezuak jasotzen dituzte, eguzki-babesari buruzko zalantzak azalduz. Mezu horietan, pertsonaren argazki bat, kasuaren deskribapena (lekua, urteko garaia, eguzkiarekiko ohiturak...) eta galderak agertzen dira. Horri esker, "Nola babes gaitezke eguzkitik modu osasungarrian?" galdera orokorra testuinguru zehatzetan koka daiteke aurrez definitutako aldagaiak dituzten egoera errealak erabilita. Mezu horien bi adibide ikus ditzakegu 1. irudian.



Kaixo!

Zuen taldearekin harremanetan jartzen naiz eguzkitik babesteko aholkuak eskatzeko. Surfa egitea gustatzen zait eta abuztua Pantin-en (Coruña) pasatzen dut beti. Jendeak zortea dudala esaten dit; izan ere, ez naizenez inoiz erretzen krema botatzeko beharrik ez dudala esaten baitidate. Egia al da hori? Eta horrela ez bada, zer krema mota erabili beharko nuke?

Gainera, krema bota behar badut, surfa egitera noanean bakarrik egin behar dut? Izan ere, Coruñan, nahiz eta uda izan, egun batzuetan hainbeste hodeirekin ez dugu eguzkirik ikusten.

Marta

Eskerrik asko zuen laguntzagatik!



Kaixo!

Zuen taldearekin harremanetan jartzen naiz eguzkitik babesteko aholkuak eskatzeko. Zaragozkoa naiz eta eguraldi ona hasten denean oso arduratsua naiz krema botatzarekin; izan ere, txakurrak hezi eta paseatzea da nire lana; beraz, egun osoa ematen dut kalean eta, nahiz eta arraroa izan erretzea, badakit eguzkitan gehiegi egotea kaltegarria dela. Arazoa da udazken/neguan ez dakidala krema botatzen jarraitu behar dudala ala ez. Hemen egiten duen hotzarekin ere ez dut uste beharrezkoa denik, baina hala ere, nahiago dut ziurtasunez jakitea zein den nire azala zaintzeko modurik onena.

Pablo

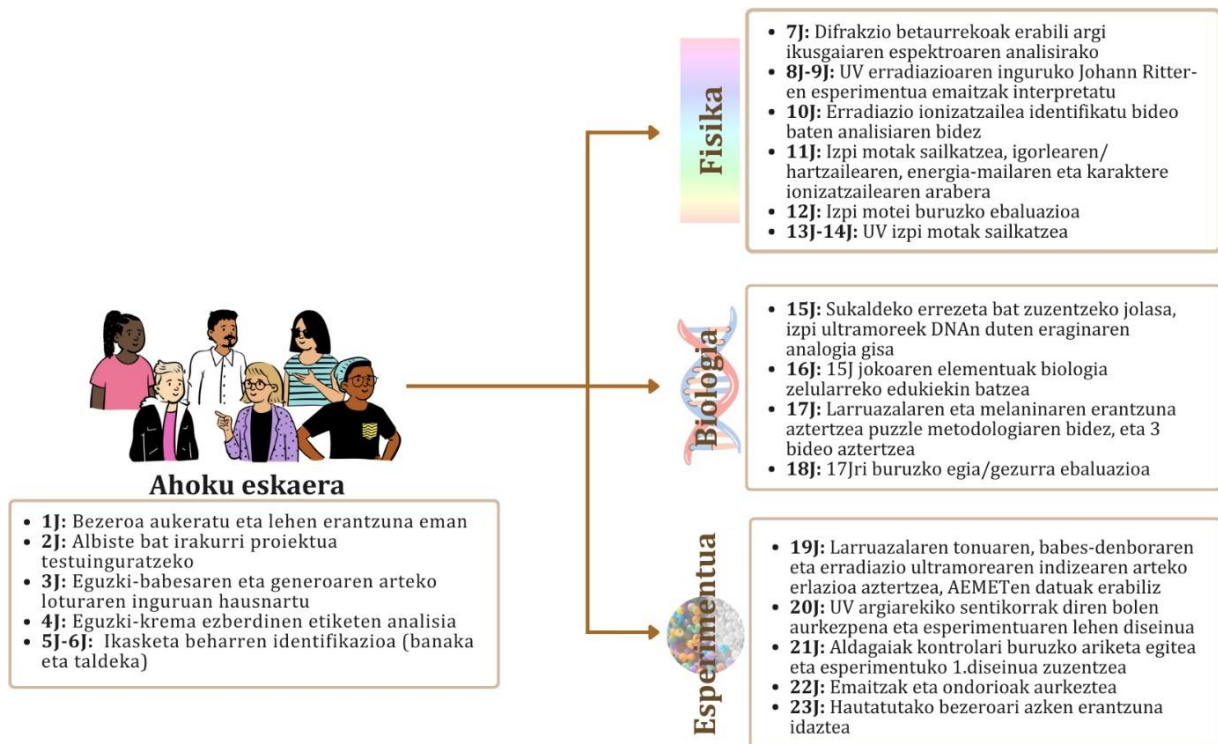
Eskerrik asko zuen laguntzagatik!

1. irudia. iSTEM proiektua testuinguruan jartzeko erabiltzen diren bezeroen bi adibide.

Behin abiapuntu hori ezarrita (2. irudia, J1 -6), eta ebidentzia zientifikoan oinarritutako aholku bat emateko, ikasleek eguzki-argia zergatik den kaltegarria aztertu behar dute. Horren ondorioz, argia fisikaren ikuspuntutik ikertuko dute, argia osatzen duten izpi motak bereizteko (2. irudia, J7-14). Horrela, argi ikusgaia eta argi ez-ikusgaia banatu, erradiazio ultramoreak identifikatu eta gainerako izpiekin zertan bereizten diren aztertuko dute. Hain zuzen ere, erradiazio ionizatzailea edo ez- ionizatzailea den identifikatuko dute. Puntu honetan, eguzki-argiak izpi ultramoreak dituela ikusiko dute, eta elkarerraginean dauden molekulen egitura aldatzeko edo hausteko gaitasuna dutela.

Ezagutza hori, berez, ez da nahikoa eguzkitik zergatik babestu behar dugun ulertzeko; izan ere, izpi ultramore horiek gure azalean duten inpaktuan sakondu behar da. Zehatzago, DNAn egiten dituzten mutazioak aztertu behar dira, melanomen sorrera eta beltzaren jartzearen erantzunera heldu ahal izateko (2. irudia, J15-18).

Ezagutza teoriko hori guztia funtsezkoa da eguzkitik babesteko beharra ulertzeko, baina bezeroen zalantzak espezifikagoak dira. Galdera horiek aztertzeko eta ebidentzietan oinarritutako argudioekin erantzun ahal izateko, ikasleek egokitu zaien kasu espezifikoak aztertu beharko dute (2. irudia, J19), eta beren ikerketa-aldagaietara egokitzen diren esperimenduak diseinatu eta egin beharko dituzte (2. irudia, J20-22). Azkenik, IISan ikasitako guztia erabilita, proiektuaren hasieran aurkeztutako zalantzei erantzun zientifikoa emango diete (2. irudia, J23).



2. irudia. iSTEM IISa osatzen duten jardueren antolaketa.

3. Ikerketaren muina: iSTEM IISaren aplikazioa eta analisia

3.1 IISaren aplikazio-testuingurua

Artikulu honetan aurkeztu den ikerketa oinarritua dago 2023-2024 ikasturtean Bilboko Deustuko Ikastolako DBHko 4. mailan egindako inplementazioan. Kultura zientifikoko irakasgaia erabili zen eta irakasle bakarrak eta 22 ikasle (12 mutil eta 10 neska) hartu zuten parte. Sei taldetan banatu ziren ikasleak, 3-4 pertsonako taldeak sortuz, eta bakoitzak bezero baten ardura hartu zuen. Irakasleari aurretik proiektuaren inguruko formakuntza eskaini zitzaion eta irakaslearen koaderno (IISaren curriculum-oinarri teorikoa, jardueren azalpena, ebazpenak...), ikaslearen koaderno (ariketen enuntziatuekin) eta ikerketarako tresnak eman zitzaizkion.

3.2 Esperimentuen diseinuaren eta bezeroaren erantzunaren analisia

Honako artikuluan inplementazio horretan ikasleek egindako esperimentuen diseinuak eta bezeroei emandako azken erantzunak aztertuko dira. Gela bakarren analisia denez, modu kualitatiboan aztertuko dira ikasleen erantzunak, proposatutako jardueren eraginkortasuna aztertzeko helburuarekin.

Hasteko, ikasleek haien bezeroen zalantzak argitzeko esperimentu bat diseinatu behar zuten argi ultramorearekiko sentikorrak diren bolatxoak erabilita (3A. irudia). Bolatxo horiek UV-argia xurgatzen dutenean koloreztatu egiten dira eta zenbait aldagaien analisia egiteko erabil daitezke (krema mota, gerizpea, ura...). Esperimentuen diseinua egitea ikasleentzako zailtasun bat dela kontuan hartuta, prozesua hiru fasetan planteatuta dago sekuentzian: lehenengo, bezeroaren zalantza argitzeko esperimentuaren pausoz pausoko prozesua aurkeztea eskatuko zaie; ondoren, aldagaien kontrolaren inguruko ariketa bat egingo dute (2. irudia J21) eta, hausnarketa horretan oinarrituta, haien lehen diseinua hobetzea eskatuko zaie. Gero, esperimentua aurrera eraman ostean, bezeroari azken erantzuna idazteko, gelakideen esperimentuen ondorioak entzun eta erabilgarriak diren datuak bildu beharko dituzte. Azkenik, erantzun finala aurkeztuko dute.

Sei talde eta sei bezero daudenez, ikerketa honetan sei esperimenturen diseinu eta erantzunak aztertu dira. Esperimentuen diseinuaren kasuan, lehen eta bigarren bertsioaren arteko konparaketa egin da, aldagaien kontrolaren ariketak eraginik izan duen ikusi ahal izateko. Bestalde, bezeroen erantzunean IISan zehar landutako edukiak eta egindako esperimentuen ebidentziak erabili dituzten aztertu da.



B)

Bezeroaren erantzun dosierra (2 orrialde gehienez)		
Bezeroa: Erantzuten duten taldekideen izenak:		
Bezeroaren datu garrantzitsuak	Bezeroaren zalantza edo galderak	
Proiektua errepasatzen: Begira ezazue zer egin duzuen proiektuko jardueretan zehar eta apuntatu bezeroa laguntzeko eta aholku zientifikoa emateko erabilgarria den informazioa.		
Esperimentu aplikagarrien bila: Talde bakoitzak bere esperimentua (egindakoa, emaitzak eta ondorioak) aurkeztuko ditu. Aurkezpen bakoitzaren ostean 2 minutu izango duzue aztertzeko ea aurkeztutakoa zuen bezeroarentzat lagungarria izan daitekeen edo ez. Hala bada, bete hurrengo zutabeetan informazioa:		
Nork egin du esperimentua	Zer egin dute?	Zein emaitza eta ondorio lortu dute?
1.		
2.		
3.		
...		
Azken erantzuna (bertsio luzea) Azaldu bezeroari zein aholku ematen diozuen bere zalantzak argitzeko. Gogoratu erantzuna argudiatu behar dela.		

3. irudia. A) Argi ultramorearekiko sentikorrak diren bolatxoak, esperimentuetan erabilitako material nagusia. Kolore zuria dute argia xurgatzen ez dutenean. B) Bezeroari erantzuteko bete behar den dosierra, datu erabilgarriak biltzeko.

3.3 Emaitzak

Esperimentuaren diseinuari dagokionez, sei taldeetatik lauk diseinua findu zuten aldagaien kontrolaren inguruko ariketa egin ondoren. Birdiseinu horretan batez ere azalpenen zehaztasuna handitu egiten da, non, talde batek bolatxoaren kolorea zehazten zuen, beste batek bolatxo bakoitzarekin zer egingo den zehazten zuen eta bi taldek kontrolaren kontzeptua gehitu zioten haien esperimentuen diseinuari. Birdiseinua egin ez zuten bi talde horietako baten lehen diseinua nahiko zehatza izan arren, aldagai ezberdinak neurtu nahi zituzten esperimentu bakarrean (FPS

kantitate ezberdinak eta krema marka ezberdinak). Beste taldeak, ordea, ez zuen batere zehazten zer egin nahi zuen.

Hala ere, esperimentuen emaitzak eta ondorioak aztertzeke orduan, ikus daiteke talde bakoitzak aldagai bakarra neurtu zuela azkenean: Gortina jarri edo ez, kremaren prezioa, itzalaren eragina, FPS kantitatea, eguraldia eta uretan egotea edo ez. Beraz, zehaztasun falta zegoen talde horietan, baliteke ahoz momentuan bertan haien hasierako diseinua zuzendu izana aldagai bakarraren inguruko esperimentua egin ahal izateko.

Aurreko atalean komentatu bezala, bezeroari erantzun ahalik eta osoena eman ahal izateko, ikasleek egindako esperimentua elkarri aurkeztu behar zioten, erabilgarriak izan zitezkeen beste emaitzak kontuan izateko (3B. irudia). Egiturari jarraituz, talde guztiek gainerako esperimentuen erregistroa egin dute dosierrean. Azken erantzunean zentratuz gero, talde guztiek erabili dute haien esperimentuaren emaitza bezeroari aholkua emateko, eta hiru taldek besteen emaitzei egin diete erreferentzia azalpena aberasteko. Era berean, hiru taldek bezeroaren kokapen geografikoak duen eraginari egin diote erreferentzia eta sekuentzian zehar landutako edukia berreskuratu dute erantzunerako. Hona hemen bi adibide, lehena esperimentu bakarra erabili duen talde batena eta bestea, berriz, ikuspuntu asko konbinatzen dituen erantzun bat:

- 1) Egunean zehar, egun eguzkitsuetan zein egun hodeitsuetan, krema ematea onuragarria edota komenigarria da, hala ere egun hodeitsuetan babes gutxiagorekin nahiko da.
- 2) Kaixo Endika,

Zure azal zuria eta Huelvako eguzki indartsua kontuan hartuta, gomendatzen dizugu eguzkitik babesteko neurri desberdinak hartzea. Zure galderari dagokionez, gure esperimentuek erakutsi dutenez, krema garestiek eta merkeek, FPS berdina dutenean, babes berdina eskaintzen dute. Hori dela eta, ez dago zertan diru gehiago gastatu krema garestietan; krema merkeak ere berdin babesten zaitu. Garrantzitsua da FPS altua duen krema erabiltzea.

Gure esperimentuen arabera, FPS handiagoak babes handiagoa ematen du argi ultramorearen aurrean. Egunean zehar krema berriro ematea gomendatzen dizugu, batez ere igerilekuan edo itsasoan bainatzen bazara, nahiz eta krema uretakoa izan. Hodeiak dauden egunetan ere krema erabiltzea gomendatzen dizugu, eguzki-erradiazioa murrizten den arren, oraindik ere kaltegarria izan daitekeelako. Gainera, ahal den guztietan itzalean egotea eta arropa egokia erabiltzea lagungarriak izan daiteke.

Ondorioz, aholkatzen dizugu krema merkea erostea, ekonomikoki errentagarriagoa delako eta babes-maila berdina eskaintzen duelako. Inportanteena da FPS maila altua izatea eta krema askotan aplikatzea. Espero dugu aholku hauek lagungarriak izatea.

Ondo izan.

4. Ondorioak

Artikulu honetan aurkezten den iSTEM proiektu honek aukera ematen du Fisika eta Biologia elkartzen dituen ikasketa-prozesu bat garatzeko, non, ikasleen eguneroko bizitzan agertzen den arazo bati zientzian oinarritutako konponbide bat bilatzen zaion. Gainera, material sinplea erabilita, ikasleek haien kabuz egin ditzakete esperimentu ezberdinen diseinua. Ikerketa honetan esperimentuaren diseinuan hobekuntzarik sortzen zen aztertu nahi zen erdian proposatutako jardueraren bidez. Nahiz eta emaitzak bikainak ez izan, seitik lau taldek findu dute lehen bertsioa. Era berean, dosierrearen antolaketa helburuetako bat esperimentuak komunean jartzea zen eta hori guztiek bete dute. Hala ere, bezeroen azken erantzunetan hobekuntzarako tokia dago oraindik.

Ikerketa honek bi muga handi ditu: alde batetik, laginaren tamaina txikia da eta gertatutakoa beste ikastalde batzuetan errepikatzen den aztertzea ezinbestekoa litzateke jardueren erabilgarritasuna benetan ebaluatzeko. Bestetik, ikasgelan bertan gertatutakoa ezin dugu jakin, soilik ikasleen materiala jaso baita. Esperimentuen bigarren diseinuaren eta emaitzen artean diferentziak daudela ikusteak adierazten du aho bidezko hausnarketa bat egon dela esperimentua aurrera eramateko momentuan, eta horren erregistrorik ez da gelditu.

Laburbilduz, ikerketa honek diseinatutako IIS honen hobekuntzarako lehen aurrerapausoak adierazten ditu. Izan ere, proposatutako jarduerak bide onetik doazela dirudien arren, emaitzek ere adierazten dute aldaketaren bat komeni dela erantzun hobeak lortzeko.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

2023-2024 ikasturtean eskola gehiagotan eraman zen aurrera iSTEM proiektu hau, maila eta irakasgai ezberdinetan. Testuinguru horietan gertatutakoa ikertzeke dago oraindik, ikasgela honetan egondako ahuleziak errepikatzen diren ikusteko eta IISaren birdiseinurako ebidentziak handitu eta bidea argitu ahal izateko.

6. Erreferentziak

- Halawa, S., Lin, T.-C., & Hsu, Y.-S. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education: A systematic literature review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF STEM EDUCATION*, 11(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5>
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., & Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209-231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
- Millar, V. (2020). Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science and Education*, 29(4), 929-948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Arriasecq, I. (2022). A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*, 31(2), 383-404. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>
- Passeron, T., Lim, H. W., Goh, C. L., Kang, H. Y., Ly, F., Morita, A., Ocampo-Candiani, J., Puig, S., Schalka, S., Liu, W., Demessant-Flavigny, A.-L., Le Floch, C., Kerob, D., Dreno, B., & Krutmann, J. (2023). Sun exposure behaviours as a compromise to paradoxical injunctions: Insight from a worldwide survey. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 37(12), 2481-2489. <https://doi.org/10.1111/jdv.19421>
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J., & Zuza, K. (2024). A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. *Education Sciences*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Zhou, D., Gomez, R., Wright, N., Rittenbruch, M., & Davis, J. (2022). A Design-Led Conceptual Framework for Developing School Integrated STEM Programs: The Australian Context. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 383-411. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09619-5>

7. Eskerrak eta oharrak

Ikerketa hau iSTEM hezkuntzaren inguruko doktorego-tesi baten zati bat besterik ez da, non, ikuspegi teorikoa eta IISen diseinu eta inplementazioak egin diren institutu batzuetan. UPV/EHUko Ikasgaraia ikerketa-taldearen barruan dagoen proiektu hau Eusko Jaurlaritzaren doktorego-tesien diru-laguntzaz lagundua dago.