



IKER  
GAZTE  
NAZIOARTEKO  
IKERKETA EUSKARAZ

## II. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2017ko maiatzaren 10, 11 eta 12  
Iruñea, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:  
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

### INGENIARITZA ETA ARKITEKTURA

**Konputagailuen sarrera/irteeraren  
hezkuntza prozesurako hurbilpen  
berritzaile bat**

*Edurne Larraza Mendiluze eta  
Nestor Garay-Vitoria*

48-55 or.  
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.ii.03.07>

ANTOLATZAILEA:



ELKARLANEAN:



LAGUNTZAILEAK:



# Konputagailuen sarrera/irteeraren hezkuntza prozesurako hurbilpen berritzaile bat

Larraza-Mendiluze, Edurne eta Garay-Vitoria, Nestor<sup>1</sup>

Informatika Fakultatea. Manuel Lardizabal pasealekua 1; E-20018 Donostia (Gipuzkoa)

## Laburpena

Artikulu hau Informatikaren Hezkuntzaren Ikerketa (ingelesez, *Computing Education Research* CER) lerroaren barruan kokatzen da. Egindako ikerketan, zehazki, konputagailuaren sarrera/irteera (S/I) azpisisistemaren hezkuntza prozesua aztertu da. Gaia lantzeko erabiltzen diren eredu nagusienak, Proiektuetan Oinarritutako Ikaskuntza (POI) nola txertatu, teknologiari buruz i(ra)kasteko teknologia berritzea, ebaluatzeko erabiltzen diren azterketak eta ikasleek prozesuaren bukaeran S/I nola ulertzen duten aztertu da ikerketan zehar. CER ikerketa lerroaren barruan konputagailuen arkitektura adarrean eta zehatzago S/I azpisisistemaren inguruko azterketa bakarrenetako da. Dena den, bere espezifikotasunaren barruan, bertan emandako hausnarketa beste edozein gairen hezkuntza prozesura eramangarria da, Informatikan nahiz beste edozein alorretan.

**Hitz gakoak:** Informatikaren Hezkuntza ikerkuntza, Sarrera/irteera azpisisistema

## Abstract

*This paper is framed within the Computing Education Research (CER) area. In the study made, the specific topic analyzed is the education process of the computer input/output (I/O) subsystem. The main models used in the education process of the aimed topic, the introduction of Project Based Learning (PBL), the renovation of the technology used to teach/learn about a specific technology, the exams used to evaluate the students' knowledge and the students' understanding of the topic at the end of the process have been analyzed during the research made. This is one of the few studies in the CER area that treats the computer I/O subsystem inside the Computer Architecture area. Anyway, despite its specificity, this research could be replicated in any other topic, even out of the Computing discipline.*

**Keywords:** Computing Education research, Input/output subsystem

## 1 Sarrera eta motibazioa

Artikulu honetan konputagailuen sarrera/irteeraren hezkuntza prozesuari buruzko ikerketa lana aurkezten da. Informatika ingeniaritzako graduako lehen mailan, Konputagailuen Egitura ikasgaiko helburuetako bat zera da: ikasleek Sarrera/Irteera (S/I) azpisisistemaren funtzionamendua ikastea, hau da, gizakia eta konputagailuaren arteko komunikazioa nola gauzatzen den ikastea. Azpimarratu behar da S/I azpisisistema oso atal garrantzitsua dela konputagailuetan, prozesatzeko unitate-zentrala (PUZ), memoria eta busak diren bezala. S/I azpisisistema PUZ-arekin eta memoriarekin sinkronizatzeko moduak, eta S/I-k ondo funtzionatzek berebiziko eragina izan dezakete konputagailuaren errendimenduan.

Lan honi ekin izanaren beste arrazoi bat hau da: ikasketen erreformarekin graduako ikasketak izatera pasatu zirenean, UPV/EHUko Informatika Fakultatean S/I azpisisistemaren inguruko gaia jaitsi zela Ingeniaritzako 2. mailako lehen lauhilekotik, Graduako 1. mailako bigarren lauhilekora. S/Iri dagokion gai horretan 2. mailan lortzen ziren emaitzak ez ziren oso onak, beraz, irakasleen kezka nabarmen areagotu zen eta ikerketa bat egitea planteatu zen, ikasleen S/I azpisisistemaren ikaste prozesua hobetu nahian.

Ikerketa mugimendu orokorrago batean kokatzearen, lan hau *Scholarship of Teaching and Learning*

(SoTL) (McKinney, 2010) mugimenduaren barruan koka dezakegu. Mugimendu horren helburua hau da: ikerketa metodologiak hezkuntzan aplikatzea eta ikasketaren inguruan hausnartzea, prozesua eta emaitzak hobetu asmoz. Mugimendu horrek goi mailako hezkuntzan hartu du indarra, baina unibertsitatetik beherako hezkuntzan erabiltzen den *Action Research* (Stringer, 2004) bezalako metodologietan oinarritu ohi da. *Action Research* barruan hezkuntza prozesuan zerbait aldatu ondoren emaitzak aztertzen dira eta aldaketaren ondorioen arabera beste aldaketa batzuk proposatzen dira modu ziklikoan.

Egindako ikerketa hurrengo ataletan laburbiltzen da. Ikerketa osoaren xehetasun gehiago lehen egilearen tesian aurki daitezke (Larraza-Mendiluze, 2014), edota argitaratu dituen artikuluetan zehar; artikulua adierazgarrienak artikulua honetako erreferentzien atalean azaltzen dira.

## 2 Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Ikerketa Informatikaren Hezkuntzaren Ikerkuntzaren barruan kokatzen da. Informatikako curriculumetan dauden edukiak nola ikasten eta irakasten diren aztertu da bertan. Dena den, ez dira erreferentzia asko aurkitu konputagailuen S/I azpisisistemaren inguruan. Beraz, lana nahiko orijinala izan da.

(Fincher eta Petre, 2004) liburuan dioen bezala, hainbat arlo jorratzen ditu informatikaren hezkuntzaren ikerkuntzak: *Ikasleen ulermena; Animazioa, irudikapena eta simulazioa; Hezkuntza metodologia; Ebaluazioa; Hezkuntzarako teknologia; Lan-munduko jarduteak ikasgelara transmitzea; Garapena eta teknologia berriak txertatzea; Aurrez aurreko hezkuntzatik urruneko hezkuntzarako aldaketa; Informatikara ikasleak erakartzea eta mantentzea; Diziplina eratzea.*

Egindako ikerketak aurreko zerrendako hauek jorratu ditu: *Diziplina eratzea; Garapen eta teknologia berriak txertatzea, Hezkuntzarako teknologia eta Hezkuntzarako metodologia; Ikasleen ulermena; eta Ebaluazioa.*

Ikerketa galdera hauei erantzuteko asmoarekin hasi zen:

- Zer nola egokitu daiteke kontsola eramangarri bat S/I-ko edukiak ikasteko lagungarria izan dadin?
- Nola lagun dezake Proiektuetan Oinarritutako Ikaskuntza (POI) metodologiak S/I-ko edukiak ikasteko prozesuan?
- Zer nola ulertzen dute ikasleek S/I azpisisistema delakoa?

## 3 Ikerketaren muina

Lehenago esan bezala, gaur egun, konputagailuen S/I azpisisistema lehen mailako bigarren lauhilekoko eta Konputagailuaren Egitura izeneko ikasgaietan ematen da UPV/EHUko Informatika Fakultatean. Ikasgai horren zama 6 ECTS kreditukoa da eta bere helburu nagusia zera da: ikasleek barnera dezaten konputagailuen egitura nolakoa den eta bere osagai nagusiek nola funtzionatzen duten. Ikasgai "Von Neumann" delako arkitekturaren lau osagai nagusiak azaltzen dira: Memoria (ikasgai %5 dena); Agindu-multzoa (ikasgai %45); S/I azpisisistema (ikasgai %45); eta Elkarkonektatzeko sistemak (ikasgai %5).

Ikasgai hori konputagailuen arkitekturaren inguruko ikasgaien artean kokatzen da: *Sistema digitalak diseinatzeko oinarriak; Konputagailuen teknologiaren oinarriak; Konputagailuen egitura; Konputagailuen arkitektura; Sistema eragilearen oinarriak; eta Sistema eragileak.* Horietako ikasgai gehienek ikasleengan zentratutako metodologiak eta ikasteko estrategia aktiboak erabiltzen dituzte.

### 3.1 Diziplina eratzea

Erreferentzia diren hainbat unibertsitatetan aztertu dugu zeintzuk diren S/I ikasgaiak irakasteko metodoak eta zeintzuk diren erabiltzen diren hurbilketak. Guk Informatika gisa ezagutzen dugun horri atzerrian Konputazio Zientziak ala Konputagailuen Ingeniaritza deritzote orokorrean, eta bereizten dituzte. Berriketa horren arabera bide bat baino gehiago har dezakete S/I ikasgaiak jorratzeko orduan.

Edozein kasutan, (Larraza-Mendiluze eta Garay-Vitoria, 2015) artikuluan azaldu bezala, konputagailuen S/I azpisisistema informatikako titulazioetan derrigorrez irakatsi beharreko edukia da. Dena den, hori irakasteko hurbilketa bat baino gehiago dagoela ikusi dugu. Laburbilduz, aurkitutako erreferentzietan hauek erabiltzen direla esan dezakegu:

- Deskribapen hutseko hurbilketa: S/I azpisistemaren deskribapena ematen zaie ikasleei eta ikasleak kontzeptuak deskribatzeko gai izatea espero da.
- Errendimenduko hurbilketa: S/I zenbait teknikaren arabera, ikasleak konputagailu baten errendimendua neurtzeko gai izango direla espero da.
- Programatzeko hurbilketa: S/I azpisistema funtzionatzeko programak idaztea du helburu, eta horretarako etenak eta konkurrentzia bezalako ideia abstraktuak lantzen dira.
- Seinaleen datu ibilbidearen hurbilketa: oso hurbilketa lagungarria da S/I azpisistemaren barruko hardware-ak nola lan egiten duen ikusteko.

UPV/EHUko Informatika Fakultatean egiten denari dagokionez, gaia 2. mailan kokatzen zenean hurbilketa guztiak lantzen ziren, nahiz eta laster arlo praktikoak deskribapen hutsa alboratu zuen. Programatzeko hurbilketa laborategietan erabiltzen zen eta paperean egiteko ariketak erabiltzen ziren errendimenduari buruzko kontzeptuak lantzeko. Gainera, Karrera Amaierako Proiektu baten bidez seinaleen datu ibilbideak ikusi ahal izateko simuladore bat garatu zen eta ikasleen eskura jarri (Garay-Vitoria *et al.*, 2009). Gradurako jauzia egitean, ordea, ikasgaiaren ordu kopurua murriztu zen eta horrek hurbilketa bat lehenestera behartu zuen. Programatzeko hurbilketa izatea erabaki zen, sistemaren ikuspegi zabalena ematen baitu.

Ikasgaien programak, publikatutako artikulua eta testu liburuak erabiliz horrelako azterketa bat oso baliagarria izan daiteke nork bere ikasgaia hobeto ulertzeko eta beste batzuk ere hausnarketa egin dezaten bultzatzeko.

### 3.2 Garapen eta teknologia berriak txertatzea, Hezkuntzarako teknologia eta Hezkuntzarako metodologia

Informatikan ez da erraza izaten bereiztea ea garapen eta teknologia berriak txertatzen ari zaren ala hezkuntzarako teknologiak erabiltzen ari zaren. Ikerketa honekin hasi aurretik S/I gaia lantzeko konputagailu pertsonalak (PCak) erabiltzen ziren. PCek, ordea, oztopen kopurua areagotzen zuten helburua betetzeko beharrezkoak ziren praktikak aurrera eramanez ahal izateko. Izan ere, sistema eragileen babes mailaren garapenak aurrera joan ahala, orduan eta zailagoa zen S/I gailu edo periferikoak kontrolatzeko baliabideak eskuratzea. Ondorioz, sistema eragilerik gabeko makina baten bila hasi ginen eta eskuko kontsolak horretarako egokiak izan zitezkeela iruditu zitzaigun.

Kontsolen artean, software librea erabiltzen zuten Pandora eta GP2X kontsolak eta software zein hardware pribatiboa zuten PlayStation-eko PSP eta Nintendo DSa (NDS) aztertu genituen. Lehenengo biak, software librekoak izateagatik oso erakargarriak egiten zitzaizkigun arren, eskuratzeko edo haiekin lan egiteko zailtasun handiak topatu genituen. Bestalde, PSParen firmwarearen bertsio zahar bakar batek *homebrew* (etxean sortutakoa) softwarea erabiltzeko aukera ematen zuen. NDSaren inguruan ordea, *homebrew* garatzaileen komunitate nahiko zabala eta makina hori programatzeko ingurunea<sup>1</sup> topatu genituen. Hori lagungarria izango zelakoan, tresna harekin hasi ginen lanean.

Zeintzuk ziren baina, makina haren alderdi positiboak eta zeintzuk negatiboak S/I azpisistema gaia programazioaren hurbilketarekin lantzeko?

(Larraza-Mendiluze *et al.*, 2013) artikuluan planteatzen da nola erabili NDS makina POI metodologiarekin batera. Etenak kudeatu eta horientzako zerbitzu errutinak programa daitezke. Bi prozesadore erabiltzen ditu eta horrek sor dezakeen zailtasuna gehiegizkoa izan daiteke lehenengo mailako ikasleentzat. Hala ere, teklatuaren tekla gehienak eta tenporizadorea, irudiak tratatzen dituen prozesadoreetik erabil daitezke. Ukituen pantaila beste prozesadoreetik kontrolatu behar bada ere, saihasbide bat aurkitu genuen ikasleek beste gailuak bezalaxe programa zezaten. Bigarren prozesadorea egotea ikasleentzat gardena egin genuen.

NDSaren ezaugarriak direla eta, POI metodologiaren barruan bideo-jokoen garapena ezarri genuen testuinguru gisa. Izan ere, Wu eta Wang (2012)-ek dioten bezala, bideo-jokoen garapena tresna pedagogikoa ere bada. Artikulu horretan aipatzen dira jokoak garatzeko erabiltzen diren euskarriak eta jokoen garapenean oinarritutako ikaskuntza nola erabili den zenbait esparrutan.

<sup>1</sup><https://sourceforge.net/projects/devkitpro/> devkitPro: Homebrew toolchains for wii, gamecube, 3ds, gba, gp32 and psp, 2017ko otsailaren 23an bilatua.

S/I azpisistema lantzeko gure ikasleek egiten dituzten proiektuetan S/I gailuak zuzenean kudeatzen ikasten dute. Adibidez, tekla bat sakatzeko duen eragina programa osoan zehar kudeatzen dute eta gertaera berari erantzun anitzak ematen ikasten dute. Kasu zehatz batean, gorako gezia duen tekla sakatzeko tekla hori sakatu dela kontrolatu beharko dute eta horren eragina programatu: demagun pantailan agertzen den marrazkitxo bat gora edo beheara edo pantailaren edozein posiziotara mugitu behar dela. Ikasleak dira marrazkitxo hori pantailan non agertuko den zehazten dutenak. Horrek klasean ikusitako ideia abstraktuak errealitatean nola aplikatzen diren jabetzeko balio du. Alegia, sistema informatikoen barruan gauzek nola funtzionatzaren duten ikasten dute horrela. Hartarako, behe mailako programazioaren bidez gertaerak zuzendutako programazio paradigma lehen aldiz erabiltzen dute.

POI metodologia, NDSan bideo jokoak diseinatzearekin eta garatzearekin uztartzea ez da bapateko kontua izan. Lau urtez, emaitzak aztertu eta aldaketaren bat proposatu da hurrengo urteko sistemaren funtzionamendua egokia izan arte. Hau da, *Action Research* (Stringer, 2004) edo SoTL (McKinney, 2010) ereduak jarraitu dira ikerketa egiteko orduan eta eboluzio hori (Larraza-Mendiluze *et al.*, 2016) artikuluan publikatu da. Han ikusten da zein garrantzitsuak izan daitezkeen horrelako ereduak proiektu bat garatzeko taldekideen kopurua erabakitzeke orduan edo proiektuaren zehaztapena egiteko. Gure kasuan proiektua hasieratik bukaerara irekia mantendu da. Talde bakoitzak erabakitzen du zein izango den garatuko duen jokoak. Dena den, pixkanaka hainbat gako zehazten edo mugatzen joan behar izan da, proiektua gehiegi konplika ez dadin eta garapena ikasgaiaren inguruan mantentzeko, gehiegi desbideratu gabe. Bestalde, gaiaren inguruko teoria nola txertatu behar den ere aztertu egin da. Hasieran asmoa ikasleek beraiek proiektuaren bidez teoria ondorioztatzea baldin bazen ere, esperimentazioaren iterazioekin hori fintzen joan da. Gaia oso abstraktoa da eta oso zaila egiten zaie ikasleei proiektua garatzea teoria jakin gabe. Horregatik, eta oso labur azalduta, proiektua teoria ulertzeko eta barneratzeko tresna gisa erabiltzera iritsi gara.

### 3.3 Ikasleen ulermena

S/I azpisistema gaiarekin amaitzean ikasleek gaia zenbateraino ulertzen duten argitzeko hainbat ikerketa egin ditugu. Ikerketa horietan guztietan kontzeptu-mapak baliatu gara. Kontzeptu-mapak honela definitzen dira (Novak eta Cañas, 2008) artikuluan: ezagutza antolatzeke eta adierazteke tresna grafikoa dira. Normalean zirkuluetan edota itxita dauden kutxetan dauden kontzeptuak erabiltzen dituzte, eta kontzeptu horien arteko erlazioak marren bidez adierazten dira. Marretan dauden hitzei erlazio-hitzak ala erlazio-esaldiak deritze eta kontzeptuen arteko erlazioak zehazten dituzte. (Sanders *et al.*, 2008) artikuluan zenbait erabilpen adierazten dira (adibidez, ebaluazioa), baina gure ikerketan ikasleen ezagutzaren argazki estatiko bat eskuratzeko erabili ditugu.

Kontzeptu-mapen erabilerarako lehen hurbilpena 2011/2012 ikasturtean egin genuen eta lan horretan aritzeko CM-ED kontzeptu mapen editorea erabili zen<sup>2</sup>. Ikasturte hartako ikasgaiko irakasleei eta gaia jorratu izan duten beste irakasle batzuei ere eskatu zitzaizkien gaiari buruzko kontzeptu-mapa bana osatzea. Kontzeptu-mapa horiek guztiak aztertu eta gero, haien artean egon zitezkeen nabardurak adostu ziren eta hiru kontzeptu-mapako multzoa lortu zen: Motak, Komunikazioa eta Urratsak izenekoak. Gero, ikasleei kontzeptu-mapa horietako atal batzuk eman zitzaizkien eta osatzeko eskatu. Lan horren ondorioa izan zen, (Larraza-Mendiluze eta Garay-Vitoria, 2012) artikuluan ikus daitezkeen bezala, ikasleek ez zutela ikasgaiaren irudi orokor bat hartzen. Hori zela eta, hurrengo ikasturtean gehiago sakontzea erabaki zen.

2012/2013 ikasturtean, ikasgaiaren aurkezpenarekin batera kontzeptu-mapak lantzen hasi ziren. Ikasgaiaren zehar hainbat kontzeptu-mapa eraikitzea eskatu zitzaizkien ikasleei eta irakasleak kontzeptu-mapen eraikuntzaren gaineko oharrak helarazten zizkien ikasleei. Horren helburua ez zen ikasleek jakitea zer jarri behar zuten kontzeptu-mapan, baizik eta kontzeptu-mapa bat eraikitzen ikas zezaten.

Ikasturtearen amaieran hainbat kontzeptu emanik, kontzeptu-mapa osatzeko eskatu zitzaizkien ikasleei.

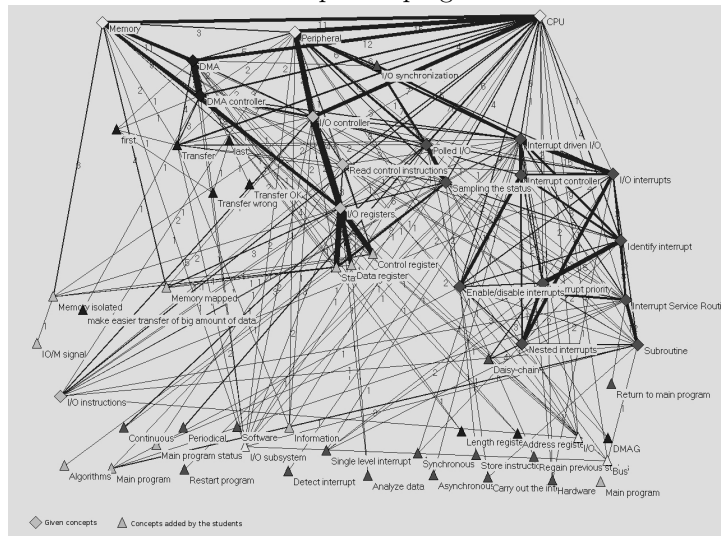
Kontzeptu-mapak banaka ebaluatzeko softwarea topatu bazen ere, azterketa kolektibo bat egiteko tresna ez zen topatu eta gizarte-sareak aztertzeko erabiltzen den tresna batekin<sup>3</sup> aztertu ziren. Kontzeptu-mapa guztiak elkartuta lotura bakoitzaren agerpen kopurua erakusten duen mapa ageri da 1 Irudian.

Garbiketa pixka bat egin ondoren, lau alditan baino gutxiagotan errepikatzen diren loturak kenduz

<sup>2</sup><http://galan.ehu.eus/Galan/node/34> CM-ED editorea, 2017ko otsailaren 23an bilatua.

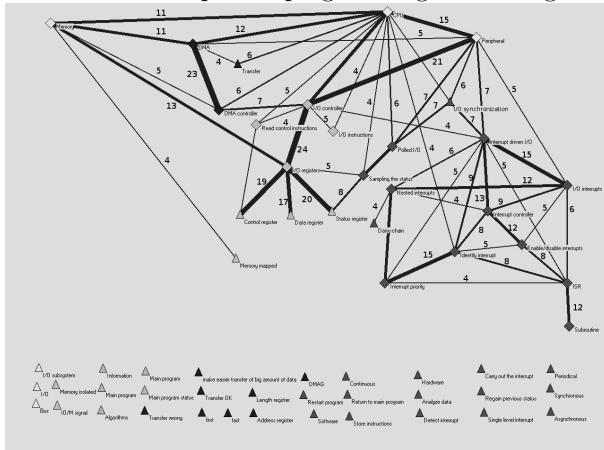
<sup>3</sup><http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/> Pajek, sare zabalak analizatzeko eta ikusteko tresna, 2017ko apirilaren 6an bilatua.

1 Irudia: Kontzeptu-mapa guztiak bilduta

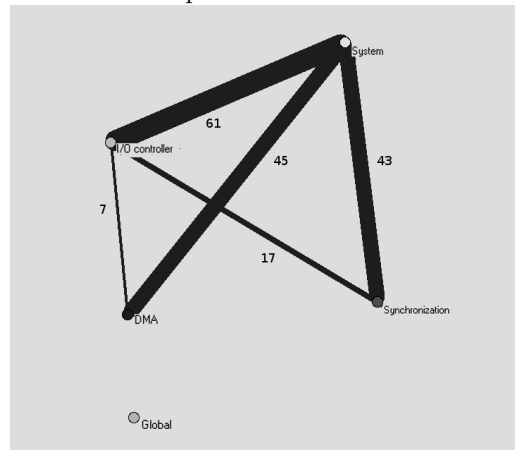


gero, 2 Irudia lortu genuen. Hor nahiko argi azaltzen da oro har hiru bloketan banatzen dela ulermena: S/I kontrolagailua, sinkronizazioa eta DMA. Hiruak sistemaren bidez lotzen dira, 3 Irudian ikusten den bezala.

2 Irudia: Kontzeptu-mapa guztiak garbiketa eginda



### 3 Irudia: Azpimultzoen arteko loturak



Kontzeptu-mapak banaka eta era kualitatiboago batean ere aztertu ziren eta emaitza horietatik guztietatik lortutako ondorio nagusienetako batzuk honako hauek izan ziren:

- Ikasleek argi dute periferikoak kontrolatzeko S/I kontrolagailuak behar direla eta horiek kontrol-, datu- eta egoera-erregistroez osatzen direla.
- Sistemaren osaera bera ez daukate argi, edo batzutan lotura oso espezifikoak bila jotzen dute. Adibidez, memoria bakarrik lotzen dute *Direct Memory Access* (DMA)rekin.
- Inkesta eta etena kontrajarriak izan daitezkeen bi kontzeptuak maiz nahasten dituzte gabiltzan testuinguruan.
- DMA eta bere kudeaketa nola gauzatzen den ez dituzte ulertzen.

Kontzeptu-mapa horiek gizarte-sareen ebaluaziorako tresnekin batera ematen diguten ikasleen ulermenaren irudia oso baliotsua izan daiteke ikasketa prozesuaren egoera aztertzeko. Hori bai, oso garestia

da. Alde batetik, kontzeptu-mapak sortzeko tresnetan horrelako analisiak egiteko tresnak integraturik egotea beharko litzateke, analisia errazteko. Bestetik, ikasleen kontzeptu-mapekiko jarrerak ere hobetu beharko luke, mota horretako analisiak maizago egin nahi badira.

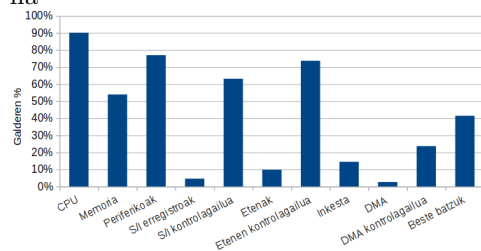
### 3.4 Ebaluazioa

Zein nolako ebaluazioak egiten diren aztertzeko, posta-zerrenden bidez egin zen eskaera bat unibertsitateko irakasleei. S/Iko gaiaren inguruan azterketetan egiten dituzten galderen enuntziatuak eskuratu nahi ziren. (Larraza-Mendiluze eta Garay-Vitoria, 2013) artikuluan azaldu bezala, sei unibertsitatetatik jaso ziren erantzunak.

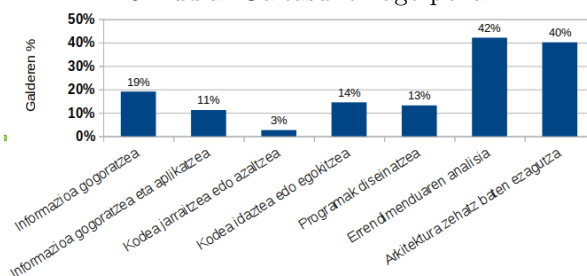
Azterketa egiterakoan, galderei egoki erantzun ahal izateko ikasleek izan behar duten ezagutza maila bereizteko, (Swart, 2010) artikuluan proposatutako sailkapena jarraitu genuen: maila altuko (HOq ingeleseko *Higher Order question*-etik) eta maila baxuko (LOq ingeleseko *Lower Order question*-etik) ezagutza behar duten galderak bereizi genituen.

Azterketa horretan aurkitutakoak laburbilduz, 3.3 atalean aipaturiko hiru ulermen blokeetatik bat, DMArena, ia ez den azaltzen, 4 Irudian ikus daitekeen moduan. Bestalde, 5 Irudian azterketetan hainbat gaitasunen agerpen kopurua azaltzen da. Hor ikus daitekeena zera da: ezagutza maila baxua nahiz altua ebaluatzeko erabil daitekeen gaitasuna, kodearen azalpenak ematea, agerpen gutxiena duena dela. Gehien azaltzen diren gaitasunen artean, errendimenduaren analisia ez dago guk hemen aukeratu den irakasteko hurbilpenaren barruan. Hurrengo, arkitektura zehatz baten ezagutza, askotan beharrezkoa bada ere lanean praktikoki aritzeko, ez dugu uste ezinbesteko izan behar duenik S/I azpisisistemaren ezagutza orokorraren ebaluazioan.

4 Irudia: Landutako kontzeptuen agerpena



5 Irudia: Gaitasunen agerpena

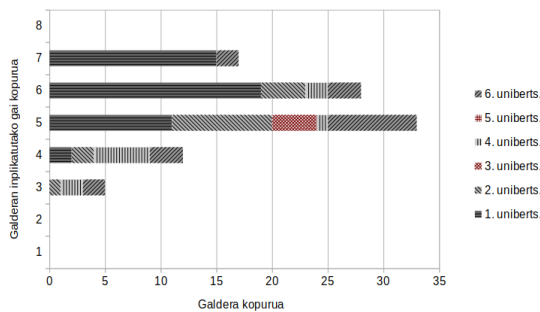


Hurrengo bi irudietan, parte hartu duten unibertsitateen emaitzak bereizten ditugu, eta gero batzen. Galderen zailtasunari dagokionez, gehienak HOq motako galderak dira eta galdera horietan moda da 5 kontzeptu jorratzea (ikus 6 Irudia). LOq motako galderetan, ordea, moda 3 kontzeptukoa da (ikus 7 Irudia). Hori kontuan hartzeko gauza da, gaia lantzen den mailaren arabera. Adibidez, ikasketen hasieran, demagun 1. mailako bigarren lauhilekoan lantzen denean, ebaluaziorako galderak LOq motakoak izatea komeniko litzateke eta galdera berean kontzeptu gutxi jorratu beharko lirateke.

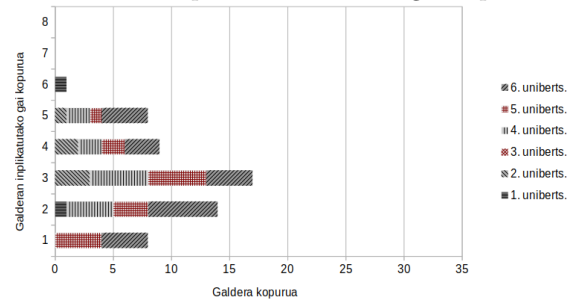
Datu horiek azterketak egokitzeko oso baliagarriak izan badaitezke ere, Larraza-Mendiluze eta Garay-Vitoria (2013) artikulua eztabaida atalean planteatu zen moduan lan sakonagoaren beharra ikusi genuen. Adibidez honakoak sakonago aztertu beharko lirateke:

- Azterketetako askoz galdera gehiago lortu beharko lirateke, baina datu bilketa horretarako metodo egoki bat diseinatu beharko litzateke.
- Erabilitako sailkapen eskemak egiaztapen prozesu bat beharko luke eta hori gaian espezialistak diren pertsonekin egin beharko litzateke.
- Nola desberdindu daiteke ikasleek benetan gaia (kasu honetan S/I azpisisistema) ikasten ari diren ala azterketa bat gainditzeko erantzun behar diren galderak erantzuten ikasten ari ote diren?
- Eta aurreko puntuak beste honetara garamatza: Nola baloratu dezakegu irakasleek azterketetarako galdera egokiak erabiltzen ari ote diren?

6 Irudia: HOq-etan aurkitutako gai kopurua



7 Irudia: LOq-etan aurkitutako gai kopurua



Hemen planteatutako galderek beste tesi bat edo gehiagorako emango luketenez, puntu honi ez zitzaion jarraipenik eman tesian. Hala ere oso gai garrantzitsua dela uste dugu.

## 4 Ondorioak

Artikulu honetan lehen egilearen tesiaren laburpen bat aurkeztu da eta tesi horrek emandako publikazioei erreferentzia egin zaie. Lana unibertsitateko mailako informatikaren hezkuntzaren barruan eman da. Hiru ikerketa galdera planteatu dira lan honen abiapuntu bezala, eta horiei erantzuna gisa esan dezakegu baietz, jolaserako eskuko kontsolak (NDSa adibidez) ongi egokitu daitezkeela S/I azpisistema gaiko kontzeptuak lantzeko.

Teoria behar den neurrian azalduta badago, proiektuak garatzea ongi egokitzen da, teoria hura ulertu eta barneratzerako garaian. Hori bai, ikasleak oraindik ez dira gai proiektu zabal baten kudeaketa eraginkorra egiteko. Beharrezkoa izaten da hasierako diseinuan muga asko jartzea proiektua gehiegi konplika ez dadin eta garapena ez dezaten eraman ikasgairako baliagarriak ez diren zereginak egitera.

Horrez gain, ikusi da ebaluatzeko modua nolabait egokitu beharko dela, planteatzen diren galderak maila altuegikoak izan daitezkeelako eta ez dutelako argi erakusten ikasleek gaia nola ulertzen duten. Horrekin batera, gaia lantzerakoan esfortzu berezia egin beharko da ikasgaian lantzen diren kontzeptuen arteko loturak erakitzen.

Bestalde, oso garrantzitsua deritzogu, lan espezifiko honen interesa zabaltze aldera, SoTL eta *Action Research* ereduak lotura egitea. Izan ere, unibertsitateko irakasleek ikertzaile sena hezkuntza prozesuan erabiltzea da eredu haien indargunea: urtero errepikatzen dugun prozesu horri buruzko hausnarketa egin, neurketak egiteko indizeak ezarri, aldaketak egin, emaitzak eskuratu eta berriro hausnarketarekin hasi. Lan honetan aztertu direnak oso espezifikoak dira, gai zehatz batean landu direlako, baina aztertu diren kontuak, metodologia, ikasleen ulermena, ebaluazioa, oso orokorrak dira. Beraz, hezkuntzako edozein esparrutara eraman daitekeen ikerketa lana dela sostengatzen dugu.

## 5 Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Etorkizunean, unibertsitate mailan erabiliko den teknologia aldatu nahi dugu. Gaur egun jabetun teknologia bat erabiltzen ari gara, NDSa alegia, baina etorkizunean jabetuna ez den teknologia erabili nahi dugu: Arduino, RaspBerry Pi, ... Horretarako, dagoeneko gradu amaierako lan bat martxan jarri dugu.

Horrez gain, unibertsitate aurretiko informatikaren hezkuntza ere aztertu nahi dugu, 2 atalean azaldu diren arloen artean erantzun gabe utzi den *Informatikara ikasleak erakarri eta mantendu* delakoa lantzen hasteko. Bide hori ere martxan jarri dugu dagoeneko UEUK antolatutako mintegi baten bidez. Artikulu hau dela medio, gaian interesa eduki dezakeen edonor, hezkuntza mundukoak batipat, deitu nahi zaituztegu gurekin harremanetan jarri eta hain garrantzitsua den lan hori aurrera eramateko.

Azkenik, ebaluazioaren atalak beste tesi bat beharko luke. Norbait interesatuta egonez gero ere gurekin harremanetan jar daiteke.

## Erreferentziak

- FINCHER, SALLY, eta MARIAN PETRE. 2004. *Computer science education research*. CRC Press.
- GARAY-VITORIA, NESTOR, EDURNE LARRAZA-MENDILUZE, JOSÉ MARTÍN, TXELO RUIZ-VÁZQUEZ, eta IRATXE SORALUZE. 2009. *OCW, UPV/EHU - Konputagailuen arkitektura I, [2009/03][Eus]*. UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua.
- LARRAZA-MENDILUZE, EDURNE. 2014. *The Computer Input/Output Subsystem Education in an undergraduate introductory course: A multiperspective study*. UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua.
- , eta NESTOR GARAY-VITORIA. 2012. A comparison between lecturers' and students' concept maps related to the input/output topic in computer architecture. In *Proceedings of the Koli Calling 2012 conference*, Koli Calling 2012, 57–66, Tahko, Finland.
- , eta —. 2013. The learning outcomes of the exam question in the input/output topic in computer architecture. In *Proceedings of the LaTiCE 2013 conference*, LaTiCE 2013, 212–215, Macau, China.
- , eta —. 2015. Approaches and tools used to teach the computer input/output subsystem: A survey. *IEEE Transactions on Education* 58 (1).1–6.
- , —, JOSÉ MARTÍN, JAVIER MUGUERZA, TXELO RUIZ-VÁZQUEZ, IRATXE SORALUZE, JOSÉ FRANZISKO LUKAS, eta KARLOS SANTIAGO. 2013. Game-console-based projects for learning the computer input/output subsystem. *IEEE Transactions on Education* 56 (4).453–458.
- , —, IRATXE SORALUZE, JOSÉ MARTÍN, JAVIER MUGUERZA, eta TXELO RUIZ-VÁZQUEZ. 2016. Using a real bare machine in a project-based learning environment for teaching computer structure: An analysis of the implementation following the action research model. *ACM Transactions on Computing Education* 16 (3).13:1–13:17.
- MCKINNEY, KATHLEEN. 2010. *Enhancing learning through the scholarship of teaching and learning: The challenges and joys of juggling*, volume 139. John Wiley & Sons.
- NOVAK, JOSEPH D, eta ALBERTO J CAÑAS. 2008. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition* 2008.
- SANDERS, KATE, JONAS BOUSTEDT, ANNA ECKERDAL, ROBERT MCCARTNEY, JAN ERIK MOSTRÖM, LYNDY THOMAS, eta CAROL ZANDER. 2008. Student understanding of object-oriented programming as expressed in concept maps. *ACM SIGCSE Bulletin* 40.332–336.
- STRINGER, ERNEST T. 2004. *Action research in education*. Pearson/Merrill/Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- SWART, ARTHUR JAMES. 2010. Evaluation of final examination papers in engineering: A case study using bloom's taxonomy. *IEEE Transactions on Education* 53.257–264.
- WU, BIAN, eta ALF INGE WANG. 2012. A guideline for game development-based learning: A literature review. *International Journal of Computer Games Technology* 2012.20.

## 6 Eskerrak eta oharrak

Egileak UPV/EHUk finantziatutako BAILab (UFI11/45) taldeko partaideak dira, eta baita Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza, Unibertsitateak eta Ikerkuntza sailak finantziatutako ADIAN taldekoak ere (IT980-16). Ikerketa honek beste diru laguntzak jaso ditu Espainiako Gobernuko Ekonomia eta Leihakortasun Ministeritzatik eta Europako Eskualdeak Garatzeko Fondoetatik (TIN2013-41123-P eta TIN2014-52665-C2-1-R). Finantziazio guzti horiek partzialak izan direla esan beharra dago. Bestalde, egileek eskertu nahi dituzte aurkeztutako esperientzietan parte hartu duten ikasleak. Artikulu honetan jorratutakoa zabalago publikatu da lehen egileak argitaratu duen liburuan (Larraza-Mendiluze, 2014). Hor bere doktorego tesia azaltzen da.