

ORDENAGAILUA MATEMATIKAREN IRAKASKUNTZAN

JESUS MARI GOÑI

Artikulu hau antolatzeko jarraituko dugun haria zera da: Matematikaren Irakaskuntza gauzatzeko erabiltzen den *curriculum* delakoan ordenagailuak zertan lagun dezakeen aztertzen joatea.

Horregatik, eta lehen urrats gisa, ikus dezagun ordenagailua bera delako *curriculum* horren egituran non koka daitekeen. *Curriculum* baten ohizko egitura honako parte hauetaz dago osaturik: *helburuak, edukinak, aktibitateak eta ebaluazioa.*

Ordenagailua aktibitateak antolatzeko erabili daitekeen tresna da. Hortaz, ordenagailua, liburuen, material manipulatioen, diapositiben, bideo-zinten, eta abarren parekoa da: aktibitateak antolatzeko erabil daitekeen oinarri fisikoa ale-

gia. Ordenagailua tresna huts bat da ikuspegi honetatik begiraturik, ez gehiago eta ezta gutxiago ere.

Horregatik, ordenagailuen erabilpenari dagokionez, zera da geure buruari egin beharko diogun galdera: *zer aktibitate-motatarako da egokia tresna hau?*, edo, tresna *garestia* dela kontuan hartuz, beste hau nahi bada :*zer aktibitate-motatarako da ordenagailua beste tresnak baino egokiagoa?*

Artikulu honen helburua galdera horiek erantzutea da. Ez naiz, beraz, eztabaidatzen hasiko ea ordenagailua erabili beharra dagoen ala ez. Oso eztabaida antzua iruditzen zait. Garaiz garaiko teknologia erabiltzea gizonen betidaniko aukera izan da eta ez dut ikusten ordenagailuarekin salbuespena egiteko arrazoia non egon daitekeen. Jakin, badakit, ordenagailuak, tresna bezala, komunikazioa bideratzeko aldaketa koalitatibo bat dakarrela; eta komunikazioa bideratzeko moduak aldatzen direnean pentsamoldeak egoera berrira egokitu beharra izaten dela. Baina gertaera hau ez da berria Gizateriaren historia luzean eta neuk, behintzat, ez dut gizonen ahalmenak handitzeko balio izan duen eta azkenean inposatu ez den aldaketa teknologikorik ezagutzen. Utz ditzagun, beraz, alde batera eztabaida neketsu horiek eta galde diezaigun geure buruari: *zer eskain diezaguke ordenagailuak?*

AKTIBITATE ETA EDUKINEN ARTEKO ERLAZIOAK

Hasieran esandakoaren arabera, ordenagailua aktibitateak antolatzekeo tresna bat bezala ikusi nahiko genuke artikulu honetan.

Baina aktibitateak edukin jakin batzuk erakusteko prestatzen dira. Horregatik, hain zuzen ere, aurrera jarraitu aurretik jakin nahi genukeena zera da: ea edukin-mota guztietarako presta daitezkeen aktibitateen artean ordenagailuak eskain dezakeen laguntza-maila eta beste baliabideek eskain dezaketena berdina ote den ala, aitzitik, ba

ote dauden edukin-mota batzuk non ordenagailuaren erabilpena egokiagotzat jo daitekeen.

Erantzun ahal izateko ezinbestekoa dirudi lehenik edukin-mota desberdinen zerrenda aurkeztea. Baina zerrenda hau plazaratzea ez da gauza erraza, ez bait dago adostasunik egile desberdinen artean. Arrazoi hau dela eta, guk hemen landuko dugun zerrenda egile horiek proposatutakoen sintesia izango da.

Artikulu honetan edukinak sailkatzeko erabiliko dugun zerrenda zera da: *gertakizunak, kontzeptuak, prozedurak, estrategiak eta arauak eta ohiturak*.

Artikulu hau ez da toki egokia horrelako edukin-mota bakoitza egokiro eta zehaztasunez definitzeko, baina zerbait esatea derrigorrezko baldintza da adierazi nahi dugunaren esanahiaz jabetzeko. Has gaitezen, bada, lan horretan.

1. *Gertakizunak*: errealitatearen irakurketatik jasotako datuak dira; beste modu batez esanik, kanpotik, mundu fisikotik nahiz sozialetik guztiz egina datorkiguna. Atal honetan, era berean, ondorengo edukin-azpimotak bereiz daitezke: *terminologia, notazioa, konbenioak eta emaitzak*.

- *Terminologia*: Matematikaren kontzeptu propioak izendatzeko erabiltzen den hitza. *Izendatzaile* hitza, adibidez, termino bat da; termino honen bidez zatiki baten azpiko zenbakia ezagutzen da.

- *Notazioa*: Matematikan erabiltzen diren kontzeptu nahiz prozedurak adierazteko era da. Adibidez: zenbaki hamartarren adierazpenean edo zati osoa eta hamartarra bereizteko “.” (puntu) ala “,” (koma) erabili behar den erabakitzea notazioari dagokion arazoa da. Batuketa adierazteko « $7 + 4 = 11$ » formula erabiltzea, notazioari dagokion erabakia da.

- *Konbenioak*: komenientziatzeko erabakiak dira. Arrazoiren batean baino gehiago ohituran oinarritutako erabakiak dira. Zenbaki negatiboak, esaterako, zeroren ezker aldean idazten dira eta positiboak eskuinaldean.

- *Emaitzak*: edukin-mota honetan sartzen dira —oso erabiliak direlako— datu modura ezagutu beharrekoak, nahiz eta jatorriz arrazoizkoak izan. Adibidez: *biderketaren taula*. Gauza jakina da taula horretan dagoen edozein biderkadura arrazoibidez atera daitekeela, baina horrela ezagutzea ez da oso praktikoa eta maiz erabili beharrak biderkadura bakoitzaren datu bat bezala jasotzera behartzen gaitu.

2. *Kontzeptuak*: hauen artean Matematikan *esanahi* propioa duten hitzak sartzen dira. Atal honetan gehien interesatzen zaiguna, hitz horren *osagai semantikoa* da. Lehen *izendatzaile* hitza aipatu dugu, termino baten adibide gisa, baina *izendatzailea* kontzeptua da baita ere, *unitatea zenbat zatitan banatzen duen* esanahiari begiratzen badiogu.

3. *Prozedurak*: egin egiten diren ekintzak dira, Matematikan *eragiketa* izenez ezagutzen direnak. *Batuketa*, esate baterako, prozedura baten adibide klasikoa izan daiteke; beste bat aipatzeagatik, *deskonposaketa faktoriala* aipa liteke.

4. *Estrategiak*: problemen ebazpenari atxekituak agertzen dira. Problema bat ebazteko prozedura bat jarraitu behar izaten da. *Estrategia* prozedura hori aukeratzeko segitzen den bidean datza. Demagun puzzle bat egin behar dugula; estrategia posible bat ertzetatik hastea da, toki hauetan dauden piezen forma berezia delako.

5. *Arau eta ohiturak*: lana modu egoki batez burutu ahal izateko jarritako normak; kanpotik ezarriak izaten dira eta denboraren poderioz ohitura bilakatzen dira.

Hau ez da tokirik egokiena Irakaskuntzaren etapa bakoitzean mota hauetako zein edukin sartu behar den erabakitzeke, horrek *curriculum* osoa agertzea eskatuko bait luke. Puntu honetan gelditu bagara, sailkapen hau oso ezaguna ez delako eta gero agertu nahi duguna ondo ulertzeko derigorrezko baldintza delako izan da.

ORDENAGAILUAREN ERABILPENA PROZEDURAK ETA ESTRATEGIAK IRAKASTEKO

PROZEDURAK

Edukin mota guzti horietatik prozedura eta estrategia direlako horietan finkatuko gara bereziki. Egiterik ez duguna, berriz, aukera honen arrazoa hemen agertzea da; arrazoi horien berri emateak oso luze joko luke eta horretarako behar den tokia artikuluko honen mamia plazaratzeko behar duguna ere jango liguke.

Prozedurak ongi burutzea da edukin-mota honetarako birlatzen dugun helburua. Prozedurak ongi burutzeak lan horretan iaioa izatea esan nahi du; modu azkar eta zehatz batez lana biribiltzea, alegia. Hortaz, ez da nahikoa gauzak egiten jakitea, egite hori makala bada edota akatsez beterik gauzatzen bada. Lortu nahi dena abilezia eta trebetasuna garatzea da.

Prozedurak ekintzak direnez, tresnak erabiliz, burutzen dira; are gehiago, prozedura burutzeko erabiltzen den tresnak prozeduraren izaera guztiz baldintzatzen du. *Kalkulu-lana prozedura aritmetikoen eredutzat* har daiteke, baina kalkulu hori buruz, arkatz eta paperez, abakoz nahiz beste material manipulatioz, kalkulagailuz, nahiz ordenagailuz egin daiteke. Baina horietako tresnaren bat erabiliz lortutako trebetasunak ez du, inolaz ere, ziurtatzen abilezia bera beste tresnak erabili nahi direnean. Buruzko kalkulurako iaioa izateak ez du nahitaez arkatz eta paperez egindakoko kalkulu-trebetasuna suposatzen, ezta gutxiago ere; horra hor baseritar askoren kasua lekuko.

Baina ordenagailuak eduki badauka birtualitate berezi bat, beste tresnen simulatzailea izatearen ezagaurri balioetsua. Hortaz ordenagailua erabiliz arkatz eta paperezko kalkulua landu dezakegu edota kalkulagailuak nola funtzionatzen duen erakutsi.

Ordenagailua oso tresna egokia da *prozedura* matematikoak simulatzeko eta gainera egin egiten du prozedura hori burutzeko erabil daitezkeen bitarteko desberdinak imitatuz. Egia osoa esateko, ordenagailuari ezinezkoa zaio prozeduren burutze-modu psikomotorea edo manipulatioa simulatzea; azken batez ordenagailua erabiltzeko teklatuaz baliatzen bait gara eta horrela jokatzekak alderdi psikomotoretik bere mugak ditu. Salbuespen hau alde batera utziz, ordenagailuak, aktore on baten antzera, berea ez dirudien eginkizuna betetzeko abilezia aparta du.

Gorago esan dugunez *prozeduren* atalean bilatzen dugun helburu pedagogikoa *trebetasuna* da ekintza hauek burutzeko unean. Baina trebetasuna ez da lortzen behin eta berriro iharduten ez bada eta ikaste-prozesuan agertzen diren sahiestezinezko akatsak zuzentzen ez badira. Ordenagailua ondo moldatzen da egoera honetara. Ordenagailuaren gaitasuna ariketa desberdinak sortzeko eta proposatzeko itasoa bezain zabala eta sakona da. Baina ez hori bakarrik, bere *pazientzia* imajinario beroenak ames dezakeena baino urrutirago doa.

Hala ere, ordenagailuaren abantailak prozedurak lantzeko ez dira aipatutako horietan agortzen. Egon badago, beste bat, guztiz garrantzitsua: denbora simulatzeko gaitasuna. Prozedurak ekintzak direnez, prozesuak ere badira, «lehen egoera □ transformazioa □ bigarren egoera» eskema klasikora egokitzen dira. Paperean dena batera idatzita ematen zaio ikasleari. Paperean ez dago, beraz, denborarik. Arrazoi hau dela eta gure kulturen gauzak ezkerretik eskuinera idazten dira, zein ordenatan idatzi diren jakin ahal izateko, alegia. Harbelean, berriz, gauzak ez dira horrela, ikasleak ikusi egiten bait du irakasleak zein ordenatan idazten duen eta gainera posible da —zerbait idatzi eta gero— gelditzea, begira dagoenak jakin dezan gauzak zer ordenatan gertatu diren.

Adierazpide idatziak, beraz, irakaslearen presentzia eskatzen du denbora jaso nahi izanez gero. Ordenagailuarekin, ordea, gauzak oso bestelakoak dira. Ordenagailua pantailaz

baliatzen da eta pantailan denbora eta mugimendua simulatzea erraza da oso. Lehen aipatutako “dena batera” agertzeko derrigorrezkotasuna ez da hemen ematen, ordenagailuak ez du inolako arazorik izaten, harbelean irakasleak egiten duen antzera, eman nahi duen informazioa denboraren sekuentziatioaren arabera pantailaratzen joateko. Hortaz, eta ondorio gisa, zera esan genezake: ordenagailua gauza da prozesuak simulatzeko, denbora adierazteko gaitasun propioa duelako.

Baina bada gehiagorik ere. Telebista-pantailan gauzak mugitzen dira beti toki berdinean egonik, hau misterioa! Hauxe da, hain zuzen ere, pantailaren gaitasunik harrigarriena, mugimendua simulatzeko duen erraztasuna alegia. Ordenagailuen pantailek ez dute, oraingoz, telebistek duten bizitasun bera, baina hala ere, mugimendua simulatzeko gai dira. Aspaldidanik ari da bideoa eta ordenagailua lotzeko posibilitateaz hitz egiten; bideodiskoa, *compact-disk* moduko soportea erabiltzen duen bideoa, gauza da aipatutako lotura hori ziurtatzeko, eta horrelako tresnak badira dagoeneko. Nik ez dakit zergatik —agian sistema oso garestia delako edo beste interes ekonomikoak tartean daudelako— baina sistema hori ez da komertzializatu.

Nolanahi ere itzul gaitezen harira. Ordenagailua gauza da mugimendua adierazteko, pantaila ezabatzea eta berridaztea oso erraza delako. Toki batean dagoena handik pixka batera pantailaren beste tokian agertzea mugitzea da eta horrela jokatzeko erraza egiten zaio ordenagailuari. Horrela, lauki zuzen horretatik atera gabe oso bidaia luzeak egin daitezke.

Laburbilduz zera esan genezake: ordenagailua trebea da ariketa desberdin ugari sortzeko; oso pazientea da eta norberaren erritmora moldatzeko aproposa; denbora eta mugimendua simulatzeko pantailak dituen gaitasunak ederki aprobetxatzen dakiena. Bi hitzetan esanda, prozedurak lantzeko tresna pedagogiko paregabea da.

Estrategien kasua desberdina da. Gorago esana dugun moduan, *estrategien* arazoa eta problemaren ebazpenarena

oso erlazionaturik daude. Problema bat ebazteko prozedura simple nahiz konplexu bat burutu beharra dago, baina oro har prozedura egokiena zein den ez da aldez aurretik jakiten den gauza. *Zer egin horrelako problema baten aurrean?* Maiz agertzen zaigun galdera da hau. Okerrena, galdera hori erantzunik ez duen zerbait dela ikasten duzunean etortzen da: ez du erantzunik, erantzunik balu ez litzateke ebazirik gabeko problemarik egongo, eta horietakoak, zoritxarrez, bat baino gehiago ezagutzen dira.

Pesimismoak jota buru makur gelditzen gara. Ez dago, beraz, problemen aurrean komikietan ikusten den bonbila horixka hori noiz piztuko ote den itxarotea besterik? Gusto guztietarako eritziak daude gai honetan. Egon badaude, postura pesimista hau onartzen dutenak eta ondorioz edukin-mota hau kentzekoaren aldeko eritzia ematen dutenak. Horien ustez, jokabide zuhur bakarra problema asko ebaztea da, ihardute horrek ematen duen esperientzia da itxaropen bakarra eta gainera horrela jokatuz ere bakar-bakarrik problema-mota horiek ebazteko gaitasuna ari gara garatzen. Beste egoera problematiko desberdin batera ikasitako iaiotasun hori aplikatzeko gaitasuna ukatzen dute horrela pentsatzen dutenek.

Korrante honen aurka *estrategien* irakaskuntza posible dela esateaz gainera Matematikaren Irakaskuntzaren bihotza eta muina bezala errebidinkatzen dutenak ez dira ez gutxi eta ez makalak.

Hauen eritzien arabera problemak ebazteko bide ezagunik ez badago ere, gauza jakina da nola jokatu problemak ebazteko probabilitatea hobetzeko eta jokabide hori erakus daiteke eta orokorra da. *Heuristika* izenaz ezagutzen da aholkuaren zientzia hau eta egoera problematiko orokor batean modu egoki batez jokatze bideak ematen ditu. Ez da lekurik egokiena gai hau jorrazteko baina adibide modura horietako aholku bat edo beste agertzea argigarria izango delakoan hona hemen bat edo beste.

– Egizu, ahal baduzu, problema adierazten duen egoeraren agerpen grafikoa.

– Banatu problema osoa azpiproblematan, ebaztu problema txikiak eta bildu soluzio guztiak hasierako problema ebazteko.

– Saia zaitetz edozein soluziorekin, ikusi honek ematen duen errorea eta aldatu soluzioa errorea ahalik eta txikien izan arte.

– Problema oso orokorra bada saia zaitetz problema sinpleago batekin, azken honen soluzioa atera eta gero saia zaitetz berriro problema orokorrarekin.

– Eta abar...

Jakina denez Heziketa-Sistemaren Erreforma baten atarian gaude eta Erreforma horri dagozkion programetan *estrategiak* izeneko edukin-mota oso modu berezi batez erabiltzen da. *Lehen Irakaskuntzan* (6-12 urte bitartekoan) ez dira agertzen edukin bezala. *Derrigorrezko Bigarren Irakaskuntzan* (11-16 urte) agertzen dira baina prozeduren azpisail bat bezala. Egia esan batek ez daki zer pentsa horrelako jokabide baten aurrean, baina argi dago edukin-mota izateak ez duela zerikusi handirik ikaslearen mailarekin. Dudamudazko egoera salatzen du jokabide honek. Dirudenez ez dakite ongi zer egin.

Ordenagailua, teorian bederen, oso tresna egokia da *estrategien* irakaskuntza bideratzeko. Egokia da programazio-lengoiaren bat ikastea etengabeko problema-sorta ebazten joatea suposatzen duelako. Edozein programa —txikiena eta sinpleena ere— prestatzean problema baten ebazpenean planteatzen diren fase edo etapa berdinak gainditzen joan beharra dago. Ordenagailuak, algoritmoak jaten dituen sugetzar maitagarri horrek, agindu guztiak modu honetara egokitzera behartzen gaitu. Gure pentsamendu arrunt edo naturaletik pentsamendu algoritmikora pasa ahal izateko egin beharreko lana oso “hezigarria” da bi arrazoirengatik gutxienez. Alde batetik zehaztasunez pentsatzera behartzen

gaituelako, betebeharrak askotan tortura antzeko zerbait gertatzen da anitz jenderentzat. Bestetik, programa apur bat zailtzen denetik aurrera, *estrategiaren* bat edo beste erabili gabe ia ezinezkoa bihurtzen delako programa prestatzea.

Teoria honetan oinarriturik, orain dela bostpasei urte, Eusko Jaurlaritzak bere *Eskoletarako Informatika Programa* zabaldu zuenean itxaropen guztiak LOGO programazio-lengoiaren erabilpenean bildu ziren. Gaur egun bide hau hasieran pentsatzen zena baino askoz ere zailagoa gertatu dela egiaztatzen ari dira. Porrot erlatibo honen arrazoiak desberdinak dira, nere analisian, alde batetik ikastetxe gehienetan Informatika gaia bera eman nahi izan da, ordenagailua tresna pedagogiko bezala erabili beharrean. Irakaslegoaren inplikazio-faltak eta programen eskaintza urriak, ederki lagundu dute desbideratze honetan.

Bestetik Administrazioaren jokabidea oso interbentzionista izan da eta gehiegi definitu da berea ez den arlo batean, ordenagailua zertarako erabili behar zen definitzean alegia. Bere apostu garbia LOGO programazio-lengoiaren aldekoa izan zen eta nere ustez horrelako jokabideak, kontu izanik Gobernuak bera zela ordenagailuak eta diru-laguntzak banatzen zituena, guztiz baldintzatu du ikastetxe gehienek jokabidea. LOGO potentziatzen zen indar berarekin arbuatzen ziren beste erabilpen *arruntagoak* eta jokabide honek ez du asko lagundu bestelako erabilpen horiek garatzen.

Guzti honi erantzen badiogu azken bi urteotan Eusko Jaurlaritzak, onerako nahiz txarrerako, bere *Informatika Plangintzari* —prozesu honen bultzatzaile indartsuen eta ia bakarrari alegia— ezarri dion geldiunea, egoera zail baten argazkiaren aurrean gaude. Dena dela ni ez naiz pesimista. Uste dut, oraindik ere, hasierako beroaldia pasa ondoren gauzak modu patxaratsu eta orekatuago batez planteatzeko garai egokian gaudela. Poliki-poliki programen eskaintza urria ugaritzen ari da eta gero eta garbiago ikusten da, nere ustez, Informatika alde batera utziz gai desberdinetarako ordenagailuak zer eman dezakeen ikertze-prozesuan murgildu behar garela norberak bere esparru propioetik. Nik neuk ez

nuke LOGO baztertuko, baina ez nioke emango orain arte izan duen protagonismoa, helburu zabalagoetako parte bat izan daitekeelakoan bait nago.

MATEMATIKA LANTZEKO EUSKARAZ AURKI DAITEZKEEN PROGRAMAK

Gorago esan bezala oso zaila izango da ordenagailua tresna laguntzaile bat bezala ikustea, baldin eta eginkizun horretarako beharrezkoa den azpiegiturarik —programarik alegia— ez badago. Egia esateko ez dago asko — eta euskaraz are gutxiago— baina hala ere jendeak uste baino dezentez gehiago.

Hona hemen, eranskin gisa, gaur egun Matematika lantzeko erabil daitezkeen *software-programen* zerrenda:

Egilea

AULA Taldea
AULA Taldea
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa
Cospa

Programaren izena

Unitate metrikoak
Zenbaki adierazgarriak
Angeluak
Aplikazioak eta erlazioak
Aplikazioak eta funtzioak
Berreketa eta erroketa
Frakzioak
Frakzioekin eragiketak
Gainazalak eta azalerak
Irudi geometrikoak ezagutzea
Korrespondentziak eta erlazioak
Multzoak
Poliedroak
Proporzionaltasuna
Triangeluak
Zatigarritasuna
Zenbaki arruntak
Zenbaki hamartarrak

Cospa	Zenbaki osoak
Cospa	Zirkunferentzia eta zirkulua
Datanor	Nerbioi: Ibaien jokuak
Edicinco	Ekuazio-Sistemak
Edicinco	Estatistika eta ekuazio lineala
Edicinco	Funtzioen errepresentazio grafikoak
Edicinco	Intuiziozko kalkulua
Edicinco	Neurri-unitateak
Edicinco	Proporzionalitate-laborategia
Edicinco	Simetriak
Edicinco	Zirkunferentzia eta zirkulua
Eduka soft-taldea	Potentziak
Eduka soft-taldea	Zatigarritasuna
Eduka soft-taldea	Zatikiak
EIDOS Taldea	Akigol
EIDOS Taldea	Funsim
EIDOS Taldea	Helburu
EIDOS Taldea	Lehen mailako ekuazioak
EIDOS Taldea	Oinarrizko eragiketak
EIDOS Taldea	Zatikiak
Elhuyar	Matematika BBB 1
Elhuyar	Matematika BBB 2
Elhuyar	Sinusoidea
Gipuzkoako Ikastolen Elkartea	Baga-biga ordenagailuan I (Prozedura matematikoak)
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Ekuazioak
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Ekuazioak: funtzio esponentzialak eta logaritmikoak
Hezk. Sailordetza/TEKEL	Eraldaketan geometria
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Estatistika
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Funtzioak
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Funtzioak, polinomioak eta zatiki algebrakoak
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Geometria analitikoak
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Oinarrizko geometria
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Trigonometria eta funtzio trigonometrikoak
Hezk. Sailordetza/ORIXE Taldea	Zenbaki errealak eta erroak