

DBHko Natur Zientziak, Teknologia eta Matematika espezialitateetako irakasleen pertzepzioa STEM ereduarekiko

Patricia Aránzazu González Atutxa, Irati Romero Garmendia, Unai Carmona Igartua
Humanitate eta Hezkuntza Zientziak (HUHEZI). Mondragon Unibertsitatea

Azterlan hone xede nagusia da Derrigorrezko Bigarren Hezkuntza etapako irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioa aztertzea, irakaskuntza-ikaskuntza prozesuen ezarpenean eragina duelako. Alegia, irakasleak STEM ereduaren ezarpenaren eragile nagusiak izanik, gauzatuko dituzten praktikak marko horren inguruan duten pertzepzioaren araberakoak izango dira. Helburu hori betetzeko asmoz, Gipuzkoako sare guztietako 5 ikastetxetako Natur Zientziak, Teknologia eta Matematika ezagutza-arloetako 12 irakasle sakonki elkarrizketatu dira, aldez aurretik diseinatutako gidoi bat erabiliz. Emaitzen arabera, elkarrizketatutako irakasleek STEM hezkuntza-ereduaren antzeko ikuskera dute, eta, batez ere, STEM proiektuak diseinatu, ezarri eta ebaluatzeko denbora, baliabideak eta kalitatezko prestakuntza behar direla adierazi dute, aldez aurreko ikerketa ugari ondorioztatu bezala.

GAKO-HITZAK: STEM · Irakasleen pertzepzioa · Derrigorrezko Bigarren Hezkuntza.

Perception of secondary school Natural Sciences, Technology and Mathematics teachers towards the STEM educational model

The main objective of this study is to analyze the perception of teachers in the Compulsory Secondary Education stage regarding the STEM educational model, due to its influence on the implementation of teaching-learning processes. Therefore, teachers are the main drivers of the implementation of the STEM model, and the practices that will be carried out will depend on their perception around this framework. In order to achieve this objective, 12 teachers of Natural Sciences, Technology and Mathematics of 5 educational centers of all the networks of Gipuzkoa have been interviewed in depth, using a previously designed script. The results show that teachers have a similar vision to the educational field STEM and, above all, they point out the need for time, resources and quality training for the design, implementation and evaluation of STEM projects, as concluded in many previous studies.

KEY WORDS: STEM · Teachers' perception · Secondary Compulsory Education.

1. Sarrera

Zientziak, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika (ZTIM, euskaraz; STEM, aurrerantzean) uztartzen dituen hezkuntza-eredua gaurkotasan handikoa da eta haren ospea areagotu egin da azken urteetan (Çevik eta Bakioğlu, 2022). Duela hiru hamarkada sortu izanagatik ere, zaila da oraindik ere adostutako definiziorik aurkitzea (Hallström, Norström eta Schönborn, 2023). Irakasleak direnez marko berritzaile hori ezarri behar dutenak, haien usteak, iritziak eta pertzepzioak aztertzeak garrantzi bizia du. Izan ere, irakasleek haien lanean hartzen dituzten erabakietan aurretiko esperientziek eta pertzepzioek eragin nabarmena dute (Meyer *et al.*, 2018b). Hori dela eta, irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioa neurtzea ere garrantzi bizikoa da; ikerlan honen helburu nagusia dena.

STEM hezkuntza-ereduaren inguruko ikerketei dagokienez, badirudi lehen hamarkadetako joera STEM hezkuntza bera, beraren definizioak, aukerak eta erronkak ikertzea zela, baita ikasleengan zuen efektua ere. Oraintsu, aldiz, STEM arloetako ikertzaileen arretagunea irakasleak dira, eta bereziki, garapen profesionalak irakasleengan duen eraginaren azterketa (Hsu, Tang eta Lin, 2023). Ikerketa honek ere, irakasleengan jartzen du arreta, zehazki, eta aipatu bezala, STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioan.

Azterlan honetan, irakasleek STEM ereduarekiko duten pertzepzioan eta ulertzeko moduan arreta jarri da, STEM hezkuntza-ereduaren inplementazioan irakasleek aurreikusten dituzten aukerak, beharrak, erronkak eta oztopoak identifikatzeko asmoz. Izan ere, irakasleek STEM irakaskuntzan ere funtzio garrantzitsua dute: STEM irakaskuntzaren eraginkortasuna hobetzea ahalbidetu dezakete (Sellami *et al.*, 2022) eta ikasleek duten STEM interesa handitu dezakete, modu berean (Blazar eta Kraft, 2017).

Egun, STEM esparruaren inguruan sortutako mugimenduaren garrantzia handitzen doa (Li *et al.*, 2020) eta geroz eta hezkuntza-erakunde gehiago dira STEM hezkuntza-eredua aplikatzeko planak diseinatzen, eta, apurka, STEM proiektuak ikasgeletan gauzatzen ari direnak. Irakasleak dira STEM markoaren aplikazioaren eragile nagusiak (Aslamn *et al.*, 2018), eta, testuinguru horretan, badirudi STEM diziplinak irakasten dituzten irakasleek pertzepzio ezberdinak izan ditzaketela eta horren arabera izan daitekeela irakasleek gorpuztuko dituzten praktikak (Wang *et al.*, 2011). Beraz, komenigarria da STEM planak eta proiektuak gauzatzen hasi baino lehen, pertzepzio horiek ezagutzea, praktika ezberdinak eta kontraesanak saihesteko asmoz.

Mundu-mailan, irakasleek STEM hezkuntzarekiko duten pertzepzioa aztertzen duten ikerketa ugari egin izan dira, STEM markoaren aplikazioan aurkitzen dituzten erronkak, oztopoak eta zailtasunak identifikatuz, batez ere (esaterako, Han *et al.*, 2015; Siew *et al.*, 2015; Straw *et al.*, 2012; Thibaut *et al.*, 2018; Wahono eta Chang, 2019). Ondorio nagusi gisa, irakasleek STEM hezkuntza-eredua aplikatzeko orduan aurkitzen duten denbora, baliabide eta ezagutza falta azpimarratu daiteke, baita gai honi buruzko formakuntzaren beharra dutela ere.

Hori horrela, honako ikerketa honek Gipuzkoako eskoletako Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako (DBH, aurrerantzean) irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioa aztertzea du xede nagusia.

Elkarrizketak 2022-2023 urteetan zehar egin ziren, eta, beraz, aintzat hartzekoa da, garai hartan, HEZIBERRI 2020 euskal curriculum indarrean zegoela. Heziberri 2020 kompetentzietan oinarritutako euskal hezkuntza-sistema suspertzeko ahaleginez garatu zen. Ikasturte horietan, elkarrizketatutako irakasleek beren gain hartzen zuten Zientziarako, Teknologiarako eta Matematikarako diziplinetako kompetentzien garapenaren irakaskuntza, zehar-kompetentzietan batera. HEZIBERRI curriculumaren berrikuntza eta ekarpen esanguratsuenetako bat «arazo-egoerak» izan ziren, irakaskuntza-ikaskuntza prozesuaren oinarri direnak; baita aipatu diren kompetentziak ebaluatzeko oinarri direnak ere. Diziplinartekotasunaren printzipioari jarraikiz, jakintza-arlo ezberdinetako ezagutzak integratzeko eta kompetentziak garatzeko ardaztat har daitezke, ikerlan honetan aipatzen den hezkuntza-ereduaren bizkarrezurra izan daitezkeenak, hain zuzen ere.

2023. urtean, berriz, 77/2023 DEKRETUA, maiatzaren 30ekoa, Oinarrizko Hezkuntzaren curriculum zehaztu eta Euskal Autonomia Erkidegoan ezartzeko indarrean jarri zen, zeinak, lehen aldiz, ikasleen irteera-profila lortzeko 8 funtsezko kompetentzia definitzen eta garatzen dituen. Haien artean, «STEM funtsezko kompetentzia» dago, aurretiazko Zientziarako, Teknologiarako eta Matematikarako kompetentzien gehikuntzaren emaitza baino gehiago dena.

Hori horrela, irakasleek STEM hezkuntza-ereduaren inguruan dituzten lehen usteak, iritziak eta pertzepzioak jaso direla esan daiteke, elkarrizketak STEM formakuntzarik jaso baino lehen egin baitzitzaizkien.

2. Artearen egoera

STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) akronimoa Zientziak, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika ezagutza-arloak uztartzen dituen hezkuntza-eredua da, 1990eko hamarkadaren hasieran sortu zena. Diziplinarteko ikuspegia duen marko honek ikasleek lortu behar dituzten oinarrizko ezagutzak konbinatzen ditu eguneroko errealitateko kasu edo egoera praktikoekin (Ha *et al.*, 2020).

Literatura zientifikoan STEM definizio ugari aurki daitezke, Kelleyk eta Knowlesek (2016, 3. or.) ematen dutena, kasu, zeinaren aburuz, «bi STEM domeinuren edo gehiagoren STEM edukia irakasteko ikuspegia» den. Alegia, STEM proiektuei buruz hitz egiterakoan, gutxienez, STEM akronimoak bere baitan hartzen dituen bi diziplinaren edo gehiagoren uztarketa aintzat hartu behar da.

Nolanahi ere, kontuan hartzekoa da ez dagoela STEM esanahiari buruzko definizio adosturik (esaterako, Bybee, 2010; Martín-Páez *et al.*, 2019), eta, ondorioz, hainbat interpretazio edo korrante aurki daitezkeela.

Ikuspegi berritzaile honen bitartez, irakaskuntza-ikaskuntza diziplina bakarraren garapenean zentratu beharrean, lau diziplinak, haien ezagutzak eta haien bitartez

ikasleak gara ditzakeen kompetentziak, modu bateratuan aintzakotzat hartzen dira, guztien arteko arrakalarik gabe (Nadelson eta Seifert, 2017), eguneroko bizitzan gertatzen diren arazo-egoera errealetan gertatzen den eran.

Gaurkotasun handiko gaia da STEM, ikasleak herritar kritikoak izan daitezen beharrezkoa izango baitute STEM kompetentzien garapena. Era horretan, ikasleak STEM alfabetatuak izatea hezkuntzaren eskubidea eta helburua izango da, «zientziaren, teknologiaren eta gizartearen arteko erlazio konplexuen kontzientzia izan eta zientzia eta teknologia kultura garaikidearen elementu gisa identifikatzeko» (Sarobe *et al.*, 2020, 36. or.) gai izan behar baitute ikasleek.

STEM ereduaren harira, irakaslearen eginkizuna da ikasleei ezagutza eraikitzen laguntzea eta kontzeptu horien transferentziak egiteko gaitasuna sortzen laguntzea ere, ondoren, bizitza errealeko arazo-egoeretan aplikatu ahal izateko (Moore *et al.*, 2014). Testuinguru horretan, irakasleak STEM diziplinen gainean duen ezagutzak soilik ez du STEM hezkuntza-ereduaren ezartzearen arrakasta bermatuko, pedagogia ere funtsezkoa baita. Hala, erronka izango da STEM edukiak eta pedagogia uztartzea, ikaslearen ikaskuntza-prozesua eraginkorra, erronkaria eta erakargarria izan dadin (Wahono eta Chang, 2019).

Irakasleen STEM pertzepzioaren inguruko berrikuspen bibliografikoa egiterakoan, irakasleen jarrerak, sinesmenak, iritziak, balioak eta bestelako aipamenak aurki daitezke. Hala eta guztiz ere, ikerketa honek irakaslearen pertzepzioan jarri du arreta, alegia, zentzumenen bitartez ingurunetik jasotzen diren inpresioen interpretazioa egiten duen prozesu psikologikoan (Robbins, 2003).

Izan ere, irakaskuntza-praktiketan izan dezaketen eragina dela eta (To Khuyen *et al.*, 2020), funtsezkoa da irakasleen pertzepzioak aztertzea eta identifikatzea (Dopo eta Ismaniati, 2016). Azken urteetan, irakasleen pertzepzioak STEM hezkuntza-ereduan eta haren ezarpenean dituen eraginak sakon aztertu izan dira. Ikerketek agerian utzi dute, oro har, irakasleek STEM hezkuntzari buruz dituzten pertzepzioak eta haren gaineko ezagutzak hertsiki lotuta daudela STEM irakaskuntzaren eraginkortasunarekin (esaterako, Bell, 2016; Bell *et al.*, 2018). Hala, STEM ezagutza duten irakasleek markoarekiko ikuspegi positiboa erakusten duten era berean, STEMekiko jarrera negatiboak dituzten irakasleek STEM ez irakasteko joera izaten dute (Appleton, 2003).

Hezkuntza-eredu honek eskaintzen dituen aukerak eta beharrak antzematea behar-beharrezkoa da, baita erronkak eta oztopoak ere, guzti-guztiek eragiten baitute markoaren ezarpenean. Nabarmendu beharra dago kasu batzuetan aukera bezala azaldutakoa, formulazioaren arabera, beste kasu batzuetan, oztopo edo erronka izan daitekeela, eta alderantziz. Hori dela eta, literatura zientifikoan aurkitutako ebidentziak aurkeztuko dira jarraian, kasuan kasu, autore bakoitzak baliatzen duen terminoa leialtasunez mantenduz.

Hasteko eta behin, nabarmendu beharra dago irakasle askok STEM markoari aukerak ikusten dizkiotela. Adibidez, irakasleek STEM hezkuntza-eredua aukera bezala ikusten dute, STEM irakasgaiek edo diziplinek bizitza errealean duten

rola erakusteko baliagarria delako, eta, modu horretara, ikasleek haien STEM gaitasunak hobetu ditzaketelako (Aslam *et al.*, 2018). Beharren artean, irakaskuntza-prestakuntzako ikastaro, kurtso edo tailerren beharra nabarmendu daiteke; baita adibide praktikoak ikusteko beharra ere (Shernoff *et al.*, 2017).

Aukerak eta beharrak ez ezik, STEM hezkuntzaren inplementazioak erronka ugari ere badakartza. Erronka nagusia irakasleek STEM aplikazioaren eredu edo adibide argirik ez izatea izan liteke (Brand, 2020), zeinak, nahitaez, haren aplikazioa zailtzen duen, irakasleek ez baitute hura ezartzeko behar den ziurtasun edo konfiantzarik. STEM diziplinarteko ikuspegia izanik, irakasleek hezkuntza-eredu hori martxan jarri ahal izateko, diziplina ezberdinak haien artean integratu behar dituzte, loturak eginez, eta horretarako, baliteke diziplina baitako ezagutza nahikoa ez izatea (Honey *et al.*, 2014) edo/eta beste diziplinetako irakasleekin lankidetzan aritzeko aukerarik ez izatea (Han *et al.*, 2015). Alegia, beste diziplinen gaineko ezagutza ere izan behar du irakasleak diziplinen arteko mugak gainditu eta arazo-egoera errealak diseinatzeko. Beste alde batetik, hainbat autorek identifikatutako erronka nagusiak dira irakasleek STEM proiektuak diseinatzeko eta gauzatzeko behar duten denbora (Johari *et al.*, 2013; Straw *et al.*, 2012), baliabide-urritasuna eta proiektuen kostua (Siew *et al.*, 2015; Straw *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2011; Weber *et al.*, 2013).

Nolanahi ere, eta neurri handi batean, ikerketa eta ebidentzia askok frogatzen dute, orain arte, irakasleek zailtasunak eta eragozpenak aurkitu dituztela bai STEM hezkuntza-esparrua bai STEM proiektuak DBHn ezartzeko orduan.

Lehenik eta behin, eta modu globalean esanda, STEM hezkuntza-eredua aplikatzeko orduan dagoen oztopo nagusia sistematikoa eta holistikoa izan daiteke, orain arteko hezkuntza-sistemek ez dutelako izan ez hezkuntza-egiturarik ez curriculum-antolaketa aproposik diziplinartekoa den ikuspegia txertatzeko (Lupi3n-Cobos *et al.*, 2022). Oro har, eta ildo honetatik, curriculum- eta egitura-antolamendua, pedagogia eta ebaluazio-sistema ere oztopo izan daitezke STEM markoaren ezarpenean (Margot eta Kettler, 2019).

STEM hezkuntza-esparrua aplikatzea eragotz dezakeen beste arrazoi bat da irakasleek hezkuntza-esparru horri buruz duten ulermena edo ikusmoldea. Zenbait azterlanek agerian utzi dute irakasleen ezagutza-mailak eragina duela STEM diziplinak aplikatzerakoan (Han *et al.*, 2015; Thibaut *et al.*, 2018; Wahono eta Chang, 2019). Horren harira, eta laburbilduz, STEM diziplinetako irakasleek dituzten hiru oztopo nagusi identifika daitezke: ezagutza-gabezia izatea, STEM aplikatzeko zailtasuna eta STEM diziplinetan dauden gaien artean loturak ezartzeko arazoak (Wahono eta Chang, 2019).

Beste aditu batzuek azpimarratzen dute irakasleek ez dituztela STEM edukiak ezagutzen, ez dutela behar adina ezagutza irakasten ez dituzten STEM irakasgaien inguruan, edukietan hutsuneak dituztela edo/eta gabeziak dituztela STEM ikuspegiari buruz (Azman eta Maat, 2019; El-Deghaidy eta Mansour, 2015; Shernoff *et al.*, 2017).

Sari eta Juandi (2022) haratago doaz oztopo nagusia irakasleek STEM hezkuntza

ulertzen ez dutela ziurtatzean. Beste autore batzuek antzeko baieztapenak egiten dituzte irakasleek STEM kontzeptua ulertzen ez dutela eta haren esanahia zehatz-mehatz deskribatzeko gai ez direla esatean (Brown *et al.*, 2011) edo STEM hezkuntzari buruzko gaizki-ulertuak eta kontzeptu okerrak dituztela adieraztean (Wahono eta Chang, 2019). Beraz, badirudi autore ugari antzerako ondorioak atera dituztela irakasleek STEM hezkuntza-ereduari buruz dituzten kontzepzioen inguruan, eta, gehientsuenek ezagutza eta ulermen falta dagoela egiaztatzen dute.

Behin eta berriz errepikatzen den garrantzi handiko oztopoa denbora da (esaterako, Han *et al.*, 2015; Wahono eta Chang, 2019). Irakasleen eguneroko jardunean hamaika dira egin behar dituzten zereginak, eta, denboraren kudeaketa funtsezko faktorea da STEM hezkuntza eraginkorra lortze aldera (Azman eta Maat, 2019). Horrez gain, STEM hezkuntza diziplinarreko ikuspegia denez, diziplina ezberdinen arteko irakasleak lankidetzan aritzea eskatzen du eta, irakasle batzuek denbora-multzo komunak izateko dituzten mugak identifikatu zituzten (Han *et al.*, 2015; Shernoff *et al.*, 2017).

Denbora funtsezko baliabidea den arren, STEM proiektuak gauzatzeko baliabide orokorren beharra ere ezinbestekoa da. Baliabide-eskasia sarri aipatzen den oztopoa da (Aslam *et al.*, 2018; Shernoff *et al.*, 2017), STEM proiektuek material eta objektu bereziak eskatzen baitituzte. Baliabide material eta espezifikoen beharraz gain, espazio jakinen beharra ere aintzat hartu beharreko faktorea da (Han *et al.*, 2015).

Eskola-testuinguruan, zuzendaritza-taldearen edo STEM koordinatzaileen jarrerak ere eragina izan dezake eskolak STEM hezkuntza-ereduarekiko duen konpromisoan (Aslam *et al.*, 2018); izan ere, horiek dira, hain zuzen ere, behin baino gehiagotan hezkuntza-esparru hori ezarri ahal izateko edo beharrezko materialak eskuratzeko baimena eman behar dutenak, edo irakasleak STEM proiektuetan lan egin ahal izateko denbora komunetan bildu ahal izateko baimena eman behar dutenak.

STEM hezkuntza-esparruan, gai horri buruzko garapen profesionaleko ikastaroak jasotzea onuragarria dela frogatu da, irakasleen pertzepzioan aldaketa positiboa eragiten baitu eta errotutako praktikak aldatzeko modu eraginkorra izan baitaiteke (Herro eta Quigley, 2017). Alegia, STEM hezkuntza-ereduari buruzko garapen profesionaleko programak jaso eta gero, irakasleen pertzepzio eta jarrera orokorrak positiboagoak dira (Du *et al.*, 2019; Thibaut *et al.*, 2019) eta STEM praktika eragingarriak aplikatzeko gaitasunak lortzen dituzte (Du *et al.*, 2019).

Dena den, garapen profesionalean jasotakoa eta ikasitakoa modu ezberdinetan aplikatu daiteke (Pfeffer eta Sutton, 2000); izan ere, garapen profesionaleko ikastaroak gauzatu eta gero, STEM diziplinetako irakasleek STEM hezkuntzari buruzko ikuspegi ezberdinak gara ditzakete, eta, ondorioz, praktika ezberdinak gorpuztu ditzakete (Wang *et al.*, 2020).

Nolanahi ere, badira kontuan hartu beharreko beste aldagai batzuk STEM hezkuntza-esparruaren hautemateari dagokionez, ondoren aipatuko diren faktoreek

aniztasuna sor baitezakete pertzepzio horretan. Irakasleen adina, generoa eta irakasten duten diziplina, besteak beste, aintzat hartu beharreko aldagaiak izan daitezke.

Oinarrizko ikuspegi teoriko batetik, irakasleen lan-esperientziak eragina du haien pertzepzioetan (To Khuyen *et al.*, 2020). Hori horrela, irakaskuntza-esperientzia handiagoa duten irakasleek lanbideari lotutako gaitasun gehiago garatu ahal izan dituzte, eta, horrek, aldi berean, haien jarreretan modu desberdinean eragina izan lezake (Bandura, 1997). Nahiz eta, irakaskuntza-esperientziaren azken etapetan irakasleen eraginkortasuna murriztu daitekeen (Klassen eta Chiu, 2020).

STEM hezkuntzari dagokionez, aldaketa gerta daiteke esperientzia duten irakasleen eta irakasle berrien pertzepzioen artean: alde batetik, irakasle hasiberriek STEM hezkuntzari buruzko iritzi hobekak dituzte, eta bestetik, hezkuntza-maila handitu ahala, STEM hezkuntzaren pertzepzioa egokiagoa garatzen den neurrian, hura aplikatzeko zailtasun gehiago sortzen dira (To Khuyen *et al.*, 2020).

Beste alde batetik, generoa aldagaiari dagokionez, badirudi ez dagoela alderik STEM esparruarekiko zein haren aplikazioarekiko duten pertzepzioan (Lee *et al.*, 1991).

Aldiz, ikerketek erakutsi dute irakasleek irakasten duten diziplinaren izaerak eragina izan dezakeela haien STEM pertzepzio orokorrean. Hala, STEM diziplina espezifiko bakoitzeko esperientziak desberdintasunak eragiten ditu irakasleek STEM hezkuntza osoari buruz dituzten pertzepzioetan. Gaiari buruzko erreferentzia batzuek erakusten dute, oro har, Matematika arloko irakasleek STEM irakaskuntzarekiko jarrera eta pertzepzio okerragoa dutela (Thibaut *et al.*, 2018).

Dena den, alde zehatzetik aipatutako aldagai hauek guztiak modu bateratuan aztertu dituzten azterlanek ondorioztatzen dute, STEM hezkuntzaren pertzepzioaren harira, ez dagoela estatistikoki esanguratsua den emaitzarik irakasleen adinaren, irakasgaiaren eta esperientziaren artean (Rahman *et al.*, 2022).

3. Ikerketaren muina

3.1. Helburuak eta ikerketa-galderak

Azterlan kualitatibo honen helburu nagusia da Gipuzkoako DBHko irakasleek STEM ereduarekiko duten pertzepzioa aztertzea. Metodologia kualitatiboan kokatutako ikerketa izanik, ikertzailearen usteak baieztatze edo ezeztatze hipotesiak formulatu beharrean, ikerketa-galderak planteatu dira:

1. Nola definitzen edo ulertzen dute STEM hezkuntza-eredua?
2. Zeintzuk dira nabarmentzen dituzten aukerak?
3. Zeintzuk dira azpimarratzen dituzten beharrak?
4. Zeintzuk dira STEM hezkuntzaren inplementazioan eta STEM proiektuen diseinuan, gauzatzean eta ebaluazioan aurkitzen dituzten erronkak eta oztopoak?

3.2. Arlo metodologikoa

Ikerketa honetan metodologia kualitatiboa aplikatu da fenomeno bat bere testuinguru errealean eta parte hartzen duten eragileen ikuspegitik ulertzea helburu izan delako (Stake, 2013).

Era berean, ikerketa honek paradigma humanistiko-interpretatiboa eskatu du, helburua pertsonen esanahiak eta pertzepzioak ulertzea eta interpretatzea izan baita (Bisquerra, 2016). Horren barruan, ikerketa etnografikoa (Hymes, 2006) izan da gauzatu dena, zehazki, DBH etapako irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioa aztertzea izan delako helburu nagusia.

Datuak sortzeko eta jasotzeko protokoloa Mondragon Unibertsitateko Ikerketarako Etika Batzordeak berrikusi eta onartu du, ALLEA (ALL European Academies, 2023) «Osotasunerako Europako Jokabide Kodea Ikerketan» kodearekin bat egiten duena. Beraz, datuak jasotzeko prozesuan ikuspegi etikoa eta arduratsua parte-hartzaileekiko errespetuan oinarritu da, elkarrizketatuen konfidentziasuna eta intimitatearen babesa bermatuz.

Ikerketa-diseinuari jarraikiz, eta, betiere, ikerketa-galderei erantzuteko asmoz eta informazioa biltzeko asmoz, DBH etapako irakasleei elkarrizketa erdiegituratuak egin zaizkie; zehatz-mehatz, alde zuzeneko prestatutako gidoi batetik abiatuta egin direnak. Gidoia sortzeko orduan, triangulazioaren metodoari jarraitu zaio, non ikertzaile anitzek, eztabaiden bitartez, gidoia moldatu eta osatu duten.

Ondoren, elkarrizketak egin ostean, transkripzioak ADITU (Elhuyar, 2024) programa erabili egin dira, zeinak parte-hartzaileekin kontrastatu diren. Elkarrizketak 2022-2023 urteen bitartean egin dira eta batez besteko iraupena 34 minutukoa izan da.

Transkripzioak egin eta gero, datu kualitatiboen azterketa eta kategorizazioa errazteko, ATLAS.ti (9. bertsioa) analisi kualitatiboko programa erabili da. Datu kualitatiboen azterketa egin da «ikertzaileek bildutako informazioa antolatzeke eta manipulatzeko (...), erlazioak ezartzeko, interpretatzeko, esanahiak eta ondorioak ateratzeko» (Spradley, 1980, 70. or.). Horretarako, prozesu zikliko batean zehar, eta informazioari zentzua aurkitzeko azken helburuarekin (Tesch, 1990), lortutako informazio-bolumen guztia oinarritzeko unitateetan edo kategorietan laburbildu eta antolatu da, hots, kodetu edo kodifikatu egin da. Miles eta Hubermanek (1994) kodetzea aztertzea dela diote; izan ere, kodetzeko orduan, transkripzioak behin eta berriaz aztertu eta modu esanguratsuan diseinatu dira: analisia hori izanik.

Laburbilduz, corpusaren analisia Miles eta Hubermanek (1994) proposatutako hiru urratsei jarraituz egin da: lehenik eta behin, transkripzioetako informazioa eta datuak murriztu dira, hau da, datu gordinak kategoriatan sinplifikatu dira eta kodifikatu dira, kode bat esleituz. Prozesu horretan, hiru adituk berrikuspen sistematikoak egin dituzte, kategoriatan, kode eta deskribapenen zerrendan proposamenak eginez. Ondoren, kode eta kategorien arteko erlazioak sakonki ulertzeko prozesuak egin dira, informazio pertinetea ondo aukeratuz, erlazionatuz eta ulertuz. Azkenik, ondorioak interpretatu dira, hasierako marko teorikoaren argitan.

Azterlan honetan, aipatu bezala, kodifikazioa eta analisis adituak eta arituak diren hiru irakaskuntza-ikertzailearen laguntzarekin egin dira. Dena den, analisiak egin bitartean, hasierako errepertorioa eraginkorragoa izan zedin, kategoriak birmoldatu dira, adituen oniritziz, erregistro-unitatea osatuz eta aplikatuz.

3.3. Parte-hartzaileak

Ikerketa-galderei erantzun ahal izateko, DBH etapako 5 hezkuntza-zentro ezberdinetako Natur Zientziak, Teknologia eta Matematika espezialitateetako 12 irakasle elkarriketatu dira. Hezkuntza-zentroak Euskal Autonomia Erkidegoan (EAE) dauden hiru sareetakoak izan dira: Ikastolen Elkartea (% 60), publikoak (% 20) eta Kristau Eskola (% 20). Generoari dagokionez, modu boluntarioan elkarriketatutakoen % 83,3 emakumeak izan dira, eta % 16,6 gizonezkoak. Taulan ikus daitekeenez, DBH etapako STEM espezialitate guztietako irakasleak dira, bai eta lan-esperientzia ezberdinetakoak ere.

Ondorengo taulan (ikus 1. taula) irakasleei buruzko ezaugarriak eta informazioa aurki daitezke:

1. taula. Elkarriketatuak izan diren irakasleen ezaugarriak.

Parte-hartzailearen zenbakia	Generoa	Irakasle-esperientzia	Jatorrizko ikasketak	Irakasten dituen diziplinak	Zentroa	Grabazioaren iraupena
1	Emakumezkoa	4 urte	Ingeniaritza Biomedikoa	Teknologia eta Fisika-Kimika	(1)	27:00 minutu
2	Emakumezkoa	16 urte	Biokimika	Biologia-Geologia	(2)	33:16 minutu
3	Emakumezkoa	5 urte	Biologia Molekularra	Fisika-Kimika eta Biologia-Geologia	(3)	23:49 minutu
4	Emakumezkoa	23 urte	Nekazaritza Ingeniaritza	Matematika	(3)	37:35 minutu
5	Emakumezkoa	26 urte	Zientzia Biologikoak	Biologia-Geologia, Matematika, Fisika-Kimika	(4)	40:16 minutu
6	Gizonezkoa	3 urte	Biologia	Biologia-Geologia, Fisika-Kimika, Matematika eta Teknologia	(5)	32:13 minutu
7	Emakumezkoa	24 urte	Matematika	Matematika	(3)	27:39 minutu

8	Gizonezkoa	29 urte	Ingeniaritza Mekanikoa	Fisika- Kimika eta Teknologia	(5)	46:00 minutu
9	Emakumezkoa	22 urte	Biologia	Natur Zientziak	(3)	34:11 minutu
10	Emakumezkoa	7 urte	Biokimika	Fisika- Kimika	(2)	28:16 minutu
11	Emakumezkoa	21 urte	Biologia	Natur Zientziak eta Matematika	(4)	38:05 minutu
12	Emakumezkoa	24 urte	Kimika	Biologia- Geologia, Fisika- Kimika eta Matematika	(1)	39:50 minutu

Iturria: lanketa propioa.

4. Emaitzak

Irakasleei STEM hezkuntza-ereduari buruz modu zabalean galdetzerakoan, ematen dituzten erantzunak bost atal nagusitan bereiz daitezke, ikerketaren kategoria nagusiekin bat datozenak: 1) STEM definizioa edo STEM nola ulertzen duten; 2) STEM esperientziak; 3) STEM hezkuntza-ereduak ematen dituen aukerak; 4) STEM hezkuntza-eredua ezartzeko dituzten beharrak; 5) azkenik, bidean aurkitzen dituzten erronkak eta oztopoak.

4.1. STEM definizioa

Irakasleek STEM hezkuntza-ereduaren inguruan ematen dituzten definizioek diziplinarteko ikuspegia dute oinarrian, «arlotuak baino, arlo konektatuak» (6:41) direla ulertzen baitute STEM hezkuntzak barne biltzen dituen eremuak. Zientziak, Teknologia eta Matematika diziplinak hertsiki lotuta daudela adierazten dute (4:62), eta STEM hezkuntza-ereduak lotura horiek agerian jartzen dituela. Horrez gain, diziplinen aplikagarritasunean eta erabilgarritasunean jartzen dute arreta (11:37), eskolan lantzen denak kanpoan, bizitza errealean, aplikazioa duelako, eta, alderantziz; alegia, norabide bikoitzeko ikasketa dela diote. Azkenik, inguru errealean gertatzen diren arazo-egoerak ulertzeko eta hauei irtenbidea emateko (9:34), diziplina guztietako konpetentziak aplikatu behar direla uste dute, modu honetara:

(...) beraiei arazo bat edo problema bat azaldu, eta, diziplina ezberdinen bitartez, beraien kabuz, gu gidari edo laguntzaile bezala izanda, kontzeptu ezberdinak edo ikasgai ezberdinak barneratzen joatea. (10:32)

STEM proiektuak egiterakoan metodologia ezberdinak barnera daitezkeela aipatzen dute, amaieran produktu motibagarri bat (3:27) lortzen dela. Horretarako, aurretiaz erakutsi bezala, arlo, ikasgai eta gaitasun ezberdinak uztartzen dira:

Azkenean produktu bat lortzeko, produktu motibagarri bat, gaur egungo gizartearekin zerikusia duen proiektu bat, ba, bidean, arlo ezberdinak uztartzea, ikasgai ezberdinak uztartzea eta baita ere, gaitasun ezberdinak. (3:27)

Azkenik, irakasleek STEM hezkuntza-ereduak zehar-konpetentziak garatzeko ematen dituen aukerak agertzen dituzte, hala nola taldean lan egitea (3:27; 9:38), «kooperatiboa izatea, sortzailea izatea, ekintzailea izatea» (9:38).

4.2. STEM esperientziak

STEM hezkuntza-ereduaren inguruan uste, esperientzia eta pertzepzio ezberdinak izan ditzakete irakasleek. Hori horrela izanik ere, STEM irakaskuntza-esperientziaren harira, elkarrizketatuek inplementatu dituzten arazo-egoerak proiektuen bitartez aurkeztu zaizkie ikasleei eta bi motatakoak izan dira: diziplina bakarreko proiektuak edo diziplinarteko proiektuak.

Arreta lehen motan jarriz, diziplina bakarrean zentratutako proiektuak egin dituzte, esate baterako, Teknologian ardaztutakoa, zeinean eskolako patioaren erreformak egin zituzten edo habia-kutzak sortu zituzten (1:106) edo DBHko 3. mailan, Fisika-Kimikan, elektrizitatearen inguruko proiektua (8:72) egin zuten.

Irakasle gehienek, ordea, esperientzia dute diziplinarteko proiektuak gauzatzeko, bi diziplinako edo gehiagoko konpetentziak eta edukiak uztartuz, proiektuak sortu, moldatu (7:49) eta baliatu baitituzte DBH etapako zenbait mailatan. Helburu hori lortzeko, momentu hartako curriculum-dekretuak, zehazki, HEZIBERRI 2020k, maila eta ikasgai bakoitzerako markatutako diziplina baitako eta zehar-konpetentziak, edukiak eta ebaluazio-irizpideak erabili zituzten.

Proiektuak edo STEM proiektuak (STEM proiektuok aztertu ezean, ezin jakin baitaiteke STEM hezkuntza-ereduak eskatzen dituen betebeharrak eta minimoak betetzen dituzten) maila ezberdinetan aplikatu dituzte, Zientziak, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika diziplinak eta konpetentziak uztartuz, hala nola DBHko 2. mailan Fisika-Kimika eta Teknologia erlazionatzen dituen energiari buruzko proiektua (2:41), eta DBHko 3. mailan habia-kutzak sortzeko proiektua (4:47). Dena den, deigarria da proiektu askotan STEM ez diren diziplinak ere uztartu dituztela, esate baterako: Teknologia, Fisika, Matematika eta Euskara (4:90) lotzen dituenak, hizkuntzak ere aintzat izanik; Natur Zientziak, Matematika, Gizarte eta Euskara (6:48), hizkuntzak eta Gizarte Zientziak ere landuz. Beste kasu batzuetan, Fisika-Kimika, Teknologia, Frantsesa, Euskara eta Gorputz Hezkuntza uztartu dira (10:62) edo Teknologia, Matematika eta Euskara (12:30), Giza Gorputza eta Plastika (5:92) edo Plastika eta Informatika (5:91). Badaude, gainera, beste helburu batekin egin izan dituzten proiektuak, adibidez, Gizarte Zerbitzua helburu izan dutenak (9:67) edo ulermena hobetzeko helburua duten proiektuak (9:28).

Aukera ezberdinez sortutako proiektuak ikasleen eta egoeren arabera diseinatuak, gauzatuak eta ebaluatuak izan dira. Nolanahi ere, kasu batzuetan, agerian geratu da ikasturte-bukaerako asteak edo aste kulturalak baliatzen direla proiektuok garatzeko (1:103; 12:31), ikasturtearen antolamenduak eta ikasgaien zurruntasunak ez duelako aukera gehiagorik eskaintzen, haien aburuz.

4.3. Aukerak

Irakasleen jarrera pertsonalek ere zerikusia izan dezakete STEM hezkuntza-eredua ulertu eta haren aplikazioa egiteko duten eran. Egoera honetan, elkarriketatutak izan diren irakasleek Zientziarekiko, Matematikarekiko eta Teknogiarekiko pertzepzio positibista dute haien eguneroko bizitzan, eta, beraz, begi onez ikusten dute; ikuspegi hori ikasleei helaraz diezaiekete. Irakasleen ustez, bizitzako edozein alderdi Zientziaz eta Matematikaz inguratuta dago (5:11) eta eguneroko bizimoduan duten aplikazioa ikusirik, Matematikaren garrantzia egunero ikusten dela, nabaria dela (7:7) diote.

Aurretiaz azaldutako haren aplikazioak STEM hezkuntza-ereduari askotariko aukerak ikusten dizkiotela frogatzen du, ematen dituzten definizioekin bat datozenak. Batetik, irakasten dituzten diziplinen garrantzia ikusteko (7:43) eta diziplinen arteko loturak egiteko (11:35) aukera ematen duela azpimarratzen dute, «arlo konektatuak» (6:42) baitira. Bestetik, diziplinek eguneroko bizitzan duten aplikagarritasuna ikusteko eta ulertzeko ere (2:51; 8:40; 9:43; 11:39) baliagarria dela:

Uste dut STEM oso garrantzitsua dela ikasleak ikaskuntza-prozesua ulertzeko: zertan ari diren, zertarako ari diren eta zein den helburua. (4:61)

Ikaslea erdigunean jarrita, eskola-inguru hurbilean duten errealitatea gelara ekartzeko balio duela diote, adibidez, STEM langileak eskolara ekartzeko edo STEM langileek lan egiten duten lantokietara bisitak egiteko (11:38). Ikaskuntza-irakaskuntza metodo tradizionaletik aldendu eta ikasleei «beste modu batera ikasteko aukera ematen die» (10:42), ikasten duten hori geroaldian gogoratuko dutelako (2:63). Gainera, diziplina baitako konpetentziak garatzeaz gain, ikasleek zehar-konpetentziak ere lantzen dituztela baiesten dute (9:40).

Ikasleek jasan ahal dituzten onurekin jarraituz, gelako errealitatean dagoen aniztasunari aurre egiteko modu aproposa dela ikusten dute (11:44), gaitasun ezberdineko ikasleek, beharbada ikastea gustuko ez duten ikasleek ere haien ekarpena egiten dutelako eta lana aurrera ateratzen dutelako talde-lanaren bitartez (3:28).

Aipatutako ez gain, ikasleen interesean eta motibazioan eragina izan dezakeela azpimarratzen dute; izan ere, «ikasteko beste modu» honekin (10:40), ikasten dutenak «bizitzan zerbaiterako balioko» diela ikusten dute (9:42), eta, ondorioz, ikasleak motibatzen dira. STEM proiektuak bizi izan dituzten ikasleek «oso interesgarria» dela diote (7:44), «ilusioa» izaten dute (7:42) eta batzuk «zorutzen, ondo eta gustura» daude (4:53).

Ikasleek ez ezik, irakasleek ere antzematen dituzte onurak haien jardunean, adibidez, «askatasuna» sentitzen dute (11:43), denborak ez baitaude mugatuta:

Txirrinak ez ditu momentuak mugatzen. Sekulako libertatea dugu gauzak luzatzeko, edo momentu batean mozteko edo zuk nahi duzun moduan erabiltzeko. (11:43)

Aurretiaz adierazi bezala, elkarrizketak 77/2023 dekretua aurretiko momentuan egin baziren ere, irakasle batzuek aurreikusten zituzten dekretu berriak ekar zitzakeen erreformak, eta aukera bezala ikusten zuten: «lege-aldaketak STEM lantzeko aukera ekarriko du» (1:61).

4.4. Beharrak

Ikus daitekeenez, askotariko aukerak ezagutzen dituzten arren, STEM hezkuntza-eredua ezartzeko dituzten beharren zerrenda luzea egiten dute. Ezbairik gabe, aho batez onartzen duten eta salatzen duten beharra «denbora» da (1:55; 4:48; 7:93; 9:44; 10:45; 11:33), esate baterako, «lehenengo norberak informazioa hartzeko, informazioa kudeatzeko, eta, gero, sormenez lantzeko» proiektuak (5:49). Denborarekin batera, espazio edo/eta baliabide falta ere ezagutarazten dute (1:59; 2:53).

STEM hezkuntza-eredua berrikuntza gisa planteatu daiteke ikastetxeen errealitatean, eta edozein aldaketa, erreforma edo berrikuntzaren aurrean bezala, STEM arloko formakuntzaren beharra dutela jakinarazten dute (1:57; 7:36), irakasleek proiektuak diseinatu eta gauzatu nahi badituzte, haiek ere «hornituta» egon behar dutelako (3:19). Horrelako kasuetan, kanpo-formakuntzak eta «kanpolaguntza» (11:36) eskertzen dute.

Beste irakasle batzuek irakasleen arteko laguntza, lankidetzeta eta elkar motibatzea behar-beharrezkotzat hartzen dute, «irakasleen babes» hori barik (2:56) ezinezkoa delako STEM hezkuntza-eredua martxan jartzea. Aldaketaren eta berrikuntzaren atarian sentitzen den beldurra gainditu behar dela diote batzuek, eta eskolan jada landuta dituzten proiektuak, guztiz finduta edo amaituta ez dauden arren, aplikatzeko bultzada behar dutela diote (4:50), alegia, hasiera izaten dela zailena, «hastea» (6:53).

4.5. Erronkak

Nondik begiratzen den, arlo ezberdinetan gertatu ohi denez, identifikatutako beharrak erronkak edo oztopoak izan litezke, biak batera edo alderantziz. Erronkei dagokienez, STEM hezkuntzaren harira, «etengabe eguneratuta diren proiektuak sortzea» aipatzen dute (5:51) eta, gaiarekin kezkatuta, «STEM barnean genero parekatua lortzea» ere misio dute (5:56).

4.6. Oztopoak

Oztopoak ere ugari dira. Berriz ere, nagusiki berresaten den oztopoa «denbora» da (3:22; 5:37; 5:46; 6:44-49, 7:39; 9:44; 12:34), bereziki, eskolen ohiko egituraketa dela eta, STEM proiektuak diseinatzeko denborarik ez dutela defendatzen dute:

(...) baina, nik ikusten dudana da gu momentu honetan denboraz oso-oso larri gabiltzala. Irakasle moduan, ikusten dut falta zaidala denbora, ba, proiektu horrek diseinatzeko. Igual (...) ideia eduki genezake, baina baliabideak eta denbora ez. (12:34)

Ez dakit, gu saiatu izan garenean hori diseinatzen lehenengo muga da, eta noiz egingo dugu hau? Noiz murgilduko naiz holako proiektu batean? Noiz elkartuko ditut 4-5-6 irakasle horiek elkarren artean zerbait diseinatzeko eta denen artean zerbait osatzeko? Eta lehenengo pausua, hori guztiaz informatzeko denbora noiz hartu ere? (6:45)

Gaiari buruz duten ezagutza eta ohitura falta ere oztopo garrantzitsu gisa identifikatzen dute; izan ere, ez dute gaia «kontrolatzen» eta ez dute «hanka sartzerik» nahi (4:55). STEM proiektuen diseinuan esperientzia falta antzematen dute (7:37), zeinak beldur-sentipena sortzen dien. Eta horixe da, zehazki, beste behin adierazten duten sentipena, beldurra, hain zuzen ere. Beldurra, orain arte ez dutelako egin eta ondo egiteko izu direlako (1:58).

Beldurtzen gaitu gure materia eman behar horrek. Ikusten dut denborak jan egiten gaituela eta programaketaren presioa dugula: «hau eman behar da eta hau eman behar da». Eta hori, gure mailatan oraindik ez dugula ebaluazio edo kanpo-ebaluazioaren presioa, ba, bueno, gure mailan ematen ditugu edukiak, baina klaro, gero goaz bigarrenetik hirugarrenera, hirutik laura eta hasten dira «eske batxilergoa, eske gero ez dakit zer», orduan, kanpo-ebaluazioa dagoen momentuan beldurtu egiten gara irakasleok. Entzuten ditugu, «klaro, eske pasatu duzue denbora piloa hau egiten». Ikusten dut handicap hori dela. (12:47)

Faktore honekin erlazionatuta, irakasleen lan-esperientziak eta lan-luzerak izan dezakeen eragina argi ohartarazten dute, alegia:

Berria bazara, agian beldurra duzu proiektuan sartzeko eta urte asko badaramatzazu, «zona de confort» horretan zaude, ez duzu inolako gogorik proiektu berritzaileetan sartzeko. (2:55)

Hezkuntza-sistemaren «zurruntasuna» (1:67) eta antolamendu orokorra (1:57) ere badira STEM hezkuntzaren aplikazioa oztokatzen duten faktoreak. Baita euskal curriculumaren egituraketa ere (8:41), ikasgaiak modu independente eta isolatuan lantzeko proposamena egiten duelako.

Dena den, espezialitateko irakasleen arteko koordinazioari (1:72) eta irakasleen prestutasunari garrantzi handia ematen diete (10:45). Irakasleak gehiago inplikatu beharko lirakeela jakinarazten dute, «ikuspegi zabalagoa» izanez (10:48). Izan ere, irakasleen pentsatzeko eta egiteko erak aldatu ezean, ezin baitaiteke STEM hezkuntza-eredurik ezarri:

Irakasle batzuk ez daude prest, entzuten dituzu hainbat gauza, adibidez, klase asko galtzen direla, materia galtzen dela, ez dutela denborarik bere materia emateko, ikasleek denbora-pasa bezala hartzen dutela. (2:60)

Kasu batzuetan, irakasleen lankidetzarik eza zehazteaz gain, eskolako zuzendaritza-taldeak jartzen dituen eragozpenak ere nabarmentzen dituzte (2:57).

Aitzitik, irakasleen eguneroko jardunean duten erritmoak eta dituzten zeregin guztiek traba egiten dute STEM proiektuen diseinuan, askotan denbora zeregin zehatz horietara bideratzen baitute (1:12). Gainera, eta, kontraesankorra dirudien

arren, proiektuak garatzeko denbora dutenean, proiektuak larregi zehazteko tendentzia dute, zuzenean aplikatu beharrean (4:51).

Diziplinen nolokotasunera bueltatuz, Matematikako irakasle batek Matematikan ardaztutako proiektuak sortzeko dituen zailtasunak aipatzen ditu, «hizkuntza bat» izanik, beste zientziak lantzerakoan aplikatzen baita:

Niri Matematikan, adibidez, oso zaila egiten zait Matematika bera bakarrik aplikatzeko proiektuak sortzea, orduan, gehiago ikusten dut Fisika-Kimika edo Naturreko arloko proiektuetan txertatzea. Matematika ikusten dut dela tresna bat Fisika-Kimikan edo Biologia edo Geologian aplikatu ahal dena, baina Matematikan berez, Matematikako proiektu bat egitea zaila ikusten dut. (12:42)

Azkenik, ebaluazio-sistemaren inguruko zalantzak eta oztopoak plazaratzen dituzte (3:23; 9:36). Hots, STEM proiektuak egin eta gero, «ebaluazioa oso zaila» dela diote (2:64).

Orokorki, irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioa positiboa dela esan daiteke. Irakasle batzuek «arlokoa izango ez den eta proiektuak landuko den STEM hezkuntza batean» sinesten duten (1:52) bitartean, beste batzuek, oraindino, zalantzak dituzte:

Proiektuak lan egitea oso interesgarria da, baina nire kezka beti izaten da dena lantzea proiektuaren bitartez. Hau da, proiektuak landuta, lortuko lituzkete ikasleak edukiak eta gaitasunak, gero batxilergo batean edo selektibitatean aurrera egiteko? Horrek beti kezka sortzen dit. Proiektuak egitea beharrezkoak direla iruditzen zait, eta STEM proiektuak ere bai, baina zenbateraino, kontuan izanik curriculum hori dagoela? (7:46)

5. Eztabaida eta ondorioak

Azken hamarkadetan, STEM terminoa sarriago aditzen ari da hezkuntzaren esparruan. STEM hezkuntza-ereduaren inguruko mugimendua gero eta nabarmenagoa denez (Li *et al.*, 2020), garrantzizkoa da irakasleek hezkuntza-eredu zehatz honen gainean duten pertzepzioari erreparatzea; finean, irakasleak baitira STEM markoaren ezartzearen eragile printzipalak (Aslam *et al.*, 2018).

Zentzu horretan, azterlan honetan elkarrizketatuak izan diren irakasleek STEM hezkuntza-ereduari buruz aritzerakoan adierazten dutena atal hauetan bereiz daiteke: STEM markoari buruz ematen duten definizioa edo ulertzeko duten era, STEM hezkuntza-ereduak eskaintzen dituen aukerak, STEM planak edo proiektuak abian jartzeko beharrezkoak dituzten alderdiak, STEM diziplinarteko ikuspegiak berarekin dakartzan erronkak, eta, bereziki, STEM hezkuntza-ereduaren aplikazioari begira, bidean aurkitzen dituzten oztopo edo zailtasunak.

Lehen atalari erreparatuz, STEM hezkuntza-eredua diziplinarteko ikuspegi bat bezala ulertzen dute, haien aburuz, STEM hezkuntzak barne hartzen dituen diziplinak edo arloak elkarri konektatuta baitaude, eta, hortaz, ikasleak arlo horietako ezagutzak integratu ahal izateko parada izango baitu. Zientziak, Teknologia eta Matematika diziplinen irakaskuntza-ikaskuntzak bizitza errealean duen aplikagarritasuna

azpimarratzen dute, uste baitute eskolaren eta bizitzaren arteko loturak egiteko aukera ere ematen duela. Hau da, marko horri esker, ikasleek arazo-egoerak ulertu eta prozesuen bitartez irtenbidea emateko ikasleek STEM kompetentziak behar dituztela pentsatzen dute.

Irakasleen aburuz, eta Moore *et al.*ekin (2014) bat eginez, STEM ereduari esker, ikasleek ezagutza berriak eskuratzen dituzte eta eskola-testuingurutik at ere baliu ditzakete, transferentzia eginez, haien bizitzan dituzten arazo-egoera errealetan aplikatu ahal izateko. STEM markoaren testuinguruan metodologia ezberdinak barnera daitezkeela gaineratzen dute, bukaeran ikasleen motibazioan eragina izango duen produktu baten ekoizpena lortuz.

Irakasleen iritziz, diziplinarteko ikuspegia duen marko honetan, gutxienez STEM diziplinetako biren edo gehiagoren lanketa uztartu behar da, Kelleyk eta Knowlesek (2016) ematen duten definizioarekin bat datorrena. Horrez gain, diziplina baitako eta arlo zehatz hauei egokitzen zaizkien kompetentzia espezifikoak lantzeko baliagarria izateaz gain, ikasleen garapen pertsonal eta profesionalean behar-beharrezkoak izango diren zehar-kompetentziak garatzeko aukera ere ematen duela diote, taldean lan egiten ikasteko, ikasle kooperatiboa, sortzailea eta ekintzailea izateko, besteak beste.

Zerrendatzen eta garatzen dituzten ezaugarriak aintzat izanik, esate baterako, diziplina ezberdinen uztarketa dela, eskola-testuingurutik kanpoko arazo-egoera errealetan aplikatu dezaketela, esan daiteke Proiektuetan Oinarritutako Metodologia definitzen dutela, STEM hezkuntza-eredua beharrean.

Goian garatutako definizioekin bat datozen aukerak ere zerrendatzen dituzte. Lehenik, STEM hezkuntza-eredua aukeratzen hartzen dute lantzen dituzten diziplinen arteko loturak egiteko eta diziplina guztien garrantzia nabarmentzeko era egokia izan daitekeelako. Horrekin lotuta, ikasten dutenaren eta errealtatean gertatzen diren gertaeren artean dauden loturak egiten dituzte, eta, era horretara, ikasleek haien STEM gaitasunak hobe ditzakete (Aslam *et al.*, 2018).

STEM hezkuntza-ereduak irakaskuntza-ikaskuntza eredu tradizionalak apurtzea eskatzen du, ikasle zentratutako ikaskuntza-inguruneak beharrezkoak baitira huraxe martxan jartzeko, non ikasleak esanahi-sortzaile eta aktiboak bilakatzen diren. Elkarriketatutako irakasleen iritziz, ikasleei beste modu batera edo ikasle zentratutako ikuspegi batekin lan egiteko eta ikasteko aukera ematen diete. Honek guztiak, gainera, ikasle motibazioa eragiten duela azpimarratzen dute, ikasleengan zentratutako ikaskuntza-ikuspegi honekin, ikasten dutena bizitzarako baliagarria zaiela adieraziz.

Ikasle-taldea orokortasunetik ikusi beharrean, ikasle bakoitzak dituen behar, nahi eta interesetan arreta jarrita, irakasleek ikasleriaren artean aniztasun handia dagoela ohartarazten dute, eta horri aurre egiteko zailtasun handiak aurkezten dituzte. Irakasleen ustez, STEM hezkuntza-eredua aplikatzea aniztasunari aurre egiteko modu aproposa izan liteke, kasu gehientsuenetan, talde-lan kooperatiboetan aritzen baitira ikasleak. Pujolàs-ek (2008) irakasleen usteak berresten ditu, ikaskuntza

kooperatiboa ikasleen aniztasunari erantzuteko baliabide egokia dela argudiatzen baitu.

Azkenik, aukeren artean irakasleek sentitzen duten askatasuna goraipatzen dute, denbora-mugarik ez dagoelako eta proiektuak nahi duten moduan kudeatzen dituztelako.

Aukerez gain, STEM hezkuntza-eredua hezkuntza-testuinguruan arrakastaz aplikatzeko beharrezkoak diren alderdiak zerrendatzen dituzte. Elkarrizketatuak izan diren irakasle guztiek aho batez salatu duten beharrik garrantzikoena denbora da, marko honi buruzko informazioa jaso eta kudeatzeko, STEM proiektuak diseinatzeko zein lankidetzan aritzeko funtsezko elementua baita. Eta, denbora baliabidearekin batera, oro har, espazio eta bestelako baliabide falta dutela baieztatzen dute. Eraitza hauek bat egiten dute alde zuzenetik beste autore batzuek egindako azterlanen ondorioekin (adibidez, Aslam *et al.*, 2018; Han *et al.*, 2015; Johari *et al.*, 2013; Shernoff *et al.*, 2017; Siew *et al.*, 2015; Straw *et al.*, 2012, Wang *et al.*, 2011; Weber *et al.*, 2013).

Horrez gain, gai honen inguruan duten prestakuntzarik eza azpimarratu (El-Deghaidy eta Mansour, 2015) eta STEM arloko formakuntzaren beharra ere nabarmentzen dute (Shernoff *et al.*, 2017), zeinak irakasleek STEM hezkuntzarekiko duten pertzepzioan aldaketa positiboa ekar dezakeen, hainbat onurarekin batera (Du *et al.*, 2019; Herro eta Quigley, 2017; Thibaut *et al.*, 2019). Azkenik, mota guztietako baliabide materialez eta formakuntzaz aparte, irakasleek garrantzi handia ematen diote irakasleen arteko lankidetzari, haien arteko laguntzari; azken finean, irakasleen babes barik, STEM hezkuntza-eredua ezartzea ezinezkoa dela baietsi egiten dutelako.

DBH etapako irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioaren irudi orokorra osatzeko, irakasleek zabalatasun eta irekitasun handienez aipatzen dituzten oztopo edo zailtasunak kontuan hartu behar dira. Hasteko, nagusiki berresaten den oztopoa denbora da, STEM hezkuntza eraginkorra lortzeko ezinbesteko faktorea dena (Azman eta Maat, 2019). Izan ere, egungo eskolen ohiko egituraketak oztopatu egiten du STEM hezkuntza-eredua bere izaeraren osotasunean aplikatu ahal izatea. STEM proiektuak diseinatzeko denborarik ez dutela adierazten dute, eta, bereziki, diziplinen arteko mugak apurtzen dituzten proiektuak lankidetzan diseinatzeko astirik ere ez dutela, diseinurako denbora komunik ez baitute (Shernoff *et al.*, 2017). Denbora-mugarekin batera, behin eta berriz errepikatzen den eragozpen edo oztopoa gaiari buruzko ezagutza eta esperientzia falta dira (Han *et al.*, 2015; Rahman *et al.*, 2022; Thibaut *et al.*, 2018; Wahono eta Chang, 2019). Eta horrek, beldur-sentipena eragiten die irakasleei, konfiantza faltarekin batera.

Irakasleen lan-esperientziak haien pertzepzioan izan dezakeen eragina argi ohararazten dute, alegia, lan-esperientzia luzeko irakasleen tendentzia izan daiteke haien lanpostuan eta egiteko moduetan errotzea eta gogorik edo borondaterik ez izatea proiektu berritzaileei eta erreforma berriei ekiteko, ondorioz, haien eraginkortasuna murriztuz (Klassen eta Chiu, 2020). Aldiz, lan-esperientzia laburra duten irakasleek, orokorrean, gogo handiagoa dute eta STEM hezkuntzarekiko iritzi

positiboagoak (To Khuyen *et al.*, 2020), baina baita ingurunearekiko eta lankideekiko konfiantza falta ere, eta, beharbada, beldurra, zeinak STEM planaren ezartzea oztopatzen duen.

Aldez aurretik aipatutako irakasleen arteko lankidetzari gehitu egiten zaio irakasleek ohartzen duten irakasleen arteko koordinazio eta prestutasun falta, alegia, irakaslearen inplikaziorik eza ere oztopo moduan kalifikatzen dute. Haien aburuz, irakasleen egiteko moduak eta pentsaerak aldatu ezean, ezin izango baita posible izan STEM hezkuntza-eredua ezartzea. Kasu batzuetan, gainera, irakasleen lan-ohitura oztopo izateaz gain, zuzendaritza-taldeak jartzen dituen eragozpenak ere mahaigaineratzen dituzte. Haien jarrerak, ezinbestean, eskolak STEM hezkuntzarekin duen konpromisoan zuzenki eragingo du (Aslam *et al.*, 2018).

Irakasleak kritiko agertzen dira hezkuntza-sistemaren inguruan. Egungo hezkuntza-sistemaren zurruntasunak eta antolamendu orokorrak, euskal curriculumaren egituraketak barne, oztopatu egiten baitu STEM hezkuntzaren ezarpena (Lupi3n-Cobos *et al.*, 2022), haien iritziz. Izan ere, Euskal Autonomia Erkidegoko curriculumak DBH etapako irakasgaiak modu independentean eta isolatuan lantzeko proposamena egiten du.

Azkenik, irakasleek oztopo handia ikusten dute STEM proiektuen eta, osoki, STEM hezkuntza-ereduaren ebaluazioa egiteko orduan, ebaluazio-prozesua oso zaila dela esaten baitute (Margot eta Kettler, 2019).

DBH etapako irakasleek STEM hezkuntza-ereduarekiko duten pertzepzioaren azterketa honek erakusten du ez dagoela esanguratsua den emaitzarik irakasleen generoaren, lan-esperientziaren edo irakasten duten diziplinaren eta STEM hezkuntzarekiko duten pertzepzioaren artean, Rahman *et al.*en (2017) azterlanean bezala.

Elkarrizketatutako Gipuzkoako Bigarren Hezkuntzako Natur Zientziak, Teknologia eta Matematika espezialitateetako irakasleak kritiko mintzatzen dira STEM hezkuntza-ereduaren inguruan. Argi dituzte marko honek ekar ditzakeen onurak; baina, bereziki, arduraz aritzen dira STEM ikuspegiak dakartzan beharrez eta oztopoez. Modu orokorrean esan daiteke irakasle horien pertzepzioa positiboa dela, onurak azpimarratzen dituztelako, baina berria zaien gaia izanik, beldurra bezalako sentimenduak aurkezten dituzte, oztopoak eta beharrak nagusi direla nabarmentzen dutelako. Arlo horretako prestakuntzak sentimendu horiek murrizten eta konfiantza handiagoa izaten lagundu lezake, bai proiektu mota horiek gidatzen, sortzen edo ebaluatzeko orduan, bai murgilduta dauden ikastetxeetarako STEM plan orokorra sortzeko orduan.

Ildo horretan, irakasleek STEM hezkuntza-esparrua eta STEM proiektuak ezartzean dituzten eragozpenak eta zailtasunak aztertu ondoren, ondoriozta daiteke orain arte aipatutako eragozpenak eta zailtasunak aukera eta erronka bihur litezkeela, irakasleek behar duten guztia eskura izango balute. Beraz, administrazioei dei egin dakieke irakasleek lor dezaten guztiontzako kalitateko STEM hezkuntza bermatzeko behar den guztia.

Sarreran aipatu bezala, ikerketa hau HEZIBERRI 2020 curriculum-dekretua indarrean zegoen garaian egindakoa denez, irakasleen hasierako pertzepzioak jasotzen ditu, momentura arte ez baitzuten STEM formakuntzarik jaso. Hezkuntza-sisteman indarrean dagoen egungo curriculum eta horri esker edo horren ondorioz ematen ari diren formakuntzak aukera gisa har daitezke, irakasleak formatu daitezzen, markoan konfiantza izan dezaten eta, apurka, STEM hezkuntza-ereduak bultzada izan dezaten.

6. Ikerketa-mugak eta etorkizuneko ikerketa-ildoak

Artikulu honetan aurkezten den ikerketak, halaber, mugak izan ditzake. Alde batetik, ikerketan modu boluntarioan parte hartu duten irakasleen kopurua txikitzat har daiteke, baita parte hartu duten hezkuntza-zentroen zenbatekoa ere. Beste alde batetik, ikerketa kualitatiboari sarritan egokitzen zaion ezaugarria ere mugatzen har liteke: subjektibotasuna, zehazki, ikertzailea izan baita neurketa-tresna eta analisiak egin dituen.

Etorkizunera begira, Euskal Autonomia Erkidegoan egin diren curriculum eta hezkuntza-legearen aldaketek, irakasleek jaso dituzten formakuntzek barne, irakasleen pertzepzioan aldaerarik izan duten azter liteke, irakasle eta ikastetxe gehiago aintzat hartuta.

7. Erreferentzia bibliografikoak

- ALLEA (All European Academies, 2023). *Código Europeo de Conducta para la Integridad en la Investigación. Edición Revisada*. <https://allea.org/wp-content/uploads/2024/01/The-European-Code-of-Conduct-2023-ES.pdf>
- ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2023). ATLAS.ti (versión 9.0) [Datu kualitatiboak aztertze softwarea]. <https://atlasti.com>
- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Journal for Research in Science Teaching*, 33, 1–25. <https://doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- Aslam, F., Adefila, A., eta Bagiya, Y. (2018). STEM outreach activities: an approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching*, 44(1), 58–70. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422618>
- Azman, A.A., eta Maat, S.M. (2019). A Systematic Review of Teacher's Perceptions and Challenges towards STEM Integrations. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 8(4). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v8-i4/6814>
- Balka, K. (2011). *Open source product development: the meaning and relevance of openness*. Springer Science & Business Media.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. Freeman.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D., eta McLain, M. (2018). STEM education in the twenty-first century: learning at work—an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 721-737. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9414-3>

- Bisquerra, R. (koord.) (2016). *Metodología de la investigación educativa*. Editorial La Muralla, SA.
- Blazar, D., eta Kraft, M.A. (2017). Teacher and teaching effects on students' attitudes and behaviors. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 39(1), 146-170. <https://doi.org/10.3102/0162373716670260>
- Brand, B.R. (2020). Integrating science and engineering practices: outcomes from a collaborative professional development. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00210-x>
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., eta Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Çevik, M., eta Bakio lu, B. (2022). The Effect of STEM Education Integrated into Teaching-Learning Approaches (SEITLA) on Learning Outcomes: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Progressive Education*, 18(2), 119-135. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.431.8>
- Dopo, F.B., eta Ismaniati, C. (2016). Teachers' perceptions of digital natives, digital learning resources and motivation to utilize digital learning resources. *Journal of Educational Technology Innovation*, 3(1), 13-24.
- Du, W., Liu, D., Johnson, C., Sondergeld, T., Bolshakova, V.L.J., eta Moore, T.J. (2019). The impact of integrated STEM professional development on teacher quality. *School Science and Mathematics*, 119(2), 105-114. <https://doi.org/10.1111/ssm.12318>
- EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., eta Alhammad, K. (2017). Context of STEM Integration in Schools: Views from In-service Science Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2.459-2.484. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.01235A>
- Elhuyar (2024). *Aditu: Elhuyarren hizketa-ezagutzaila*. Aditu Elhuyar. <https://aditu.eus>
- Ha, C.T., Thao, T.T.P., Trung, N.T., Huong, L.T.T., Dinh, N. Van, eta Trung, T. (2020). A Bibliometric Review of Research on STEM Education in ASEAN: Science Mapping the Literature in Scopus Database, 2000 to 2019. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(10), em1889. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8500>
- Hallström, J., Norström, P., eta Schönborn, K.J. (2023). Authentic STEM education through modelling: an international Delphi study. *International Journal of STEM Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00453-4>
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M.M., eta Capraro, R.M. (2015). In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 63-76. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>
- Herro, D., eta Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Honey, M., Pearson, G., eta Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Hsu, Y.S., Tang, K.Y., & Lin, T.C. (2023). Trends and Hot Topics of STEM and STEM Education: a Co-word Analysis of Literature Published in 2011–2020. *Science and Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00419-6>
- Hymes, D. (2006). ¿Qué es la etnografía? In Á. Díaz de Rada, H.M. Velasco eta F.J. García (argtz.), *Lecturas de antropología para educadores* (175-192. or.). Trotta.

- Johari, S., Hasniza, I., eta Mahani, M. (2013). Implementation of problem based learning in higher education institutions and its impact on students' learning. In M.-Y. Khairiyah, A. Mahyuddin, B. Mohamad, E. Graaff, A. Kolmos eta P. Fatin, *PBL Across Learning* (eds) Paper presented at Fourth International Research Symposium on PBL (66-73 or.). Universiti Teknologi Malaysia. Aalborg University Press.
- Kelley, T.R., eta Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Klassen, R.M., eta Chiu, M.M. (2010). Effects on Teachers' Self-Efficacy and Job Satisfaction: Teacher Gender, Years of Experience, and Job Stress. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 741-756. <https://doi.org/10.1037/a0019237>
- Lee, V.E., Dedrick, R.F., eta Smith, J.B. (1991). The Effect of the Social Organization of Schools on Teachers' Efficacy and Satisfaction. *Sociology of Education*, 64(3), 190-208. <https://doi.org/10.2307/2112851>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., eta Froyd, J.E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Lupi3n-Cobos, T., Gir3n-Gambero, J., eta Garc3a-Ruiz, C. (2022). Building STEM inquiry-based teaching proposal through collaborations between schools and research centres: Students' and teachers' perceptions. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 899-915. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.2.899>
- Margot, K.C. eta Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 116. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mart3n-P3ez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F.J., eta V3lchez-Gonz3lez, J.M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of the literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mayer, R.E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning?: The Case for Guided Methods of Instruction. *The American Psychologist*, 59(1), 1.419. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Meyer, O., Imhof, M., Coyle, D., eta Banerjee, M. (2018b). Positive learning and pluriliteracies. Growth in higher education and implications for course design, assessment and research. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, O. Wittun eta A. Dengel (argtz.), *Positive Learning in the Age of Information* (235-265. or.). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19567-0_15
- Miles, M.B., eta Huberman, A.M. (1994) *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. ed.). Sage.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., eta Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (35-60. or.). Purdue University Press. ProtoView. Ringgold, Inc.
- Nadelson, L.S., eta Seifert, A.L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Pfeffer, J., eta Sutton, R.I. (2000). *The knowing-doing gap*. Harvard Business School Press.
- Pujol3s, P. (2008). *Ideas clave. El aprendizaje cooperativo*. GRA3.
- Rahman, N.A., Rosli, R., Rambely, A.S., Siregar, N.C., Capraro, M.M., eta Capraro, R. M. (2022). Secondary school teachers' perceptions of STEM pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 119-134. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00207-6>

org/10.22342/jme.v13i1.pp119-134

- Robbins, S.P. (2003). *Organisational behaviour* (10. ed.). Prentice Hall.
- Sari, F.A., eta Juandi, D. (2022). Analysis of Senior High School Mathematics Teachers' Perception of The Application of STEM-Based Learning. *Kreano : Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 296-307. <https://doi.org/10.15294/kreano.v13i2.36522>
- Sarobe, A., Carmona, U., Lopez, N., Azkue, I., Astigarraga, E., García, I., Iribas, H., eta González, P.A. (2020). Zertarako behar dugu STEM hezkuntza? *Hik Hasi*, 249, 36-38. ISSN 1135-4690
- Sellami, A., Ammar, M., eta Ahmad, Z. (2022). Exploring Teachers' Perceptions of the Barriers to Teaching STEM in High Schools in Qatar. *Sustainability*, 14(15.192). <https://doi.org/10.3390/su142215192>
- Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M., eta Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Siew, N.M., Amir, N., eta Chong, C.L. (2015). The Perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20. <https://doi:10.1186/2193-1801-4-8>
- Spradley, J.P. (1980). *Participant Observation*. Rinehart & Winston.
- Stake, R.E. (2013). *Multiple Case Study Analysis*. Guilford Press.
- Straw, S., Macleod, S., eta Hart, R. (2012). *Evaluation of the Wellcome Trust Camden STEM initiative*. NFER, Slough.
- Tesch, R. (1990). *Qualitative research: Analysis types and software tools*. Falmer.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., eta Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., eta Depaepe, F. (2018). How school context and personal factors relate to teachers' attitudes toward teaching integrated STEM. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 631-651. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9416-1>
- To Khuyen, N.T., van Bien, N., Lin, P.L., Lin, J., eta Chang, C.Y. (2020). Measuring teachers' perceptions to sustain STEM education development. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041531>
- Wahono, B., eta Chang, C.Y. (2019). Assessing Teacher's Attitude, Knowledge, and Application (AKA) on STEM: An Effort to Foster the Sustainable Development of STEM Education. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11040950>
- Wang, H.-H., Moore, T.J., Roehrig, G.H., eta Park, M.S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wang, M.-T., eta Holcombe, R. (2010). Adolescents' Perceptions of School Environment, Engagement, and Academic Achievement in Middle School. *American Educational Research Journal*, 47(3), 633-662. <https://doi.org/10.3102/0002831209361209>
- Weber, E., Fox, S., Levings, S.B., eta Bouwma-Gearhart, J. (2013). Teachers' conceptualizations of integrated STEM. *Academic Exchange Quarterly*, 17(3), 1-9.