

FISIKAREN IRAKASKUNTZA

J. M. GOÑI

IRAKASLEA: Adizu, zer dio Newtonen legeak?

IKASLEA: Indarra, masaren eta azelerazioaren arteko biderkadura da.

IRAKASLEA: Etz zer da dina bat?

IKASLEA: Gramo bateko masa bati bultzatzerakoan, zentrimetro bat segundo karratuko azelerazioa sortuko dion indarra.

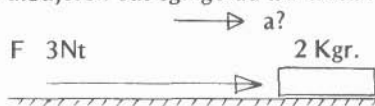
IRAKASLEA: Eta zenbat dina dauka Newton batek?

IKASLEA: Ehun mila.

Gela barruan, liburu bati begira, benetazko mundu fisikoa inondik agertu gabe, han jardungo dute denbora luzez dinamikaren kontzeptu elaboratuenak bataren ahotik bestearen belarrira pasatzen. Ondoren, Newtonen lege honek aplikazioarik ere baduela ikusteko ariketa bat egingo du irakasleak, hara nola:

IRAKASLEA: Marruskadurarik gabeko azal laun batetan 2 kgr-ko gorputz bat dago geldirik. 3 Nteko indar batek bultzako balu, zenbateko azelerazioa sortuko lioke?

Harbelera joan eta holako dibujoren bat egingo du irakasleak



Eta ondoren:

Aplika dezagun Newtonen legea $F = m \cdot a$

Baina bai F eta bai m ezagunak dira guretzat, $F = 3 \text{ Nt}$ eta $m = 2 \text{ Kgr}$.

Ordezka ditzagun beraz $3 \text{ Nt} = 2 \text{ Kgr} \cdot a$

$$\text{Aska dezagun azelerazioa, } a = \frac{3 \text{ Nt}}{2 \text{ Kgr}} = \frac{3 \text{ Kgr} \cdot \text{m/s}^2}{2 \text{ Kgr}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Ulertu al duzue?

IKASLEAK: BAI.

IRAKASLEA: Har ezazue liburua, eta egin 86. horrialdeko hamasei, 18 eta 19. ariketak.

Horra hor zer den, orain arte behinik behin, guztion zorioneko klase bat bezala kontsideratu ohi duguna. Holakorik lortuz gero, zer gehiago eska? Fisika asko ikasten ari direla zeinek uka?

Hor ditugu hamairu urteko mutiko hauek Fisikaren arlo guztietan nagusi, dinamika baino lehenago magnitudeak eta zinematika ikusi bait dituzte, eta ondoren Beroa, Elektriika, Magnetismoa eta Optika ikasiko bait dute; gure fisikari gazte hauek urte bakar batetan Fisika osoa menperatuko dute eta sinestu nahi ez duenak galde biezaie Ohm-en legea eta ikusiko du zein erantzun zuzena emango dioten, agian Ohm-ek berak eman zuena baino zuzenagoa.

Berez ikerketa bizia den zientzia, fosil bihurtu dugu liburuetan. Gure eginkizuna ez da ezer bilatzea, hori dagoeneko egin dago: gurea, liburu hauetan dagoena ikastea da, eta kito.

Kurtso zaharra pasa eta hor dugu kurtso berria. Berria diot, ohituraz hala deitzen zaiolako: baina gure Fisikari gazteenzat dena da zaharra, betiko Magnitudea, Zinematika, Dinamika, Beroa, Elektriika, Magnetismo eta Optika izango dute ikasgai; kurtso berria bi formula berri etorriko dira arlo bakoitzetan eta hori ikastea dute, besterik gabe, beren eginbeharra.

Hau hala bada, gure irakaskuntza modu honetakoa bada, ez al dugu beste zer-baitetan pentsatu behar? Eta denok aho batez baietz esan arren beharrezko den berriztapenik ez da inondik ikusten. Fisikaren irakaskuntza esperientziaren bidez egin beharra dagoela esaterakoan, mila bider errepikatutako leloa errepikatzen ari gara.

Non dardue orduan berriztapen hau geldierazten duen indarrak? Nere iritziz, nahiz eta printzipio horik teori mailan onhartuak izan, ez dira derrigorrezkoak kontsideratzen praktikaren mailan. Aldaketa honek eskatzen dituen indarrak gizar-

te osoaren sentsibilizazio batetik etorri behar lukete, eta sentsibilizazio hori ez da inondik agertzen.

“Hi, orain elektrizitatea ikasten ari haiz eta, jakingo duk entxufe hau konpon-tzen, ez?”

“Nik, Ohmen legea bazekiat, baina entxufe hori nola konpontzen den idearik ez diat.

Holakoak, gutxitan gertatzen badira ere, ez dira guretzat kezkarri, gure ikas-leen gurasoek ondo baino hobeto bait dakite gure helburua ez dela elektrizista soi-lak sortzea, baizik eta Fisikari burutsuak; eskulana eta burulana hasiera batetik ondo bereiztu behar bait dira eta printzipio sagaratu horien zerbitzari leial izan behar du irakasleak.

Irakaslegoaren egin-beharra, egoera hau salatzea eta alternatiba bat eskaintzea da (eta printzipio hauetaz sinesturik gaudenok nahiko gogor jokatzeko ez dugula pentsatzen dudak neurrian) irakaslegoaren sail handi bat bere eguneroko praktikaz aurka dagoela pentsatzen dut; Jakinduria, bizibide bihurtuz, fosil egin dute.

Eta guzti hau esan ondoren, zer eskaini? Hona hemen zenbait ideia:

- Fisikak Natur Zientzien arlo bezala joan behar luke, orain dagoen bezala.
- Fisika osoa, 7. kurtsoan ikusi beharrean, basikako 6., 7. eta 8. kurtsoetan eman behar litzateke zatika.
- Ikustaldiek, programaren zati bat izan behar lukete.
- Ikusten ari garen gaiarekin batera, proiektu bat burutu beharko litzateke.

Programa ofizialak, gai desberdin batzuen proposamen sorta izan behar luke; gai hauen artean aukera eginaz, irakasle bakoitzak berea osatuko luke.

Ondorengo lerro hauetan, goiko puntuotan finkaturik, gai baten desarroiola ex-plikatu nahi nuke.

Programa ofizialetan, eta Fisikaren sarrera bezala, Magnitudeen gaia etorri ohi da ia beti; gai honi buruz egindako lan bat azaldu nahi nuke:

Lanari “Materia eta espazioa” jarri genion izenburutzat, eta ondorengo aktibi-tate desberdin hauek programatu genituen.

Esperientziak: Laborategian egiten ziren, fitxa batzuen bidez
Adibidez: Harri baten masa eta bolumena neurtu. Bolu-men berdineko gorputz desberdinek masa desberdina du-tela ikusi.
Luzerak neurtu.
Eta abar...

Projektuak: Nonius bat egin, egurrez edo kartoiez.
Baso graduatu bat egin.
Dinamometro bat egin.
Balantza bat egin.

Lan hauk laborategian egiten dira edo eta etxean.

Zera eska daiteke: gutxienez bi egitea, edo bat edo bakoitzak nahi hainbat.

Elkar hizketak: Gai batzuk aukeratuz, eta laborategian egin diren esperientziak komentatuz, elkar hizketak sortzen dira.

Elkar hizketa hauetan azaltzen diren idea interesgarrienak apuntatu egiten dira.

Lan idatzi bat: Irakasleak giori bat ematen du: Hots, zeintzu idea diren lanaren ardatz. Ikaslearen lana, berriz, zera da: liburuak, esperientzietako fitxa eta gelako elkar hizketetan apuntatutakoa erabiliz, lana osatzea.

Lan hau liburu txiki bat da, ikaslearen liburu. Liburu hau estudiatzea eskatzen zaio eta idea garrantzitsuen memorizazio bat, esate baterako, neurrien erroreak aztertu badira, errore absolutua eta erlatiboa zer den berezten jakitea.

Hemen azaldutako lan hau ebaluazio baten lana litzateke, hots bost edo sei asteko lana. 6. edo 7. mailak egokiak dira; eta uki daitezkeen gai fisikoak ondorengo hauk: masa, luzera, bolumena, barnera, neurketak, erroreak, unitateak, pisua, trinkotasuna, denbora, neurri sistemak, magnitudeak, eta abar.

Nik egin dut lan hau. Baina ez genuen pentsatu genuen guztia burutu; proiektuak ez zituzten denek egin, hala ere "nonius" a egin zutenek egundainoko afizio hartu zioten; batzuek ez zuten lan idatzia osatu baina gehiengoak bai. Lan idatziak ebaluazioko notarako balio zuen, eta ikasleek notaren erdia lan hori izatea erabaki zuten. Beste erdia, lan horretan ageri diren puntuez egindako azterketa izan zen.

Azterketa horren galdera bat zera izan zen: "Idaz ezazu, lan honetan aipatu diren kontzeptuak pertsonaia bezala erabiliz, ipui bat"

Hona hemen erantzun bat.

"Materia eta espazioa batera bizi ziren betidanik, baina materia aspertua zegoen espazioaz eta alde batetara utziz ihes egitea pentsatu zuen; eta, holakorik egin nahi izan zuenean, joaten zen leku berrian espazio berri bat sortzen zuela konturatu zen, ezin zuen espaziotik aparte bizi; baina hain asperturik zegoela eta bere burua akabatzea erabaki zuen eta materia desintegratu egin zen"

Fisikan erabiltzen ditugun berdintzak edo formulak, magnitudeen arteko erla-

zioak dira; eta, gehien bat, proportzionaltasun zuzeneko erlazioa. Hala ere, erlazioari berari garrantzi gehiago eman beharko genioke eta gutxiago kalkulari.

$V = \frac{L}{T}$ formula, Fisikako lehenengo klaseetan ematen da, hain da erraza eta sinplea!. Saia gaitzen formula hau aztertzen; horretarako, denok abiaduraz daukagun idea intuitiboaz eta esperientzia batzuez baliatuko gara.

1. Esperientzia: Hiru mutileko talde batek ehun metroko korrika saioa egingo du, eta beste talde batek haiek behar dituzten denborak neurtuko.

Saioak egin ondoren, hona hemen emaitza:

A mutikoa	15 segundo.
B mutikoa	14,6 segundo.
C mutikoa	17 segundo.
D mutikoa	14,6 segundo.

Galderak:

Zein izan da denetan azkarrena?.....

Eta zein motelena?.....

Azkerrenik doana abiadura handienaz higitzen dela onhartuz, zein da abiadura handienaz higitu dena?

Egin duten luzera berdina izan al da hirurentzat, eta beraz gure kaso honetan konstante bat dela esan al dezakegu?.....

Luzera konstante bat egiteko behar den denbora handitzean, zer gertatzen zaio abiadurari?.....

Eta denbora laburtzean?.....

Nolakoa da B mutikoaren eta D mutikoaren abiadura?.....

Nolakoa da, luzera konstante delarik, denbora eta abiadura lotzen duen erlazioa: proportzionaltasun zuzeneko ala proportzionaltasun alderantzizkoa.....

Agian esperientzia hau ez da nahikoa holako konklusio batetara heltzeko eta gehiago beharko lirateke; baina azpimarkatu nahi duguna zera da, magnitude hauen artean dagoen erlazioari lehenetsuna eman behar zaiola.

2.- Esperientzia

Lehenagoko talde berdinari beste esperientzia hau proposatuko diogu: "15 se-

gundo emango dizuegu ahal hainbat korri egiteko, eta ondoren bakoitzak egindakoa neurtu beharko duzue”.

Egin ondoren, hona hemèn emaitzak:

A mutikoa: 92 metro
B mutikoa: 101 metro
C mutikoa: 96 metro
D mutikoa: 103 metro

Galderak

Zein izan da azkarrena?

Eta zein motelena?.....

Zein da abiadura handienaz higitu dena?.....

Denok denbora berdina erabili duzueenez gero, kaso honetan denbora konstante bat dela esan al dezakegu?.....

Denbora konstante bat bada, zer higitzen da azkarrago (abiadura handiagoz): luzera handi bat ala txiki bat egiten duena?.....

Denbora konstante batetan luzera handitzen bada, zer gerta zaio abiadurari

Eta egindako luzera gutxitzen bada, berriz?.....

Nolakoa da, denbora konstante batentzat, luzera eta abiadura lotzen dituen erlazioa: proportzionaltasun zuzenekoa ala proportzionaltasun alderantzizkoa?.....

3. Esperientzia

Proposa diezaiegun orain honako hau: “dibuja ezazue lurlean zuzen bat, eta metro erdika markatu; saia zaitetze marka horien gainean lau pauso segundoko egiten; nahiko segurtasuna hartu duzueanean, kronometroa hartu eta beheko taula hau bete.

0 – 1 tartean	-----	4 pauso	-----	2 metro
1 – 2	”	-----		
2 – 3	”	-----		
3 – 4	”	-----		
4 – 5	”	-----		
0 – 2	”	-----		
1 – 4	”	-----		
0 – 5	”	-----		

Martxa berdinaz aritu izan bazarete, zuen abiadura konstantea izan dela esan al dezakegu?..... eta abiadura konstantea delarik, denbora tartea handitzerakoan zer gertatzen zaio egindako luzaerari?

Eta gutxitu egiten denean?

Zer-nolako erlazio mota da, abiadura konstantea delarik, luzera eta denbora lotzen duena, proportzionaltasun zuzeneko ala proportzionaltasun alderantzizkoa?

Zenbat pauso egin duzu segundoko?.....
eta zenbat metro?.....

Hiru esperientzia hauen laburpen bezala, hona hemen konklusioak:

1.- Luzera konstante batentzat, abiadura eta denbora lotzen dituen erlazioa **proportzionaltasun alderantzizkoa** da.

$$V = \frac{K}{T}$$

2.- Denbora-tarte konstante batentzat, abiadura eta luzera lotzen dituen erlazioa, **proportzionaltasun zuzeneko** da.

$$V = K \cdot L$$

3.- Abiadura konstante batentzat, denbora eta luzera lotzen dituen erlazioa **proportzionaltasun zuzeneko** da.

$$L = K \cdot T$$

Konklusio hauetara iristeak ez dirudi zaila, Matematikako programan proportzionaltasuna ikusia badute. Gai hau 7. basikan ikusten da nahiz eta lehenengo kontzeptua (hots, guk hemen aipatu ditugunak) 6. basikan ikustea komeni; zer da presioa bera, holako erlazio bat baizik?. Baina Matematikan ere erlazio hauetan sakondu behar, kalkulura jotzen dugu goizetik... "Zenbat balio du 500 grm. haragik, kiloaren prezioa 240 pzta bada?" Hiru eta laumailan egiten diren ariketak dira, baina erlazioan sakondu gabe kalkulua lantzeko aitzaki moduan. Hala ere konklusio hau ondo zehaztea klase baten eginkizuna izan daiteke, elkar hizketa bat sortuz edo irakaslearen esplikazio baten bidez.

Baina guk behar duguna ez da hiru erlazio, baizik eta hiru magnitude (luzera, abiadura eta denbora-tartea) lotuko dituen berdintza bakarra, ahal badugu behintzat. Berdintza hau osatzeko ezezagun bat aukeratu behar dugu berdintzaren alde batetan jartzeko; aukera dezagun abiadura, hau da V.

Hiru erlazio proposa ditzakegu, ondorengo hauk:

$V = L \cdot T$ Biderkaketa eta zatiketa erabili ditugu, proportzionaltasun erlazioetan azaltzen diren eragiketak bait dira.

$$V = \frac{L}{T}$$

$$V = \frac{T}{L}$$

Galde diezaioegun:

$V = K \cdot L$ eta $V = \frac{K}{T}$ dira guk bilaturiko erlazioak, ez al da hala?

Bete ezazu beheko taula:

	Proposatutako berdintza $V = L \cdot T$	$V = K \cdot t$ legea	$V = \frac{K}{t}$ legea	Legeak errespetatzen ahal dira?
Zertan ari da L? " " " T?	"Biderkatzen" "Biderkatzen"	"Biderkatzen"	"Zatitzen"	"Bigarrena ez"
	$V = \frac{L}{T}$			
Zertan ari da L? Zertan ari da T?	"....." "....."	"....."	"....."	"....."
	$V = \frac{T}{L}$			
Zertan ari da L? Zertan ari da T?	"....." "....."	"....."	"....."	"....."

Bete duzun taula begiratu, erantzun.

Zein da bi legeak errespetatzen dituen berdintza?.....

Zein da beraz V, L eta T magnitudeak erlazionatzen dituen berdintza?.....

Har dezagun oraindik erabili ez dugun legea, $L = K \cdot T$ alegia.

$$V = \frac{L}{T} \text{ berdintzatik, aska ezazu } L - a.$$

Kontraesanik ba al dago zuk bilaturiko berdintza berri honen eta lege horren artean?.....

Beraz, $V = \frac{L}{T}$ berdintzak hirugarren lege hori errespetatzen duela baieztatu ahal dezakezu?

Azaldu ditugun ideak ez dute gai osoaren desaroiola eman nahi, adibide gisan aipatu ditugu; baina adibide aukeratu bat da, holako kasoak askotan azaltzen bait dira. Fisikan: masa, bolumena eta trinkotasunaren artean dagoen erlazioa; indarra, masa eta azelerazioaren artekoa; azelerazioa, denbora eta abiadura: indarra, azalera eta presioaren artekoa, eta abar...

Oraingo ikasleek ez dituzte zientzi gaiak begi onez ikusten, ez bait dute egiten dutena ulertzen; Fisika ez da, beraientzat, munduan gertatzen den zerbait, baizik eta liburuek esaten duten zenbait gauza bihurri eta zail. Batxileratoa bukatzerakoan gai hauek uzten dituztenek, amets gaizto baten oroigarria izango dute Fisikaren izena; besteek, gai zientifiko-teknikoak estudiantuko dituztenek, hildo beretik jarraituko dute eta titulua lortzeko behar hainbat liburu irentsi egin beharko dute; baina zientzia bere bizitzarekin loturiko zerbait bezala ez dute ikusiko. Zientziaren irakaskuntza hilik dago gure artean, nork berpiztuko du?

★ ★ ★