

Energia aurrezpena eta jasangarritasuna: aplikazioa ikastetxeetan eta Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategian

(Energy savings and sustainability: application in schools and Laboratory of Quality Control in Buildings)

Picallo-Perez A^{a*}, Hernandez-Arizaga A^a, Hidalgo-Betanzos JM^a, Aldasoro J^b, Lasa A^b,
Sarriugarte-Onandia P^c

^aResearch group ENEDI, (University of the Basque Country UPV/EHU; Bilbao, Spain)

^bElHuyar Fundazioa. (Zelai Haundi kalea, 3, Usurbil, Spain)


^cDoPER Donostia Physics Education Research Group, (UPV/EHU; Donostia, Spain)

LABURPENA: Lan honen xedea da unibertsitateko ezagutzak eta praktikak eraikinen energia-esparruan integratzea, bigarren hezkuntzako ikasleekin batera. Hala, bigarren hezkuntzaren eta unibertsitate-ikasketen arteko harremana sendotzeko energia-estrategiak definitzen dira, Deustuko Ikastolan "proiektu pilotu" bat gauzatuz, eta gaztetxoaren artean Zientzia, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematikako (STEM) bokazio zientifikoak sustatuz, bereziki emakumeengan. Proiektuan ikastetxearen energia-erabilpena aztertzen da, unibertsitateko ikertzaileen eta bigarren hezkuntzako ikasleen laguntzarekin, bai eta Eusko Jaurlaritzako Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiko (EKKL) profesionalekin ere. Helburua STEM irakaskuntzan ikasleak motibatzea da, interesa eta hurbiltasuna pizteko eta eraikinen energia-eraginkortasunaren ezagutza sustatzeko. Funtsezkoa da bigarren hezkuntzako ikasleagoa eremu horiekin lotzea, lehenik etorkizun akademikoa aukeratzearan oinarri bat izateko eta, ondoren, euren buruak horrelako lanbideetan islatzeko. Garatutako jardura nagusien artean (1) Ikastetxeen energia-kontsumoaren egungo egoera aztertu da; (2) Ikastetxeetarako dibulgazio-hitzaldiak diseinatu eta inplementatu dira; (3) Saiakuntza esperimentalak egin dira in-situ ikastetxeetan; (4) Ikasleek ikastetxeetako energia-eraginkortasuna hobetzeko proiektuak garatu dituzte. (5) EKKL bisitatu da, eraikuntzako energia-arloko errealitate profesionala ezagutzeko; eta, bukatzeko, (6) Ikasleentzako kongresu bat diseinatu eta inplementatu da. Ondorio gisa nabarmentzen da, ikasleentzat oso aberasgarria izan dela energia-eraginkortasunaren ezagutzak dituzten profesionalekin lan egitea, auditoretza-saiakuntza errealetan oinarrituz.

HITZ GAKOAK: STEM, zientzia-kapitala, energia-auditoriak, energia-eraginkortasuna

ABSTRACT: The aim of this work is to integrate university knowledge and practices in the energy field of buildings, together with high school students. Thus, energy strategies are defined to strengthen the relationship between secondary education and university studies, carrying out a "pilot project" in the Ikastola de Deusto, and encouraging scientific vocations in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) among the youngest students, especially women. The project analyzes the energy use of the center, with the collaboration of university researchers and high school students, as well as professionals from the Laboratory of Building Quality Control (LBQC) of the Basque Government. The objective is to motivate and reinforce the students in STEM education in order to awaken interest and proximity and to promote knowledge of the energy efficiency of buildings. Relating high school students to these fields is essential to have a basis in the choice of the future professional and orientate them towards this type of professions. Among the main activities developed (1) the current situation of energy consumption in the centers has been analyzed; (2) informative talks have been designed and implemented for the centers; (3) experimental tests have been carried out in situ in the schools; (4) the students have developed projects to improve the energy efficiency of the centers; (5) the LCC has been visited; and (6) the students have been involved in the development of projects to improve the energy efficiency of the centers.

1

***Harremanetan jartzeko/ Corresponding author:** Picallo-Perez Ana, Research group ENEDI, (University of the Basque Country UPV/EHU; Bilbao, Spain), helbidea.  <https://orcid.org/0000-0002-1889-3586>, ana.picallo@ehu.eus

Nola aipatu / How to cite: Picallo-Perez A., Hernández-Arizaga A., Hidalgo J.M., Aldasoro J., Sarriugarte-Onandia P. (202X). <<Energia aurrezpena eta jasangarritasuna: aplikazioa ikastetxeetan eta Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategian >>, Ekaia, 47, xx-xx. (<https://doi.org/10.1387/ekaia.26590>)

Jasoa: ekainak 17, 2024; Onartua: urriak 8, 2024

ISSN 0214-9001-eISSN 2444-3225 / © 2024 UPV/EHU



Obra Creative Commons Atribución 4.0 Internacional-en lizentzian dago

KEYWORDS: STEM, scientific capital, energy audits, energy efficiency

1. SARRERA

Egungo gizarteak energia asko kontsumitzen du bizi-maila eta erosotasuna mantentzeko. Munduko energiaren kontsumoa biziki handitzen ari da, eta herrialde garatueto herriarrok erantzukizun handia daukagu horretan; [1] estekan, adibidez, arazoaren neurria kuantifikatzen dituen zenbakiak azter daitezke. Beraz, erronka nagusia garapen iraunkorra da, jarduerak, eraldaketak eta aurrerapenak era jasangarrian gauzatzeko, eta hein baten, baliabideak modu zuzenean ustiatzeko. Gainera, gero eta kezka handiagoa dagoenez ingurumena zaintzeko, munduko gobernuek eta erakundeek berokuntza globala baretzeko zuzentzarauak bideratu dituzte, hala nola, energia aurrezteko eta energia-efizientzia sustatzeko argibideak emanez; [2] erreferentzian, esaterako, Europar Batasuneko azken 50 urteko eraikinen energia-politikak berrikusten dira. Eraikinen energia-auditoretza neurri horien artean dago eta akatsak diagnostikatzeko eta sistemak kudeatzeko balio du [3]. Horien bitartez energia-erabilera optimiza daiteke, instalazioen funtzionamendu egokia lortuz.

1.1. Aurrekariak eta gaur egungo egoera

Etxebizitzak eta 3. sektoreko zerbitzu-eraikinak, energia kontsumitzaile-zerrendan hirugarren postuan daude, garraio-sektorearen eta industria-sektorearen atzean, eta hirien energia-kontsumoa, kontsumo totalaren % 29,5 da [4]. Bere aldetik, [5] erreferentzian eraikinen energia-informazio eguneratua dago eta eraikinak CO₂ emarien laurdenaren erantzule direla kuantifikatzen da. Horregatik, eraikuntza sektorean energia aurreztea funtsezkoa da, gizarte iraunkor eta orekatu bat lortzeko. Hala eta guztiz ere, eraikuntza-esparruan hainbat sektore daude: arkitektura, ingeniariaritzak, eraikuntza-teknikariak, gremioak, biztanleak, erabiltzaileak eta abar. Beraz, transmisioa beharrezkoa da eta eragile guztiak inplikatu behar dira, energia-erabilera optimizatzeko, ezagutza garatzeko eta komunitate jasangarri bat lortzeko. Gainera, haurtzarotik prestatu behar da gizarteak, modu praktikoan eta didaktikoan, esperientzian oinarritutako ikaskuntza funtsezkoa baita energia behar bezala erabiltzeko eta zientzia-kapitala sortzeko.

Zientzia-kapitala [6] zientziarekin zerikusia duten baliabide guztien multzoa da eta gazteek zientzian dituzten patroiak eta parte-hartze mailak azaltzeko eta ulertzeko erabil daitezke. Frogatu da, interesak soilik ez duela bokazio zientifiko-teknologikorik areagotzen; aitzitik, bizipenek dutela eragina: ezagutzen ditugun pertsonen eta erreferenteen, famili-inguruneak, STEM praktikan izandako esperientzia arrakastatsuek, aisialdiko ohiturek, gertuko senideen ikasketek edo, azken batean, pertsona

batek berarekin daraman zientzia. Horrela, pertsona batek bere burua STEM lanbideetan autopertziba dezan, zientzia-kapitala behar du.

1.2. STEM hezkuntzaren arloko aurrekariak

Zientzia eta teknologia arloko profesionalen genero-parekotasun joerak positiboak badira ere, oraindik ere badira unibertsitateko ikasketa teknikoetan eta ingeniartzako ikasketetan neska-mutilen matrikula-kopuruaren arteko aldea mantentzen duten estereotipoak. Hori, beharbada, adin goiztiarretan landu beharreko eredu-faltagatik izan daiteke, batez ere curriculum kanpoko jardueretan, ikaslegoa ingeniartzako jarduera profesionaletan islatzen ez delako.

Bestalde, irakaskuntza teknikoak interes berezia du gaur egun, arlo horretan trebatutako adituen beharrian industrial eta soziala dela-eta. Hala ere, gero eta matrikulazio gutxiago dago karrera teknikoetan, eta genero-arrakala oraindik ere handia da, bereziki ingeniartzetan, jaiotza-tasak behera egin duelako eta arlo horietan emakumeen matrikulazioa baxua delako. STEM teknikek Zientzia, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika bezalako gai zientifikoetara hurbildu nahi dituzte gazteak. Gakoa da eta bigarren hezkuntzako eta batxilergoko ikasleak eremu horiekin lotzea, etorkizunean karrera bat aukeratzeko interesa eta motibazioa sortzeko.

Epe laburrean, Europak zientzialari eta teknologo gehiago beharko dituela aurreikusten da, eginkizun horiek betetzeko langile kualifikatu nahikoa ez delako egongo. Horregatik, Europar Batasunaren helburu nagusien artean dago lan merkatuak eskatzen dituen bokazio zientifikoak eta teknologikoak sustatzea, zientzia-kapitala handitzeko [7]. Beraz, etorkizuneko enpleguen % 80an STEM gaitasunak beharko dira, sektore ekonomiko guztietan, mundu iraunkor baten erronkei aurre egiteko. Hala ere, gazteen asmo profesionalen proiektzioak kontuan hartuz, ez da profesional nahikoa egongo behar horiek betetzeko, eta egoera bereziki larria izango da nesken kasuan [8].

Bestalde, gogoratu behar da nerabearoa garai erabakigarria dela gazteentzat beren autonomia eta irizpide propioa garatzen hasten direlako eta, hortaz, gazteak arlo teknikoan eta energia-arloan prestatzea ezinbestekoa dela euren gaitasunak eta interesak zehazteko. Testuinguru honetan, lan honen helburua da ikasleen ibilbidea kudeatzen laguntzea, hezkuntzaren eta prestakuntzaren bitartez. Gazteen artean zientzia-kapitala sortzeko erreferenteak sortu nahi dira; kapital horrek ikasleen bilakaeran eragiten baitu eta haien hezkuntza eta lanbide-ibilbidea diseinatzen lagunduko dielako. Horregatik, energia-eraginkortasunari eta iraunkortasunari dagokionez, ikasleriari aukerak eman behar zaizkio gaitasunak

garatzeko, pentsamendua sustatzeko eta jarduera ekintzailea sustatzeko, norbanakoaren gaitasunen arabera.

1.3. Gaur egungo ikastetxeen energia-kontsumoa

Autore batzuek frogatu dute ohiko energia-ziurtagiriak ikastetxeetako energia-kontsumoa kuantifikatzeko erabil daitezkeela, eta, beraz, ebaluazio konparatiboa egin daitezkeela [9]. Horrela, 2012ko ekainaren 30etik aurrera, Europar Batasuneko herrialdeetan, 1.000 m² baino gehiago okupatzen dituzten erakunde publikoen eraikinek, energia-errendimenduaren ziurtagiria ikusgarri jarri behar dute sarrerako atean edo eraikinaren atari nagusian.

Europar Batasuneko ikastetxe-eraikinen energia-efizientziari dagokionez, hala nola, Belgika bezalako herrialdeetan, lehen-mailako energia-eskari maximoa mugatu egin da eraikuntza-elementuen (zoruen, hormen, fatxaden eta estalkien) energia-galerak kontuan hartuz [10]. Zipren, adibidez, ia energia kontsumorik gabeko lehen eskola diseinatzen eta eraikitzen daude. Eslovakian, energia termikoa erabiltzeko sailkapen-eskala bat dago eta Austrian berokuntzaren gehieneko eskari limitea jaitzi egin da. Txekiar Errepublikan, ikastetxe berrien gutxieneko energia-efizientzia etiketa C-ra igaro dute [10].

1.4. Ingurutzailerak eta instalazio termikoak

Eraikinen ingurutzailerak edo itxitura da eraikin bat mugatzeko jartzen den eraikuntza-elementuen multzoa (fatxada, estalkiak, etab.) eta ingurunearekin energia trukatzeko du. Horregatik, eraikinen ingurutzailerak efizienteak izan behar dira ingurumenarekiko hartu-emanak ahalik eta modu eraginkorrenean izateko eta energia aurrezteko. Bestalde, instalazio termikoak, pertsonen ongizate termikoa eta higiene-eskaera asetzeko erabiltzen dira, ur bero sanitarioa eta berokuntza, hozte eta aireztapena ekoizteko; [11] liburuan sakon aztertzen dira eraikinen ingurutzailerak eta instalazio termikoak termodinamikaren bigarren printzipioan oinarrituz.

1.4.1. Termografia-kamerak

Termografia infragorriarekin eremu baten tenperatura neurtzen da, hala, tenperatura-banaketa zehazten da eta eraikinen ingurutzailerak ezaugarritzen dira, zubi termikoak, aire-infiltrazioak eta hezetasun guneak detektatuz. Teknika hau [12] energia-auditorietan erabil daiteke ingurutzaileraren egoera ebaluatzeko, horma, solairu eta sabaien gainazaleko tenperaturak aztertuz. Gainera, oso erabilgarria da instalazio termikoak ingurutzailerarekin nola integratzen diren aztertzeko.

1.4.2. *Blower Door entseguak*

Eraikin baten kontrolatu gabeko aire-zirrikituak arazo asko sor ditzakete; izan ere, aire-ihesa bergalaren % 25 arte egon daiteke hainbat kasutan. *Blower Door* entseguarekin (UNE-EN ISO 9972:2019) eraikinaren zirrikituetatik darion aire-fluxua, infiltrazioak, aztertzen da ate batean muntatutako haizagailu baten bitartez [13]. Haizagailua piztean, 75-10 Pa-eko depresio-kurba (eta gain-presioarena gero) sortzen da eta esparru horretan dauden zirrikituak, alegia infiltrazioak, kuantifikatzen dira eta inguratzailearen estankotasuna zehazten da.

2. HELBURUAK

Lan honetan energia-auditoria bat egin da, jasagarritasuna sustatzeko eta energia aurrezteko energia-teknikak erakutsiz, Deustuko Ikastolako ikaslegoarekin, gaztetxoek jakin-mina pizteko. Ondorengoak dira helburu nagusiak:

- Ikasleen ezagutza-maila handitzea, iraunkortasuna eta energia-aurrezpena lortzeko teknikak irakatsiz.
- Gaztarotik energia-arloko ezagutza zabaltzea eta gizartearen arteko harremanak estutzea.
- Ikaslegoa autonomiaz gaitzea eta motibatzea, energia-eraginkortasunaren erronkak indartuz.

Horrela, proiektuaren helburu orokorrak bat datoz Eusko Jaurlaritzako hezkuntza sailak sustatutako STEM estrategiekin [14]:

- Hezkuntza eta prestakuntza zientifiko teknikoa sustatu nahi da hezkuntzaren etapa guztietan, eragile sozioekonomikoen lana barneratuz.
- Lehen hezkuntzatik STEM diziplinetan profesionalki aritzeko bokazioa eta gogoia piztu nahi da, neskei arreta berezia eskainiz, ikasleak etorkizuneko erronketarako prestatzeko.
- Euskal herritarren artean dibulgazioa eta kultura zientifiko teknologikoa sustatu nahi da.

3. IKERKETA KASUA

Lan honetan bi protagonista-talde nagusi daude: Batetik, (1) Eragileak: Euskal Herriko Unibertsitateko ENEDI (Energia Eraikuntzan) eta DoPER (Donostia Physics Education) ikerketa-

taldeak eta Elhuyar Fundazioa. Bestetik, (2) Langileak: Deustuko Ikastolako ikasleak eta EKKLko profesionalak.

3.1. Eragileak

Alde batetik, ENEDI ikerketa-taldeko kideek eraikinen energia-eraginkortasuna hobetzeko teknikak ikertzen dituzte, inguratzailetan zein instalazioetan eta DoPER ikerketa-taldeak unibertsitate arloko STEM diziplinak ikertzen eta garatzen ditu.

Beste alde batetik, Elhuyar Fundazioan hezkuntza-sistemaren eta mundu profesionalaren arteko harremanak sustatzen dituzte zubiak eraikiz eta erreferenteak lortuz. Elhuyarren bizipen zientifiko-teknologikoak diseinatzeko dituzte ikasleagoa eragile sozialekin inplikaturik.

Beraz, zientzia-dibulgazioan eta irakaskuntza-ikerketan eskarmentu handia duen profesional-taldea da eragile nagusia.

3.2. Ikasleagoa eta profesionalak

Alde batetik, Deustuko ikastolan, DBHko 3.-4. mailako ikasleekin, (1) energia-efizientzia alorreko hitzaldi dibulgatibo aktiboak diseinatu eta gauzatu dira eta, ondoren, Deustuko Ikastolako inguratzaila aztertu da (2) *Blower Door* eta (3) termografia-kamera entseguarekin.

Bestetik, Eusko Jaurlaritzak, Eraikuntzaren Kalitatea Kontrolatzeko Laborategi (EKKL) bat du, eraikuntza-materialen saiakuntza fisikoak, mekanikoak eta kimikoak egiteko. Laborategiaren helburuetako bat da, arlo teknologiko berriak sortuz eta bultzatuz, eraikinen kalitatea hobetzea eta iraunkortasuna sustatzea.

4. METODOLOGIA

Ekintzak bi saio nagusitan banatu dira.

4.1. Deustuko Ikastolako Saioa

- 1. Jarduera: ENEDI, DoPER eta Elhuyarreko taldekideen hasierako bileran proiektuaren urratsak definitu ziren.
- 2. Jarduera: Ondoren, Deustuko Ikastolako irakasleagoari eta zuzendariari definitutako dinamika planteatu zitzaizkion. Bileran, saioak zehaztu eta ikasleagoaren curriculumean

barneratzeko urratsak adostu ziren; gainera, Zientzia Azokan parte hartzeko prozedura azaldu zen eta EKKL bisitatzeko egutegia planteatu zen.

- 3. Jarduera: Hitzaldi dibulгатiborako dokumentazioa definitu eta aurkezpena diseinatu zen, ikaslegoaren parte-hartzean oinarrituz.
- 4. Jarduera: Deustuko ikastolan, (1) hitzaldi dibulгатiboa egin zen energia-efizientzia eraikinetan sustatzeko eta, (2) hiru saiakera esperimental burutu ziren ikaslegoarekin:
 - Deustuko Ikastolako instalazio termikoak bisitatu ziren.
 - *Blower Door* saiakera egin zen eskolako klase batean.
 - Termografia-kameraren funtzionamendua azaldu zen eta klase horretako berogalera guneak detektatu ziren.

Gainera, Zientzia Azokaren nondik norakoak azaldu ziren.

4.2. EKKLko Saioa

- 5. Jarduera: Deustuko 3. eta 4. DBHko ikasleak ikastolaren energia-efizientzia sustatzeko proiektuak hasi zituzten.
- 6. Jarduera: EKKL bisitatu eta kongresu estiloko ekintza bat burutu zen ikaslegoarekin, non, taldeka, Zientzia Azokako proiektuak aurkeztu ziren EKKLko epaimahai esperimentatu baten aurrean (arlotermikoko doktore baten eta energian aditua den doktoregai baten aurrean), zalantzak argituz eta proposamenak eginez.
- 7. Jarduera: Deustuko ikastolako 8 taldek eman zuten Zientzia Azokan parte hartzeko izena.
- 8. Jarduera: Zientzia Azoka Bilboko Areatza pasealekuan burutu zen.

5. GAUZAPENA ETA EMAITZAK

Jarraian lortutako emaitzak labur deskribatzen dira.

5.1. Deustuko Ikastolan saioa

Lehenengo ekintza presentziala Deustuko Ikastolan izan zen. Ordubeteko hitzaldian, energia-efizientziaren oinarritzko kontzeptuak zabaldu ziren, galdera-erantzunen bidez, ikasle goa erdigunean jarritz. Ikasleen parte-hartze ugariak medio, hizlariak ez zuen bost minutu baino gehiago jarraian hitz egin. Horrela mundu-mailako energia aurrezteko beharra azaldu zen, energia-katearekin batera, lehen mailako energiatik eskarira arte dauden energia-transformazioak aztertuz. Gero, energia-etiketa azaldu

zen eta etxeko gailu elektrikoek kontsumoak eztabaidatu ziren eta eskariak asetzeko instalazioak aipatu ziren. Energia-auditoretzak eta energia-efizientzia sustatzeko irtenbideak eztabaidatu ziren eta bukatzeko, *Blower Door* eta termografia saiakeren sarrera egin zen eskolako energia-efizientzia zelan neurtu azaltzeko.

Hitzaldiaren ostean, Deustuko Ikastolako instalazio termikoak bisitatu ziren berokuntza nondik zetorren konprobatzeko: galdarak eta tutueria identifikatu ondoren, sentsoreak izendatu eta aztertu ziren, ikus 1 irudia (a).

Aipatu bezala, *Blower Door* saiakuntzaren bitartez ikaslegoak eraikinaren iragazkortasun-maila ebaluatu zuen. Horretarako, gela neurtu ostean, aire-sarrerak zigilatu zituzten eta gelako ate nagusian akoplatzeko *Blower Door* markoa muntatu zen beharrezko sentsoreak eta gailu elektronikoak instalatuz, ikus 1 irudia (c). Bukatzeko, softwarean orduko aire berritze-kopurua kalkulatu zen kontrolatu gabeko infiltrazioak zenbatesteko. Emaitzei dagokienez, iragazkortasun-maila hobetu zitekeela ikusi zenez, talde bati iradoki zitzaion Zientzia Azokarako proiektu gisa proposamenak diseinatzea

Azken saiakera termografia-kameran datza eta gelako zubi termikoak eta materialen erradiazioa detektatzeko erabili zen. Horretarako, beroa transmititzeko mekanismoak (kondukzioa, konbekzioa eta erradiazioa) labur azaldu eta erradiazio termikoa deskribatu ziren, giro-tenperaturako objektuen bero-igorpenaren espektro infragorria aipatuz eta emisibitate kontzeptua azalduz, ikus 1 irudia (b). Ondoren, gelako erradiazio-banaketa aztertu zen eta gune hotzak eta beroak identifikatu ziren. Gainera, irradiazioarekiko objektuen gainazalek dituzten propietateak aipatu ziren: (1) islapena, (2) xurgapena eta (3) transmisioa.

- Azaldu zen gizakien begiek espektro ikusgai ikusten dituztela objektuak (eguzki-erradiazio espektroaren uhin-luzera tarte jakin baten barruan, hain zuzen) eta uhin-luzera horretan objektuak “opakuak”, “gardenak” edo “ispiluak” izan daitezkeela eguzki-erradiazio horri erantzuteko moduaren arabera.

- Bestalde, azaldu zen giro-tenperaturan dauden objektuek erradiazio infragorria jaulkitzen dutela, eta igorritako erradiazio hori termografia-kamerarekin ikus daitekeela, objektuak espektro infragorri horretan ere “opakua”, “gardenak” edo “ispiluak” izanik.



1 Irudia: (a) Eskolako instalazio termikoetan bisita (b) Blower Door saiakera (c) Termografia-kamerarekin lanean (d) Islapena, xurgapena eta transmisioa azaltzen

Hau guztia azaltzeko, bi saiakera egin ziren, ikus 1 irudia (d). Batetik, opakua zen poltsa baten barruan eskua sartu zen eta giza begiak poltsa “opakua” ikusten bazuen ere, kamera infragorriak plastikoa “opaku” erakusten zuen. Bestetik, betaurrekodun ikasle bati termografia-argazki bat

ateratzean, nahiz eta giza begiak beira “gardena” ikusi, kamera infragorriak beira “opaku” erakusten zuen. Beraz, ondorioztatu zen uhin-luzeraren arabera (argi ikusgaiaren vs. erradiazio infragorriaren uhin luzera) (1) islapen, (2) xurgapen eta (3) transmisio ahalmenak aldatzen direla eta horrela “negutegi-efektua” azaldu zen.

5.2. EKKLan saioa

Deustuko Ikastolako saioaren ostean, ikasleak Zientzia Azokarako proiektuak lantzen hasi zen, zeinen helburu nagusia baitzen eskolako energia-efizientzia handitzea. Ondoren, bigarren saio esperimental bat egin zen Eusko Jaurlaritzaren Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategia bisitatzeko. Helburu nagusia ikasleak benetako profesionalak lanean ikustea eta eurekin landutako proiektuak eztabaidatzea zen, ikasleak ikerketaren muinean kokatuz. Horrela, lehenengo, laborategiko instalazioak bisitatu ziren eta, ondoren, kongresu estiloko ekintza bat burutu zen ikasleentzako proiektuak elkarbanatzeko.

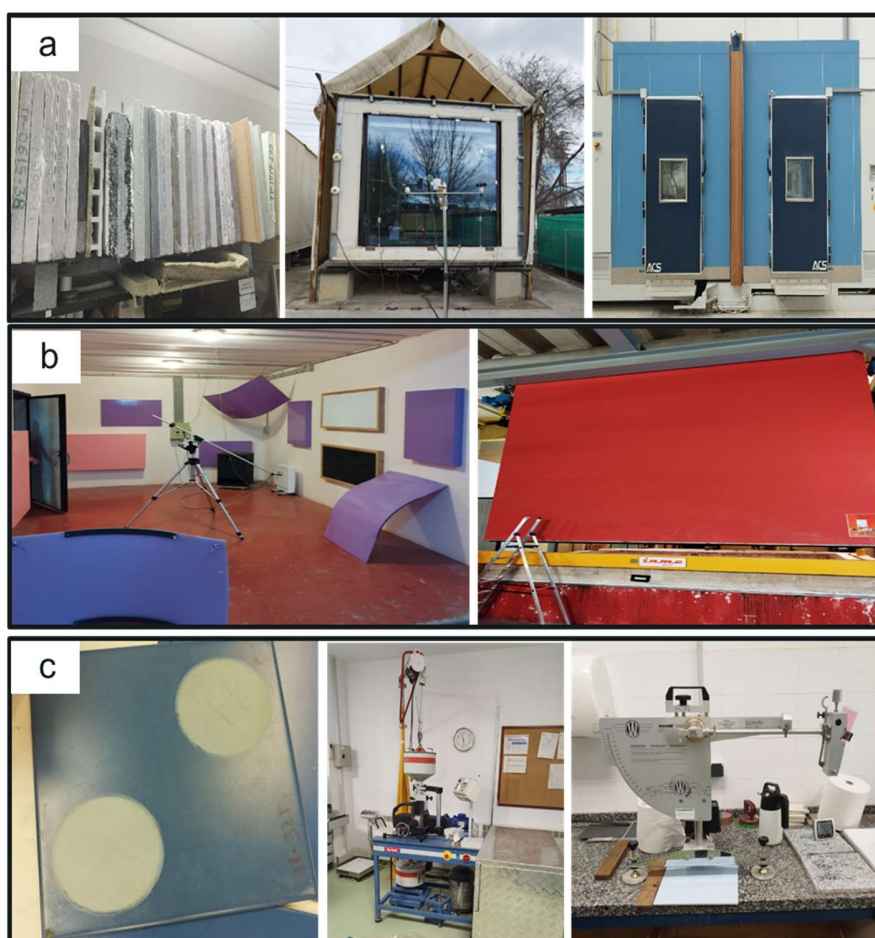
5.2.1. EKKL arloen bisita

EKKL hiru sail nagusitan banatzen denez, hiru bloketan banatu zen bisita, bakoitza dagokion profesionalaren eskutik:

- Arlo termikoa → Arlo termikoa UPV/EHUko ENEDI ikerketa-taldeak kudeatzen du eta aholkularitza zerbitzuak ematen dizkio eraikuntzaren sektoreko agenteei, saiakuntzen, azterketen eta monitorizazioen bidez, energia-eraginkortasuna eta eraikuntzaren kalitatea bultzatzeko. Bertan eraikuntza-materialen eta sistemen portaera termiko-energetikoa ezaugarritzen da, eraikinen produktuak, proiektuak eta sustapenak hobetzeko. Azken batean, beharrezkoa baita zehaztutako prestazio termikoak eta energetikoak bermatzea. 2. irudiko (a) atalean, adibidez, saiakera batzuen argazkiak agertzen dira. Erdiko Paslink zeldetan, adibidez, fatxaden eta estalkien jarrera termikoak ezaugarritzen dira kanpo-baldintza dinamikoen arabera.
- Arlo akustikoa → Tecnalia fundazioak kudeatzen du akustikaren arloa eta araudiak, azterlan akustikoak eta dibulgazioa garatzen ditu, horretarako sektorearen esku jartzen ditu datu-base akustikoak, gidak, iragarpen-softwarea eta argitalpenak. Gainera, laborategi akustiko bat du, eraikinen elementuak eta sistemak isolatzeko eta soinua xurgatzeko saiakuntzak egiteko. Saiakuntza akustikoetan, materialen, produktuen eta eraikuntza-

sistemen kalitate akustikoa ebaluatzen da, konfort akustikoa bermatzeko. 2. irudiko (b) atalean, esaterako, saiakera-gela baten argazkiak daude, zeinen helburua baita gelaren ezaugarri akustikoak kuantifikatzea eta kualifikatzea.

- Materialen saila → Sail honetan, trakzio-, biskositate-, gogortasun- eta abarreko saiakuntzak egiten dira, ikuspegi mekanikotik. 2. irudiko (c) atalean, adibidez, etxeko baldosetan garbitasun-produktuek eragindako azaleko kalteak ezaugarritzen dira, baldosen ezaugarri mekanikoen arabera.



2 Irudia: (a) Arlo termikoan inguratzailentzako materialak, Paslink zelda dinamikoa eta *guarded box* testa, (b) akustika saileko entsegu-gelak, (c) Mekanika saileko baldosen saiakera, trakzio-saiakera eta irristatzeko-ahalmen neurgailua

5.2.2. EKKLn kongresua

Beste alde batetik, Deustuko ikastetxeko ikasleek “kongresu” bat egin zuten, haien zientzia-kapitala handitzeko eta ikaslegoaren parte hartzea nabarmentzeko, ikus 3 Irudia (a).

Kongresu horretan ikasleak taldeka, Zientzia Azokarako proiektuak aurkeztu zituzten, energia-iturri berriztagarrien erabilera nabarmenduz, eraikuntza arloan. Esaterako, talde batek eraikinen ingurutzaila hobetzeko isolamendu-organikoak azaldu zituen; beste batek eguzki-kolektore baten prototipoa diseinatu zuen material birziklatuekin; eta, hirugarren batek komunetako eta sukaldeko ur grisak depuratzeko sistema bat diseinatu zuen ur garbiarekin landareak ureztatzeko asmoz. Proiektuen adibide gehiago Zientzia Azokako estekan [15] aurki daitezke. Horrela, epaimahai zeuden EKKLko profesionalek (eraikinen energian aditua zen doktore eta doktoregai batek) galderak egin zizkioten ikasleei eta lana hobetzeko proposamenak mahai-gaineratu zituzten. Bukatzeko, *lunch* bat egin zen euren ekarpenak eskertzeko, ikus 3 Irudia (a).

5.3. Zientzia Azoka Bilbon

Ikaslegoak egindako proiektuak Elhuyar Fundazioak antolatutako 2023ko Zientzia Azokan aurkeztu ziren Bilboko Areatza pasealekuan, ikus 3 Irudia (b). Honelako ekintzetan ikaslegoa protagonista da eta egindako proiektuak erakusten dizkio gizarteari.



3 Irudia: (a) Ikaslegoarekin kongresua EKKLn eta lunch-a, (b) Zientzia azokako argazki batzuk

6. ONDORIOAK

Lan hau Elhuyar Fundazioarekin eta ENEDI eta DoPER EHUko ikerketa-taldeekin batera egin da eta helburua da gazteengan STEM bokazioak sustatzea, zientzia-kapitala handituz eta erreferenteak sortuz. Horretarako, energia-eraginkortasuna eskola-eraikinetan zelan sustatu landu da, energia-auditoretzen bitartez, ikaslegoarekin batera saio esperimentalak gauzatu. Horrela, STEM gaitasun zientifikoak landu dira, pentsamendu zientifikoa eta talde-lana bultzatuz, eta proiektuak Zientzia Azokan aurkeztu dira.

Proiektu horiek gazteen zientzia eta teknologia jakintzak areagotu dituzte, bai eta gizartearen kultura zientifikoa ere, hezkuntza-sistemearekin, komunitate zientifikoarekin, familiarekin eta, oro har, gizartearekin loturak sortuz. Gainera, zientziaren eta teknologiaren irudi errealistagoa sortu da gazteen STEM posizionamenduan positiboki eraginez eta benetako ikerketa-taldeen zuzeneko inplikazioarekin. Beraz, zientzia-kapitala handitu da esperimentalki, ezagutza teknikoa duten ikertzaileekin eta gaitasun sozialak landu dira elkarlanerako giroa sustatuz.

Saiakerei dagokien interes handia erakutsi zuen ikaslegoak, bereziki *Blower Door* eta termografia praktikekin, besteak beste, eraikinaren energia-auditoretza azaltzean, termografia-kamera erakustean edota negutegi-efektua deskribatzean; eta irakaslegoak EKKLko kongresu-ekintzagaratik zoriondu gintuen, ikaslegoa asko motibatu baitzen. Emaiza gisa, datorren ikasturtean ere ekintza berberak garatzeko eskatu digu irakaslegoak.

Esan bezala, proiektu-pilotu hau datorren proiektu handi baten aitzindaria da, eta beste ikastetxe batzuetan ekintzak errepikatzea du helburu. Beraz, ikasitako praktikak erreplikatu dira eta hobekuntzak gaineratu. Esaterako, helburuen lorpen-maila inkesten bidez neurtu da, saioen aurretik eta ondoren egindako galdetegien bitartez. Gainera, saioak garatzeko urrats-bideoak sortzen gabiltza, nahi duen ikastegiak bere kabuz errepika dezan, ahalik eta zientzia-kapital gehien sortuz.

Orotara, oso aberasgarria izan da gaztetxoentzako energia-eraginkortasunean ezagutza duten profesionalekin lan egitea, hala nola, unibertsitateko irakasleekin, ENEDI eta DoPER ikerketa-taldeko kideekin edota Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiko kideekin, lortutako ezagutzak berezko balioa duelako.

7. ESKER ONAK

Eskerrak eman nahi zaizkio ILARGI proiektua finantzatzen duen EHUko Unibertsitate-Enpresa-Gizarte deialdiari, US22/08. Bestalde, Iker Ortega eta Eusko Jaurlaritzako Eraikinen Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiko kideak eskertu nahi dira bisitan zehar egindako lanagatik.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://ourworldindata.org/grapher/global-primary-energy>. Orrialdearen eguneratze-data: 2024/09/16
- [2] ECONOMIDOU, MARINA, ET AL. 2020. «Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings». *Energy and buildings*, vol. **225**, p. 110322.
- [3] KRARTI, MONCEF. 2020. *Energy audit of building systems: an engineering approach*. TaylorFrancis.
- [4] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2010. *Guía Práctica de la Energía. Consumo eficiente y responsable*. Gobierno de España.
- [5] GONZÁLEZ-TORRES, M., et al. A review on buildings energy information: Trends, end-uses, fuels and drivers. *Energy Reports*, 2022, vol. **8**, p. 626-637.
- [6] CHRISTIDOU, DIMITRA; PAPAVALASOPOULOU, SOFIA; GIANNAKOS, MICHAEL. 2021. «Using the lens of science capital to capture and explore children's attitudes toward science in an informal making-based space». *Information and Learning Sciences*, vol. **122**, no 5/6, p. 317-340.
- [7] G.ESPAÑA. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Científicas en cifras 2017. «Estadísticas e indicadores de la (des)igualdad de género en la formación y profesión científica»
- [8] ELHUYAR. 2020. «Educación STEM y profesiones STEM, fuente de inspiración para jóvenes. STEAM Hezkuntza eta STEM profesioak, gazteak inspiratzeko»
- [9] COZZA, STEFANO, ET AL. 2020. «Do energy performance certificates allow reliable predictions of actual energy consumption and savings? Learning from the Swiss national database. » *Energy and Buildings*, vol. **224**, p. 110235.
- [10] MALDONADO E. 2013. Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – featuring country reports 2012», *European U. Brussels*
- [11] SALA-LIZARRAGA, JOSE M.; PICALLO-PEREZ, ANA. 2019. *Exergy analysis and thermoeconomics of buildings: design and analysis for sustainable energy systems*. Butterworth-Heinemann.
- [12] MARTIN, MIGUEL, et al. 2022 «Infrared thermography in the built environment: A multi-scale review». *Renewable and sustainable energy reviews*, vol. **165**, p. 112540.

EKAIA (2024), artikulua prentsan/article in press.
<https://doi.org/10.1387/ekaia.26590>
Behin-behineko bertsioa (euskara-orrazketaren faltan).

Picallo-Perez A. eta lankideak

[13] BIERBAUER, VIRGIL. 2022. «Four essays on modern architecture». *Art East Central*, vol. **2**, no 2, p. 77-111.

[14] EUSKO JAURLARITZA. 2018. *STEAM Euskadi Hezkuntza Estrategia*. Hezkuntza Saila

[15] <https://zientzia-azoka.elhuyar.eus/eu> Orrialdearen eguneratze-data: 2024/07/10