

Gradu Amaierako Lana  
Fisikako Gradua

# Batxilergoko lehenengo mailan indarrak eta dinamika irakasteko sekuentzia didaktikoa

Egilea:  
Mikel Sagastibeltza Lasarte  
Zuzendariak:  
Kristina Zuza  
Aitziber Anakabe



# Laburpena

Hezkuntza komunitatea etengabeko garapenean dabilen bitartean aldaketa gutxi ikus ditzakegu egungo ikasgeletan. Garapen horri ekarpen txiki bat egin asmoz garatu da Gradu Amaierako Lan honetan Batxilergoko lehenengo mailan indarrak eta dinamika lantzeko proposamen didaktikoa.

Horretarako, zientzien irakaskuntza komunitatean onespén zabalena duen metodologia erabili da, hain zuzen ere Ikerkuntzan Oinarritutako Diseinua (Design-Based Research, DBR). Konstruktibismoaren printzipioak bere egiten dituen metodologia hau hainbat fase ezberdinez osatzen da eta etengabeko iterazioetan duenez bere funtsa, oztopoen aurrean moldatzen da eta edozein ekarpenen aurrean, eraberritzen.

Beraz, lehenik zientziaren irakaskuntzari buruz ikertu dena aztertuko dugu. Ondoren, indarrei eta dinamikari buruz fisikak diona begiratuko dugu, azkenik egindako analisia metodo egokiarekin uztartu eta ikasgeletan aplikagarria izango den jardueren sekuentzia bat eraikitzeraino.



# Abstract

While the education community is in constant development, we can see little change in everyday classrooms. In order to make a contribution to science education, we will develop a didactical proposal to teach forces and dynamics in high school.

To do that, we will use the most widely accepted methodology in science education and Physics Education Research (PER): Research-Based Design (DBR). This method is based on the principles of constructivism and is made up by some iterative phases. That non-stop iteration makes possible to evaluate and rebuild the Design whenever is needed.

Then, first of all we will observe what has been researched in science education. After that, we will learn about what physics tells us about forces and dynamics and last but not least, we will combine the analysis we have talked about with an appropriate methodology to build a problem sequence that it will be applicable in class.



# Aurkibidea

1	Sarrera eta helburuak .....	1
2	Oinarri teorikoa: zientziaren irakaskuntza .....	2
	2.1 Ezagutzaren eraikuntza .....	2
	2.2 Zientziaren didaktika .....	3
	2.3 Ikaskuntza aktiboa .....	5
	2.4 Ikerkuntzan Oinarritutako Diseinua metodologia .....	7
3	Oinarri teorikoa: indarrak eta dinamika irakasgai .....	10
	3.1 Oinarri epistemologikoa .....	11
	3.2 Curriculuma .....	13
	3.3 Ikasleen aurre ezagutza .....	14
4	Diseinua .....	17
	4.1 Fokua: Helburuak .....	17
	4.2 Ulertu eta definitu: Ikasketa adierazleak, ikasketa zailtasunak, irakaskuntza estrategiak eta edukiak .....	17
	4.3 Sortu: Proposamen didaktikoaren irakaslearentzako gida .....	24
	4.4 Ebaluaziorako irizpideak, estrategiak eta prozedurak .....	37
5	Ondorioak eta gogoeta .....	37
6	Bibliografia .....	39
7	Eranskinak .....	41
	7.1 A eranskina: 4. DBH eta Lehenengo Batxilergoko Curriculuma .....	41
	7.2 B eranskina: FCiko galdetegia .....	42
	7.3 C eranskina: Jardueren ebazpenaren ereduak .....	49
	7.4 D eranskina: Ebaluaziorako errubrika ereduak .....	50

# Sarrera eta helburuak

Nola eraikitzen da ezagutza? Eraiki egiten al da ba? Nola da posible aurreko urtean landu genituen kontzeptu erraz haiek ikasleek jada ahaztu izana? Milaka galdera interesgarri egin ditzakegu zientzien hezkuntzaren, irakaskuntzaren edo ikaskuntzaren inguruan. Lan hau irakurri ondoren, irakurlea galdera horiek erantzuteko gai izatea espero dugu.

Aurrerapen txiki bat eginez, ikasleek beraiek eraikitzen dutela ezagutza baieztatzen du Gradu Amaierako Lana oinarri hartuko duen marko teorikoak, konstruktibismoak. Horrela, berebiziko garrantzia hartuko du ikasleak ikasgelara iristean buruan duenak. Telebistan edo gurasoengandik entzundakoa, egunkarian irakurritakoa... kontuan hartu eta kontzeptu okerren ukapenetik kontzeptu zientifikoak eraiki beharko dira ikaskuntza prozesuan.

Lan honetan zehar, bada, irakasleak ikaskuntza prozesu horretan izan beharko duen papera eta hori egin ahal izateko erabili ditzakeen tresnak proposatzen dira.

Bestalde, irakaskuntzaren arlo zabal honetan azterketa amaigabea izan daitekeen arren, lan honen helburua sekuentzia didaktikoa osatzea da, horretarako emandako pausu bakoitza azalduz. Horrela, jardueren segida bat izateaz harago, irakaskuntza eta ikaskuntza prozesuak bizitzeko modu bat garatu nahi da.



## 2 Oinarri teorikoa: zientziaren irakaskuntza

Atal honetan zientziaren irakaskuntzak izan duen garapena aztertuko dugu, ikerketa arlo honetan eman diren ekarpen esanguratsuenak aipatuz. Hasteko, ezagutzaren eraikuntzari buruz ikertu dena argitzen saiatuko gara, ondoren zientziaren didaktikaren baitan irakaskuntza teknika egokiak aztertzeko asmoz. Azkenik, diseinuaren metodologiaren inguruan mintzatuko gara, gradu amaierako lan honetan sortu dugun irakaskuntza-ikaskuntza sekuentzia testuinguru egokian kokatuz.

### 2.1 Ezagutzaren eraikuntza

Zientziaren hezkuntzaz ari garenean hainbat aspektu hartu behar dira kontuan. Nola eskuratzen da jakintza? Zein faktorek eragiten dute ikaslearengan? Zer egin dezakegu irakaskuntza-ikaskuntza prozesua eraginkorra izan dadin? Besteak beste galdera horiei erantzuten dien teoria da konstruktibismoa. Hain zuzen, konstruktibismoa 60ko hamarkadan izandako loraldiaz geroztik onarpen zabala izan duen teoria da, zeinak gure lanaren oinarritzko puntu garrantzitsu batzuk ezartzen dituen (Driver, 1986; Driver, 1988; Piaget, 1968; Vygotsky, 1978):

- a) Ikasleak hezkuntza formala hasi aurretik fenomeno naturalei buruzko ideiak ditu.
- b) Ikasleak dituen ideia horiek estruktura kontzeptual konplexuak osatzen dituzte.
- c) Ikasleak berak eraikitzen du ezagutza baina ez da hutsetik hasten, aurretik dituen ezagutza horien gainean eraiki behar du.

Abiapuntua zehaztuta, baieztapen bakoitzaren analisi sakonagoa egingo dugu, ezagutza eskuratze prozesua ulertzeko helburuarekin.

Jaiotzen garen momentutik ezagutza pilatzen dugu egitura kognitiboan (Piaget, 1968). Gurasoengandik, lagunengandik, telebista ikusiz, esperientzia propioetik... informazioa jaso eta hezkuntza formalera ideiaz beteta iristen gara.

Idea horiek zientzien hezkuntzan garrantzia handia dute, ikasleek izan ohi dituzten akats kontzeptualekin lotura zuzena baitute. Hala, ikaskuntza esanguratsua erdiesteko ezinbestekoa da ikasleen aurre ezagutza kontuan hartzea (Ausubel, 1968). Ezagutza hauek koherentzia handia dute eta ez dira aldatzen errazak gizartearen onospena duten teoria sasi-zientifiko, sinesmen edota hizkuntza arruntaren ondorio (Hashweh,

1986). Askotan historian zehar izandako kontzepzioen antza dute (Clement, 1983; Satiel eta Viennot 1985).

Aurre ezagutzaren eta kontzepzio zientifikoaren arteko hurbilpenaren arabera bi taldetan sailka ditzakegu ideiak: osatu gabeak edo okerrak. Hala, ideia bat osatu gabea bada aprobetxagarria izan daiteke kontzeptu berria barneratzeko garaian. Ideia okerra bada, aldiz, kontzeptu zaharraren tokia berriak hartu beharko du (Zuza, Almodí, Leniz eta Guisasola, 2014).

Ikuspegi konstruktibistan oinarrituta eraldaketa kontzeptuala esaten zaio kontzeptu berria erdiesteari. Ezagutzez betetako eskema mental konplexua (Vosniadou eta Ioannides, 1998) eraldatu eta kontzeptu berria barneratzeko honako egoera bete behar da (Gil, 1986; Hashweh, 1986):

- a) Momentuko kontzeptuak ez dira gai izan behar azaldu nahi dugun fenomenoak ulertzeko.
- b) Kontzeptu berri ulergarri bat existitu behar da
- c) aurkitutako hutsuneak azaltzeko gai dena.

Horrela, ikasleak berak aurre ezagutzen eta kontzeptu berrien arteko talkatik eraikiko du jakintza. Berari dagokio kontzeptuen esentzia barneratzea, irakaslearen orientazio egokiarekin ikasitakoa aplikatzeko aukera izango duelarik (Driver, 1986; Gil *et al.*, 1999).

## **2.2 Zientziaren didaktika**

Badugu jada ezagutzaren eraikuntzaren nolakotasunari buruzko oinarri bat. Aurre ezagutzen existentzia eta garrantzia azpimarratu dugu, zeinak eskema mental konplexuak osatzen dituen ikasleen buruan. Badakigu kontzeptu berriak barneratzea ez dela hartu eman sinple baten emaitza, baizik eta zaharraren eta berriaren arteko harreman dialektikoaren ondorioa dela. Nola eragiten du honek guztiak irakaskuntza teknika eraginkorrak planteatzeko garaian?

Teknika zehatzei buruz hitz egin aurretik, orokorrean eman beharreko aldaketa edo begiratu beharreko aspektuak aipatuko ditugu. Hierrezuelo eta Monteroren (1991) *La ciencia de los alumnos* liburuan argi azaltzen den bezala curriculumak, ebaluazioa, irakaslearen papera eta metodologia aldatu behar dira.

Batetik, beraz, kasu gehienetan curriculuma eduki kantitate handiegiz osatuta egoten da, gai bakoitzari behar beste denbora zein sakontasun eskaintzea irakasleari ezinezko suertatuz (Driver, 1986; Vosniadou eta Ioannides, 1998).

Bestetik, ebaluazioa aldaketa kontzeptuala neurtzera bideratu behar da. Ikasleak arretaz aztertzen du irakasleak zer eta nola galdetzen duen edota nola zuzentzen duen (Hierrezuelo eta Montero, 1991). Ondorioz, irakasleak tentuz jokatu beharko du ikasleen arreta irakasgaia gainditzean egotetik ezagutza barneratzera eramatea errazteko. Adibidez, akatsak azpimarratu beharrean erantzun egokiak nabarmenduz edota problemak kualitatiboki ulertzeari balioa emanez.

Eman ditugu jada irakaslearen papera zein izan behar duen susmatzeko zertzelada batzuk. Ikasleak gidatuko dituen izango da irakaslea; pentsatzera eta ikasketa propioa garatzera orientatuko dituen izango da (Hierrezuelo eta Montero, 1991). Motibatzailea izan beharko da eta gertukoa, ikasleei interesa pizteak eta hitz egiteko aske sentiarazteak berebiziko garrantzia baitu (Vosniadou eta Ioannides, 1998). Lasaitasun hori transmititzea ez da egun batetik bestera lortzen den gauza bat, baizik eta kurtso hasieratik landu beharreko eginkizuna da, aspektu emozionalez gain ikasleak klasean zehar kokatzeko moduak eta antzekoek ere eragina dutena.

Azkenik, eredu didaktikoak eraldaketa kontzeptual eta metodologiko bezala ikusi behar luke irakaskuntza ikaskuntza prozesua (Gil, 1986). Fisika ulertzeko beharrezko kontzeptuez gain fenomenoak interpretatzeko metodologia egokia eskuratutakoan, soilik orduan lortu ahal izango da ikaskuntza esanguratsua.

Orain artekoa onartuz gero, koherentea den didaktika ikasleen interesekoak diren problema irekien lanketa da (Gil *et al.*, 1999; Zuza, Garmendia, Barragues eta Guisasola, 2016). Problema horiek pautu batzuk jarraituz aztertuko dira:

- a) Azterketa kualitatiboa.
- b) Kontzeptuak aztertu eta hipotesiak egitea.
- c) Ebazpenerako estrategien planteamendua.
- d) Ebazpena.
- e) Emaitzen analisisa.

Ziklikoa izan behar du ezagutza eraikitzearen prozesuak, kontzeptu berriak aplikatzeko aukera izateko. Aurretik esan bezala, ikasleak denbora behar baitu

eskema kontzeptualak birmoldatzeko eta ikasle bakoitzak bere erritmo, gogo eta kapazitatea baitu (Torre eta Vidal, 2017).

Amaitzeko, ikaslearen hezkuntza integrala dugunez xede, arreta berezia ipiniko dugu adibide eta problemak proposatzeko garaian, balio parekideak transmititzeko.

## 2.3 Ikaskuntza aktiboa

Hainbat irakaskuntza teknika asmatu, probatu eta birpentsatu dira ikasleen parte hartze integrala sustatzeko asmoz. Ikusi dugun bezala, ez da nahikoa ikasleek galderei erantzutea edo emaitza egokia lortzea eta ikasleen interesekoak diren problema irekien lanketa orientatua ezarri dugu ardatz. Hala, atal honetan ardatz horren bueltan aurkitzen diren irakaskuntza teknika batzuk izango ditugu hizpide. Aipatu beharrekoa da ez direla formula zurrinak, eta horrenbestez, tekniken arteko nahasketak izan daitezkeela eraginkorrenak.

### a) Pareen arteko heziketa. *Peer instruction*

Ikasle guztien parte hartzea eta interesa bilatzen duen teknika da. (Crouch eta Mazur, 2001). Funtsezko kontzeptu baten inguruko azalpen motz bat eman, ikasleek beraiek irakurketa bat egin edo bideo motz bat ikusi ondoren, galdera kualitatibo bat egiten zaie ikasleei, banaka pentsa dezaten. Pare bat minutu pasata irakasleak erantzunak biltzen ditu eta erantzun desberdinen ehunekoak erakusten ditu, baina ez du esaten zein den erantzun zuzena. Ondoren, talde txikitik (2-4 ikasle) jartzen dira bakoitzak bere erantzuna eta aukeraketaren zergatia azaltzeko, aukerak desberdinak izanez gero elkarri azalpenak emanez elkarrengandik ikas dezaten. Bukatzean berriro erantzun bat eman beharko dute eta erantzunak zein zergatiak jasotzen dira.

### b) 1-2-4 teknika.

Pareen arteko irakaskuntzaren antzeko jarduera hau irakaskuntza tekniken malgutasunaren adibide da. Egokia da sintesi edo laburpenak egiteko eta ikusi edo landu den gai baten inguruan ondorioak ateratzeko (Barreirp, Prieto eta Fernandez, 2012). Lehenengo norberak hausnartzen du, ondoren binaka eztabaidatzen dute eta azkenik lau taldeetan hitz egiten dute. Talde bakoitzak erantzun bakarra adostu behar du, izan ere, emandako prozesuaren ondorioz taldekide bakoitzak bere sentitzen du taldean adostutako erantzuna.

### c) Ikasgela alderantzikatua. *Flipped classroom*

Bloom-en taxonomian (Krathwohl, 2002) oinarritzen da irakaskuntza metodo hau. Hots, konplexutasunaren arabera sailkatutako eredu hierarkikoaren arabera errazagoa denez ezagutzea eta ulertzea, ezagutza hori problemen ebazpenean aplikatzea baino, errazena den hori etxean egitean datza, eskoletan zailagoa den hori denbora gehiago eskaini ahal izateko. Hala, irakaskuntza tradizionalan egin ohi den bezala etxeko lan bidez ariketak egin beharreen, klasetik kanpo teoria irakurri edo bideoren bat ikusi moduko jarduerak egiten dituzte eta klasean horiek aplikatzen dira adibide kualitatiboetan zein problemen ebazpenean.

d) Momentuko irakaskuntza. *Just in time teaching*

Ikasleek lehenik beroketa jarduera batzuk egiten dituzte etxean edo klasearen hasieran. Ariketa horiek galdera kontzeptual irekiak izan daitezke edo irakurketa bat burutu eta kontzeptu nagusien inguruko test laburrak. Ondoren, beroketa horretatik ahulguneak eta indarguneak identifikatzen dira, eduki bakoitza lantzeko beharrezko denboraren antolaketa hobetzea ahalbidetuz.

Izenak dion moduan, beraz, irakatsi behar dena momentuan moldatzen da ikasleen erantzunak behatu eta klaseak irakaskuntza beharren arabera antolatuz (Gavrin, 2006).

*Socratic* erako aplikazio teknologikoak erabiltzea gomendagarria da, modu eroso batean ikasleei galderak luzatzea, erantzunak momentuan jasotzea eta abar ahalbidetzen baitu.

e) Demostrazio bidezko eskola. *Interactive Lecture Demonstrations (ILD)*

Zortzi pausoz osatzen da ILD-a (Sokoloff, 2017):

- 1 Egoera deskribatzen da.
- 2 Ikasleen erantzuna edo aurreikuspena jasotzen da orrialde batean.
- 3 Talde txikitan hausnartzen da.
- 4 Irakasleak erantzun komunak jasotzen eta esaten ditu.
- 5 Ikasleek berriz idazten dute aurreikuspena.
- 6 Simulazioa ikusten da eta azalpena ematen da.
- 7 Ikasleek ikusitakoa azaldu eta erantzun egokia idazten dute haientzat gordeko duten orrian.
- 8 Behar izanez gero, kontzeptu bera lantzeko jarduera gehiago aztertuko dira egoera ezberdinak planteatuz.

#### f) Gidatutako Problemen Ebazpena. *Guided Problem Solving* (GPS)

Aurrerago azaldu den problemen ebazpenerako estrategiak lantzen ditu. Ikasleek talde txikitan ebazten dituzte problemak, pausu bakoitzaren amaieran talde osoarekin erantzunak partekatu eta irakasleak gidatuta zuzenketak egiten direlarik (Zuza *et al.*, 2014).

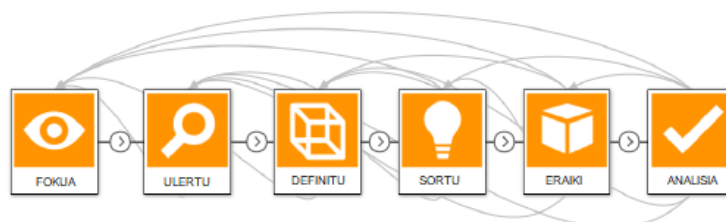
## 2.4 Ikerkuntzan Oinarritutako Diseinua metodologia

Ezagutzaren eraikuntzari buruzko zertzelada batzuk eman ditugu eta irakaskuntza ikaskuntza prozesuan kontuan hartu behar ditugun aspektuak azaldu ere bai, irakaskuntza teknika egokienak aipatzeaz gain. Orain lan honen muina den proposamen didaktikoa kokatzen den marko metodologikoa azalduko dugu: DBR (*Design-Based Research*), Ikerkuntzan Oinarritutako Diseinua.

Zientziaren munduan gabilitzanok badakigu ez dela teoria baliagarririk, praktika azaltzen ez badu edo praktikan jarri ezin badaiteke. Txanpon beraren bi aurpegi gisan, teoria egokia eraikitzeke praktika ezinbestekoa da eta alderantziz, praktika egokia burutzeko oinarri teoriko aproposa behar da. Gure kasuan inoiz baino garrantzitsuagoa da harreman hori, oinarri teorikoaren azken helburua praktikoa baita: zientziaren hezkuntza hobetzea.

DBR metodoaren bidez teoria eta praktika uztartzen dira (Ørngreen, 2015). Teorian oinarrituz, ikasgeletan aplikatuko den irakaskuntza ikaskuntza sekuentzia (IIS) bat diseinatzen da eta etengabe, modu iteratibo batean, ondorioak aztertu eta diseinuan hobekuntzak egiten dira IISa finduz. Horrela, edozein ekarpenetara (teoriko zein teknologiko) arazorik gabe moldatzen da diseinua.

Ondorengo diagraman ikus daitezke diseinua osatzen duten faseak eta nola fase bakoitzak aurretik egindako faseak elikatzen dituen (Easterday, Lewis eta Gerber, 2014):



1. irudia: Diseinua 6 fase iteratiboz osatuta dago: fokua, ulertu, definitu, sortu, eraiki eta analisia.

a) Fokua: proiektuaren audientzia, gaia eta sakontasuna zehazten dira.

Diseinua norengana zuzendua dagoen, haien testuingurua zein den...aztertu eta edukia finkatzen da (curriculum).

b) Ulertu: eginda dagoen lan teorikoa aztertu, ikasketa zailtasunetatik irakaskuntza estrategietaraino.

Giltza den fase hau garatzerako garaian, erreminta desberdinak erabiltzen dira IISaren definizioaren aurreko fase honetan. Erreminta horietako bat analisi epistemologikoa da. Beharrezkoa da jakitea zein den irakastera goazen gaiaren egoera, zer dioen zientziak.

Bestalde, ezinbestekoa da ikasleek gai honen inguruan dituzten zailtasunak identifikatzea, azterketa bibliografikoaren bidez edo beharrik izanez gero berariazko ikerketa baten bitartez.

Honez gain, irakatsi nahi den horren ikasketa beharrak (Guisasola, Zuza, Ametller eta Gutierrez-Berraondo, 2017) ere finkatu behar dira. Modu horretan jakin ahal izango da lortu nahi den ikasketa helburua zenbateraino dagoen urrun ikaslearen momentuko egoeratik. Adibidez, gerta liteke helburu jakin batek ikasketa behar baxua izatea eta IISan jarduera bakar bat txertatzea nahiko izan daiteke. Aldiz, adi ibili beharko da ikasketa behar altuak dituzten helburuekin, kasu horietan jarduera segida bat prestatu beharko delako ikasketa zailtasunak, aurre-ezagutzak eta abarrak kontuan izango dituen.

c) Definitu: abstraktua zena konkretu bilakatu.

Definitu fasearen eta Ulertu fasearen arteko joan etorria etengabea da dudarik gabe. Ia biak aldi berean garatzen direla ere esan daiteke.

Ikasketa helburuak definitzea garrantzitsua da batez ere IISaren ebaluazio esanguratsua egin ahal izateko, berau hobetzera bidean.

Hala, ikasketa helburu horien lorpena erdiesteko, ikasketa adierazleak zehazten dira. Horien bidez kompetentzia nagusiak laburbiltzen dira, ikasturtean zehar landu eta ebaluatuko dena justifikatuz.

Azkenik, ikaskuntzarako lagungarriak izango diren irakaskuntza estrategiak proposatu eta IISaren eskema zirriborratzen da, blokeak eta jarduerak zerrendatuz.

Dena egoki kohesionatuta egon dadin eta ikasketa helburuen lorpena gogoan izateko, gida galdera orokor eta erakargarriak erabiltzen dira.

d) Sortu: Irakaskuntza Ikaskuntza Sekuentzia osatu.

IISaren sorkuntzan aldi berean garatzen dira irakaslearentzat eta ikaslearentzat diren gidak. Irakaslearentzako gidan, IISa implementatzeko beharrezkoa den informazio guztia emango da eta, besteak beste, jardueren garrantziaren arabera bereizketa egingo da, ezinbestekoak direnen eta lagungarriak soilik direnen artean.

e) Eraiki: IISaren implementazioa.

f) Analisia: ebaluazioa eta diseinuaren moldaketa.

Fase hau ere klabea da eta bi dimentsiotan egiten da. Lehenengo dimentsioa IISaren berezko kalitatearen ebaluazioa da. Bertan, ebaluatzen da ikasleak zein puntutaraino inplikatu diren, zein jardueratan izan dituzten enuntziatuak ulertzeko arazoak, zein grafiko edo taula ez duten behar bezala ulertu, espero genuen moduan erantzun ote dituzten jarduerak... Horretarako irakasleak gelan eguneroko sistematizatu bat eramango du eta ikasleen lan koadernoak ere ebidentzia bezala erabiliko dira. Posible balitz, ikasgela barruan ikerlari bat izatea ere egokia litzateke behaketa protokolo baten bitartez implementazioaren nondik norakoak ebaluatzeko.

Beste dimentsioa, ikasketa helburuen lorpen maila neurtzea da. Izan ere, oso ongi egituratu eta ulertzen den IISak ez luke inolako baliorik izango ikasleek ikasketa helburuak lortuko ez balituzte. Ebaluazio hau pre-post-test bidez egin daiteke, post-test-ak talde experimental –zeinetan IISa implementatuko den– zein kontroleko taldeei –zeinetan irakaskuntza tradizionala mantenduko den– eginez. Modu honetan, talde experimentalak zenbat hobetu duen aztertzen da eta kontroleko taldeen hobekuntzarekin alderatu.

Ebaluazio honen analisia egin ostean, diseinuan beharrezkoak diren aldaketak egiten dira IISan aldaketak txertatu eta berau hobetze aldera, aipatutako bi dimentsiotan. Arrunta izan ohi da hiru ziklo egitea, aldaketa handienak lehenengotik bigarrenera egiten diren arren, bigarregotik hirugarrenera diseinuaren egokitasunaren adierazle den nolabaiteko oreka aurkituz.



Lan honen helburua batxilergo lehenengo mailan indar kontzeptua eta dinamika lantzeko proposamen didaktiko bat eraikitzea denez, ez ditugu eraikitze eta analisi faseak azalduko. Hala ere, prozesuaren zein emaitzaren ebaluazio bat egingo dugu.

### **3 Oinarri teorikoa: indarrak eta dinamika irakasgai**

Ondorengo lerroetan indar kontzeptuaren eta dinamikaren inguruan hitz egingo dugu, sarrera gisa garapen historiko motz bat egin eta gero oinarri epistemologikoa, curriculum eta ikasleen aurre ezagutza aztertuz. Hiru puntu horiek osotasunean aztertuta soilik hartuko du analisiak zentzua, elkar loturik dauden puntuak baitira. Modu horretan, gure ikasketa gaia ezagutuko dugu, ikasleek ofizialki zer dakiten eta zer ikasi beharko luketen ikusiko dugu eta ikasleek errealitatean indarrei eta dinamikari buruz buruan izan ohi dutena aztertuta, diseinuari ekiteko oinarria izango dugu. Aurreko atalean aipatu dugun moduan, jarraian egingo diren analisi epistemologikoa zein zailtasunen analisia ezinbestekoak baitira DBR metodologiaren pausuak burutu ahal izateko.

Hel diezaiogun, bada, testuinguru historikoan kokatzeari.

Gorputzen mugimenduaren zergatiari erantzun nahian indar kontzeptuaren eta dinamikaren garapen zientifikoa Aristotelesekin hasten da forma hartzen. Haren ustez, mugimendua kausa naturalek edo kausa biolentoek eragiten dute eta azken kasu horretan mugimendua egoteko beharrezkoa da indar baten existentzia. Ondorengo urteetan, inpetuaren teoriak nagusitasun handia hartzen du, gorputzek mugitzea ahalbidetzen dien indarra pilatzen dutela argudiatuz. Indar hori denborarekin gastatzen da, era natural batean, gorputzaren abiadura gutxitzea eraginez, erabat gelditu arte.

Hurrengo ekarpen handia, inertiaren kontzeptua hain zuzen, Galileori esleai diezaiokegu. Berak defendatzen du gorputz bat abiadura konstantean mantentzeko ez dela indarrik behar. Hala, pixkanaka-pixkanaka historian zehar fintzen doan dinamikaren kontzepzioari azken bultzada ematen dio Isaac Newtonek, gaur egun ere, fisika klasikoan, abiapuntutzat ditugun dinamikaren oinarriak finkatuz.

### 3.1 Oinarri epistemologikoa

Indarra bi gorputzen arteko elkarrekintza da. Denborarekiko momentu linealaren aldaketa eragiten duen magnitude bektoriala da, masa konstanteko egoeretan abiadura aldaketara laburtzen dena. Neurketa unitatea newton-a da nazioarteko sisteman eta N sinboloarekin adierazten da. Beraz, F indarra izanik:

$$[ F ] = N = \text{kg m s}^{-2}$$

Hau da, 1 kg duen gorputz bati  $1 \text{ m/s}^2$  azelerazioa eragiteko beharrezko indarra bezala definitzen da newtona.

Lau funtsezko indar mota daude: elkarrekintza grabitatorioa, indar elektromagnetikoa, indar nuklear ahula eta indar nuklear sendoa. Einsteinek grabitazio orokorraren teorian grabitatea ez dela indar bat proposatu zuen arren, limite Newtondarrean indar bezala hartzen denez guk ere hala hartuko dugu, nahasmenera ez jotzeko xedez. Ondorioz, lanean zehar nagusiki elkarrekintza grabitatorio izendapena erabiliko dugun arren, indar grabitatorioa deitzea ere onartuko da eta horrela agertuko da noizean behin.

Bestalde, indar nuklearren inguruan ez dugu sakonduko, geroago ikusiko dugun bezala Batxilergo lehenengo mailako curriculumaren parte ez direlako eta gradu amaierako lan honen irismenetik harago daudelako.

Ondoren, interesekoak zaizkigun kontzeptuak definitu eta azalduko ditugu, betiere fisika klasikoaren ikuspuntutik.

- *Elkarrekintza grabitatorioa*: masa duten bi gorputzen arteko interakzioa. Beti erakarpenezkoa. Bi gorputzen masari zuzenki proportzionala eta euren arteko distantziaren karratuaren alderantziz proportzionala da.

- *Indar elektromagnetikoa*: karga elektrikoa duten bi gorputzen arteko interakzioa. Erakarpenezkoa edo aldarapenezkoa izan daiteke. Indar honen kasu konkretua da indar elektrikoa, zeina geldirik dauden kargen artean ematen den eta bi gorputzen arteko distantzia handitu ahala intentsitate gutxiagoko indarra den.

Errealitate makroskopikoan, kontaktuaren ondorioz bi gorputz elkarrekintzan jartzen dira. Egunero ikusten, sentitzen eta bizitzen dugu, adibidez, gorputz solidoak ezin direla zeharkatu edo kutxa bati lotutako sokatik tiratzean kutxa mugi dezakegula. Indar horiei ukipenezko indarrak esaten zaie eta honakoak dira:

- *Indar normala*: gorputz bat gainazal solido baten gainean dagoenean, gainazalak gorputzari egiten dion indarra. Indar elektromagnetikoa da jatorriz, hots, ikuspegi mikroskopiko batetik.

- *Marruskadura indarra*: kontaktuan dauden bi gainazalen arteko higadura erlatiboaren abiaduraren norantzaren kontrako indarra. Hau ere indar elektromagnetikoa da jatorriz.

- *Tentsio indarra*: soka, hari edo alanbre moduko objektu bat beste gorputz bati lotuta egotean, sokak gorputzari tentsio indarra eragiten dio bere zentrorantz. Horrela, adibidez bi puntetatik lotuta dagoen soka batean, ertz bakoitzak sokaren zentrorantz indar bat egingo dio lotuta dagoen gorputzari.

Bestalde, kanpo indarrak existitzen dira; hala nola, motor batek sortutakoa, pertsona batek eragindakoa...

Indar kontzeptua barneratzeko, indarraren elkarrekintza izaera ulertzeko, beharrezkoa da Newtonen 3. legea lantzea (Hierrezuelo eta Montero, 1991). Legeak honakoa dio:

*Gorputzek elkarri eragiten diote. Gorputz batek (A) beste bati (B) indar bat egiten badio ( $\mathbf{F}_{A,B}$ ), B-k A-ri intentsitate bereko kontrako indarra egingo dio ( $\mathbf{F}_{B,A}$ ).*

$$\mathbf{F}_{A,B} = - \mathbf{F}_{B,A}$$

*Ohartu elkarrekintzan parte hartzen duten bi gorputzei A edo B deitu, berdin betetzen dela legea!*

Hau da, garrantzitsua da zehaztea askotan lege hori enuntziaztean aipatzen diren *akzio* eta *erreakzio* espresioak erlatiboak direla.

Indarra definitzean bi kontzeptu nagusi aipatu ditugu. Batetik, indarra bi gorputzen arteko elkarrekintza dela. Azaldu berri dugu hain zuzen elkar eragite kontzeptu hori, indar motak sailkatuz eta Newtonen 3. legea azalduz. Bestetik, indarra azelerazioa eragiten duen magnitude bektoriala dela. Azelerazioaren baieztapenari Newtonen 2. legeak erantzuten dio:

*$m$  masako gorputz bati indar batek ( $\mathbf{F}$ ) eragiten badio, gorputzak azelerazio bat jasango du indarraren norabide eta norantzan.*

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

*Indar bat baina gehiagok eragiten badute gorputzaren gainean, gainezarmenaren printzipioa betetzen da eta gorputzaren azelerazioa indar erresultantearen ( $F_E = \sum F$ ) proportzionala izango da.*

Definizioa modu horretan planteatzearen helburua da ikasleek indar erresultantea indar errealtzat ez hartzea. Kualitatiboki nahas ez daitezen, argi izan behar dute indar erresultantea gorputz baten gainean eragiten duten indar erreal guztien batura bektorial matematikoa besterik ez dela.

Modu horretan, indar horien guztien batura nulua denean, azelerazioa ere nulua denaren ondorioa berehalakoa da eta hori da hain zuzen Newtonen 1. legea. Gorputz batek azeleraziorik jasaten ez badu, aukera bakarrak bi dira: geldirik egotea edo abiadura konstantean higitzea.

Dinamikaren azterketaren momentu honetan, izaera bektorialak funtsezko papera jokatzen du. Izan ere, abiaduraren aldaketa hiru motatakoa izan daiteke: moduluarena, norabidearena edota norantzarena. Ondorioz, azelerazio tangenziala edo normala bereizten dira, higidura kurbatuaren analisisian beharrezko kontzeptuak direnak. Hala, azelerazio tangenziala abiaduraren moduluaren aldaketari dagokio eta azelerazio normala, abiaduraren norabide aldaketari.

Hain zuzen, azelerazio normala biratzen dabilen gorputzaren abiaduraren karratuarekiko proportzionala da eta erradioarekiko alderantziz proportzionala.

## **3.2 Curriculum**

Batxilergoko lehenengo mailako curriculum aztertzeko, 4. DBHko curriculum aztertu behar da aurretik. Izan ere, ikasleek 4. DBH amaierarako menperatu behar luketen ezagutza izango litzateke batxilergoko lehenengo mailaren hasieran izango luketen jakintza.

Aurretik argudiatu dugunez, gure metodologiara egokituko den curriculumaren aldaketa beharrezkoa da (Hierrezuelo eta Montero, 1991). Beraz, gaur egungo curriculum aztertuko dugu, ez horri erantzungo dion proposamen didaktiko bat eraikitzeko, baizik eta testuinguruan kokatzeko beharrezkoa delako.

2015ean argitaratutako Nafarroako aldizkari ofizialak (ikusi A eranskina) 4. DBHko curriculumean “higidura eta indarrak” multzoan lantzen ditu indarra eta dinamika.

Bertan edukien zerrenda luzea ageri da: higidura ezberdinen analisia, indarren izaera bektoriala, Newtonen legeak, ohiko indarrak, Grabitazio unibertsalaren legea, presioa, hidrostatikaren printzipioak eta atmosferaren fisika. Zerrenda guztia aipatu dugu, harrigarria baita Batxilergora iritsi aurretik ikasleei menperatzea eskatzen zaien gai kopuru itzela, unibertsitateko ikasleek ere akats kontzeptual nabarmenak dituztenean gai hauen inguruan (Viennot, 1978).

Batxilergoko lehenengo mailako curriculumak begiratu gero (ikus A eranskina), dinamikak zinematikaren multzoaren ondoren toki propioa du eta kontzeptu berriak ageri dira. Hain zuzen, indar kontzeptuaren eta Newtonen legeen ondoren higidura harmoniko sinplearen dinamika, bi partikulen sistema, momentu lineala, bulkada mekanikoaren kontserbazioa, indar zentralak, Keplerren legeak eta indar elektrostatikoa nabarmendu ditzakegu.

Esan bezala, eduki kopuru handia lantzeak kontzeptu bakoitza ulertzeko eta barneratzeko behar beste denbora ez izatera eramaten gaitu. Hala, egungo ikasleen kontzeptuekiko nahasmena ulergarria da, hainbeste irakasgai, gai, eduki eta datuen ekaitzen ondorio.

### **3.3 Ikasleen aurre ezagutza**

Ondorengo atalean orain arte hainbestetan aipaturiko aurre ezagutzen inguruan ikertu dena aztertuko dugu. Hainbat ikerketa egin dira emaitza oso antzekoak eskuratuz eta horietan zabalena hartuko dugu ardatz: *Force Concept Inventory (FCI)*.

Hestenes, Wells eta Swackhamer ikerlarien lan hau sei kontzepturen baitan banatuta dago: zinatika, Newtonen lehenengo legea (N1), Newtonen bigarren legea (N2), Newtonen hirugarren legea (N3), gainezarpen printzipioa eta indar-motak. Kontzeptu horietako bakoitza kontzeptio ez-zientifiko batekin lotzen da, hurrenez hurren: zinatika, inpetua, indar aktiboa, akzio-erreakzio pareak, eragin-katea eta beste eraginak mugimenduan. Hala, kontzeptu zientifikoak eta ez-zientifikoak era ordenatu batean sailkatuta ageri dira, ohikoak diren ikasleen ideiak identifikatzea erraztuz eta horiei buelta emateko landu beharrekoa definituz.

FCIa 29 itemetako galdetegi batean oinarritzen da. Item bakoitza bost erantzun posibleko test bat da B eranskinean ikus daitekeen bezala. Aipatuko ditugun ideia ez-zientifikoak item horietan ondorioztatzen dira eta beraz, zenbakituz, konkretuki

zeinetatik adieraziko dugu. Adibidez, “abiaduren batura ez-bektoriala (7C)” esatean, esan nahi da ideia hori FCIko 7. itemean azaleratzen dela, itemaren C hautaketaren ondorioz.

Sei kontzeptuen sailkapenari jarraiki, honako ideiak identifikatzen dira:

**0. Zinematika:** grafikoetan posizio, abiadura eta azelerazio kontzeptuak ulertzeko zailtasuna (20A,C eta 21C) eta abiaduren batura ez-bektoriala (7C).

**1. Inpetua:** talkak inpetua ematea (9B,C eta 22C), inpetua hasieran mantentzea eta denborarekin desagertzea (5C, 6E, 8E, 16C, 27C, 29B), inpetua hasieran mantentzea eta denborarekin irabaztea (8D, 24D) eta indar zentrifugo intrintsekoa ibilbide zirkularrean (4A,D eta 10A).

Inpetuaren ideia buruan izateak indarraren kontzeptuaren ulermen okerrera darama zuzenean. Adibide garbia da azpian ikus daitekeen 8. Itema:

8. Along the **frictionless** path you have chosen, how does the speed of the puck vary **after** receiving the “kick”?
- (A) No change.
  - (B) Continuously increasing.
  - (C) Continuously decreasing.
  - (D) Increasing for a while, and decreasing thereafter.
  - (E) Constant for a while, and decreasing thereafter.

2. irudia: FCIko 8. Itema. Marruskadurarik gabeko guneko batean indarririk aplikatu gabe objektuaren abiadura aldatuko dela uste du gehiengoak, talkak emaniko inpetuaren ondorioz.

Hala, uler daiteke ikasleek uste dutela objektuen propietate intrintsekoa dela inpetua, zeina irabaz edo gal dezaketen, “inpetu-kutxaren metafora” moduko bat bezala. Kutxa horretan inpetua gorde eta gastatuko dute objektuek eta erabat amaitzean gainerako efektuek eragingo dute. Inertzia moduko bat bezala jokutzen du batzuetan inpetuak.

**2. Indar aktiboa:** soilik eragile aktiboek egiten dute indarra (11B, 15A,B eta 18D), objektuak mugitzeko indar bat jasan behar du (29A), abiadura jasandako indarrarekiko proportzionala da (17B, 25A) eta indarrak azelerazioa ematen du abiadura maximo bat lortu arte (17A, 25D).

Newtonen bigarren legearekin lotutako ideia ez-zientifikoa. Indarra abiadura eta mugimendurekin lotu ohi dute, azelerazioarekin lotu ordez. Ondorioz, mugimenduaren norabide eta norantzan askotan indarrak asmatzen dituzte.

Gainera, bizidunak parte hartzen duten egoeretan soilik haiek eragin dezaketela indarra pentsatu ohi dute.

**3. Akzio-erreakzio pareak:** masa handiagoa duen objektuak indar gehiago egingo du objektu parean (2A) eta eragile aktiboek indar handiagoa eragiten du objektu parean (11D, 13C, eta 14D).

Newtonen hirugarren legea ez dute barneratuta. Masa handiagoa duen gorputzak edo zuzenean gorputz bizidunak indar handiagoa egiten duela uste dute. Modu horretan, berriro ageri zaigu jatorri antropozentrikoaren ideia.

**4. Eragin-katea:** indar handienaren alderantz mugituko da objektua (18A), indarren arabera mugituko da objektua (19C eta 24C) eta eragiten duen azken indarrak soilik baldintzatuko du mugimendua (6A, 7B, 24B eta 26C).

Sisteman indar berri batek parte hartzen duenean aurreko indarrak “balioa galtzen duela” pentsa dezakete ikasleek. Gainera, indarra mugimendurekin lotzeko joera ikus dezakegu beste behin.

### **5. Gainerako eraginak mugimenduan:**

- Erresistentzia: masak objektuak geldiarazten ditu (29A), mugimendua dago soilik indarrak erresistentzia gainditzen duenean (28D).
- Grabitatea: objektu pisutsuagoak azkarrago erortzen dira (1D, 3B eta D) eta grabitate indarra handitzen da objektua erori ahala (17B).

Gainerako eragin hauetan, berriak zaizkigun ideia ez-zientifikoak grabitatearekin loturikoak dira. Gizartean oso hedatuta dauden ideiak dira, gaindituak izateko azalpen teoriko garatuagoa eskatzen dutenak.

Idea ez-zientifikoak modu nahiko sistematikoan izendatu ditugun arren, ez du esan nahi banan-banan landu behar direnik. Ikasleen aurre ezagutza orokorraz kontziente izateak, ordea, orientazio lan hobea egitea ahalbidetuko digu, ohiko zalantzei buruz galdetuz, hausnarketa bultzatuz eta abar.

## 4 Diseinua

DBRari dagokion oinarri teorikoaren zatian ikusi ditugu diseinuaren faseak: fokua, ulertu, definitu, sortu, eraiki eta analisia. Orain sortze fasera arteko bakoitza garatuko dugu, pausoz pauso, proposamen didaktikoa osatu arte. Kasu honetan diseinu fasea sortze fasean bukatuko da ezin izan baita IISa inplementatu, baina asmoa dago etorkizunean ikasgelara eramateko.

### 4.1 Fokua: Helburuak

Batxilergoko lehenengo mailako ikasleentzat pentsatuta dago diseinu hau, hau da, 30 bat kideko ikasgeletan aplikatua izateko. Printzipioz ikasle gazteak, fisikan interesatuta egon daitezkeenak –nahiz eta arloaren inguruko zailtasunaren beldur izan– eta ikasgaiak nahiko hasiberriak. Hau da, DBHn fisika lantzen hasitakoak, kontzeptu fisikoei buruz entzun izan dutenak, baina modu sakonean lantzerira iritsi gabe.

Indarrak eta dinamika gaiak menperatzeko beharrezko funtsezko kontzeptuak landuko dira, oinarri kualitatibo sendo bat eraikiz eta kuantitatiboki aplikatzen ikasiz.

Edukia: indarra elkarrekintza gisa, indarraren izaera bektoriala, Newtonen 3. legea, indar motak (grabitatorioa, elektromagnetikoa, normala, marruskadura, tentsioa), Newtonen 2. legea, higidura zirkularraren dinamika.

Azkenik, eduki horren sakontasuna zehaztu asmoz, curriculumarekin bat datozen (ikusi 1. eranskina) ebaluazio irizpideak finkatuko ditugu: gorputz baten gainean eragiten duten indarrak identifikatzea bektore gisa, indarra elkarrekintza bezala ulertzea, indarra azelerazioarekin lotzea, plano makurtuak edota txirrika idealak nahasten dituzten egoerak konpontzea ikuspegi dinamiko batetik, higidura zirkular bat gertatzeko indarrak izan beharra justifikatzea eta indar zein dinamikaren kontzeptu egokiak aplikatuz problemak ebazteko gai izatea.

### 4.2 Ulertu eta definitu: Ikasketa adierazleak, ikasketa zailtasunak, irakaskuntza estrategiak eta edukiak

Egin dugu indarrei eta dinamikari buruz zientziak zein zientziaren irakaskuntzak diogenaren analisia marko teorikoan. Ulertu dugu ikasketa gaia, beraz, oraingo



eginbeharra epistemologiako elementuak identifikatzea, ikasketa adierazleak zehaztea, zailtasunak zerrendatzea eta horren arabera ikasketa beharrak esleitzea izango da. Honen laburpena ondorengo tauletan azaltzen da.

1. taula: epistemologiako elementuak eta ikasketa adierazleak.

Epistemologiako elementuak	Ikasketa adierazleak
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Indarraren jatorria identifikatzea, elkarrekintza gisa ulertuz.</li> <li>-Indarraren izaera bektoriala dela ulertzea.</li> <li>-Newtonen 3. legea ulertzea, gorputz bakoitzaren gainean eragiten duten indarrak identifikatuz eta efektuak bereiziz.</li> <li>-Newtonen 2. legea menperatzea, indarra azelerazioarekin lotuz.</li> <li>-Higidura zirkularraren dinamika ulertzea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i1. Indar diagrama egitea. Horretarako, ikasleak indarrak identifikatu beharko ditu eta indar bakoitzak zein gorputzen gainean eragiten duen jakin, sistema ongi bereizteaz gainera.</li> <li>i2. Dinamikaren legeak egoki aplikatzea.</li> <li>i3. Problemen ebazpenerako abilezia. Honekin neurtuko da ikasleak metodo zientifikoa garatu eta aplikatzeko duen trebetasuna.</li> </ul>

2. taula: Ikasketa zailtasunak eta zailtasun bakoitzari dagozkion ikasketa adierazleak eta beharrak.

Ikasketa zailtasunak	Ikasketa adierazleak	Ikasketa beharrak
Grafikoak ulertzeko zailtasuna	i3	ertaina
Bektoreekin lan egiteko zailtasuna	i1	ertaina
Inpetuaren ideia	i2	altua
Indar aktiboak soilik egiten dute indarra	i1, i2	baxua
Masa handiagoa duen objektuak indar gehiago egiten du	i1, i2	ertaina
Marruskadura indarrak gorputzak gelditzen ditu	i1, i2	altua
Eragiten duen azken indarrak baldintzatzen du higidura	i2	baxua
Indarra eta abiadura proportzionalak dira	i2	altua

Oinarri teorikoko ikasketa zailtasunen atalean aipatu bezala, gogoan izan behar dugu ikaskuntza prozesua ez dela mekanikoa. Hau da, IISa ez dela zailtasun bakoitza modu bakartu batean lantzen duen jardueren sekuentzia, baizik eta osotasuna ulertzetik abiatuta zailtasun oro gainditu eta kontzeptu zientifikoak eraikitzea ahalbidetzen duen sekuentzia didaktikoa dela. Horrekin esan nahi da, adibidez, posible dela ikasketa behar baxuko zailtasun bat klasean landu gabe gainditzea, ikasleek jada eraiki dutelako ideia ez zientifikoari aurre egiten dion ezagutza (Hestenes *et al.*, 1992).

IISaren bide orria eta norabidea zehaztu ditugu, testuinguruan kokatzearen eta helburuak finkatzearen bidez. Badakigu nora goazen eta nondik ere. Hau da, badakigu ikasleek zein kontzeptu eraikitzea nahi dugun eta horretarako kontuan hartu beharrekoak zein diren.

Hala ere, hori ez da nahikoa ikaskuntza prozesuak arrakasta izan dezan, irakaskuntza teknika edo estrategia egoki bat izan ezean. Bada, kasu bakoitzari aproposena zaion irakaskuntza estrategia esleitu beharko diogu jarduera sekuentziaren eskema egin ondoren, betiere metodologia aktiboan oinarrituz. Hau da, kontuan izango dugu kontzeptuen eraikuntza kualitatibo bat bilatzerakoan hausnarketa eta elkarrizketa bezalako egoerak eskatzen dituzten teknika konkretu batzuk erabili beharko ditugula. Problemen ebazpenerako, aldiz, horretarako sorturiko GPS teknika adibidez.

Gure IISa bi bloke nagusiren baitan eraikiko dugu: bat indar kontzeptuaren ingurukoa eta bestea dinamikarena. Lehenengo bi ikasketa adierazleak ere kontzeptu horien inguruan definitu ditugunez hurrenez hurren, bloke bakoitza ikasketa adierazle baten bueltan egongo da artikulatua. Izan ere, problemen ebazpenaren abileziari erreferentzia egiten dion ikasketa adierazlea zeharkakoa da, hots, ikaskuntza prozesu guztian zehar garatuko den eta presente egongo den adierazlea da.

Lehenengo bloke nagusia, bi ataletan banatu dugu: indar kontzeptuaren oinarria eta indarren izaera bektorialean sakontzeko problemen ebazpena. Bigarren bloke nagusiarekin ere berdina egin dugu, alde batetik dinamikaren oinarriak landuz eta bestetik indar mota berezianak ezagutuz, problemen ebazpena helburu.

Ondorengo tauletan ikus ditzakezue lau atalen IISak, hurrenez hurren.

3. taula: Zer da indarra beraz? galderarako IISa. Lehenengo blokea, lehenengo atala.

Gida-galdera	Ikasketa adierazleak	Irakaskuntza estrategiak	Edukiak eta jarduerak
<p>Ingurura begiratu eta dena geldirik dago. Ez al dago orduan inongo indarrik? Zer da indarra beraz?</p>	<p>i1 i3</p>	<p>a) Ikasteko motibazioa eragin eta errealitatea ulertzeko beharrezko tresna dela ikusarazi. b) Egunerokotasuneko adibideak proposatu haien gainean indar kontzeptua lantzeko. c) Parte hartzen duten indarrak eta indar bakoitzak zein gorputzen gainean eragiten duen identifikatzea, indarra beti elkarrekintza gisa ulertuz. d) Kontzeptuetan sakontzen goazen heinean aurretik landuriko adibidetara bueltatzea. e) Etengabeko hausnarketa eta elkarrizketa sustatzea.</p>	<p><b>1. Ikasketa helburuak azaldu eta gaiarekiko interesa piztu.</b> 1.1. Azalpena eta irakurketa/bideoak ikustea gomendatu. <b>2. Zer da indarra? Aurre ezagutza azalatu eta indar kontzeptuaren sarrera.</b> 2.1. Indar-motak identifikatzea. 2.2. Indarra elkarrekintza bezala. 2.3. Indar-motak eta indarra elkarrekintza bezala. <b>3. Newtonen 3. legea.</b> 3.1. Indarra elkarrekintza bezala eta Newtonen 3. legea. 3.2. Indar kontzeptua.</p>

4. taula: Nola zenbakitu ditzakegu oreka egoera horiek? galderarako IISa. Lehenengo blokea, bigarren atala.

Gida-galdera	Ikasketa adierazleak	Irakaskuntza estrategiak	Edukiak eta jarduerak
Nola zenbakitu ditzakegu oreka egoera horiek?	i1 i3	<p>a) Problema ebazteko garatu beharreko strategiari garrantzia eman: planteamendua eta analisi kualitatiboa, ebazpena eta emaitzaren analisia.</p> <p>b) Aurretik eraikitako kontzeptuak azpimarratu.</p> <p>c) Egin duten aurrerapenari balioa eman.</p>	<p><b>4. Indarren izaera bektoriala.</b></p> <p>4.1. Magnitude eskalarrak eta bektorialak.</p> <p><b>5. Problemen ebazpena.</b></p> <p>5.1. Bi esfera kargatu soketatik zintzilik. (Tentsio indarra, grabitatea, indar elektromagnetikoa)</p> <p>5.2. Kutxa bat plano inklinatu batean. (Grabitatea, indar normala, erresistentzia)</p> <p>5.3. Sabaitik eskegitako kutxa. (Grabitatea, tentsio indarra)</p>

5. taula: Zein da, bada, indarren eta gorputzen higiduraren arteko erlazioa? galderarako IISa. Bigarren blokea, lehenengo atala.

Gida-galdera	Ikasketa adierazleak	Irakaskuntza estrategiak	Edukiak eta jarduerak
<p>Mugitu al daiteke gorputz bat jasaten dituen indarren batura nulua bada? Zein da, bada, indarren eta gorputzen higiduraren arteko erlazioa?</p>	<p>i2 i3</p>	<p>a) Ikasteko motibazioa eragin eta errealitatea ulertzeko beharrezko tresna dela ikusarazi. b) Egunerokotasuneko adibideak proposatu haien gainean dinamika lantzeko. c) Simulazioak. d) Azelerazioa jasango duen gorputzaren gainean eragiten duten indarren identifikazioan enfasi berezia. e) Kontzeptuetan sakontzen goazen heinean aurretik landuriko adibidetara bueltatzea. f) Etengabeko hausnarketa eta elkarrizketa sustatzea.</p>	<p><b>6. Aurre ezagutzak azaleratzea eta dinamikara sarrera.</b> 6.1. Zer ikasiko dugu? Dinamikara sarrera. 6.2. Ikasleek zailtasunak izan ohi dituzten kasuen inguruko eztabaida, indarrak abiaduraren aldaketa eragiten duela ikasteko. <b>7. Dinamikaren legeak.</b> 7.1. Newtonen 2. legea. 7.2. Aurretik landutako jarduerak ebatzi Newtonen 2. legea aplikatuz. 7.3. Dinamika.</p>

6. taula: Nola zenbakitu dezakegu gorputzen azelerazioa? galderarako IISa. Bigarren blokea, bigarren atala.

Gida-galdera	Ikasketa adierazleak	Irakaskuntza estrategiak	Edukiak eta jarduerak
Nola zenbakitu dezakegu gorputzen azelerazioa?	i2 i3	a) Egunerokotasuneko adibideak proposatu haien gainean dinamika lantzeko. b) Problema ebazteko garatu beharreko strategiari garrantzia eman: planteamendua eta analisi kualitatiboa, ebazpena eta emaitzaren analisia. c) Aurretik eraikitako kontzeptuak azpimarratu. d) Egin duten aurrerapenari balioa eman.	<b>8. Pisua eta marruskadura indarra.</b> 8.1. Kontzeptuen lanketa. 8.2. Marruskadura estatikoa eta dinamikoa. <b>9. Problemen ebazpena.</b> 9.1. Marruskadura estatikoa eta dinamikoa. 9.2. Higidura zirkularraren dinamika. 9.3. Poleak.

## 4.3 Sortu: Proposamen didaktikoaren irakaslearentzako gida

Iritsi gara lanaren emaitza azaleratuko den fasera. Aurreko ataletan diseinua fokatu, ulertu eta definitu dugu, azkenik Irakaskuntza Ikaskuntza Sekuentziak egituratzera iritsiz. Orain, ikasgelan aplikagarria izango den irakaslearentzako gida osatuko dugu, IISen eskemetan jarduerak proposatuz, jarduera bakoitzaren helburua argituz eta zein irakaskuntza teknikaren bidez landuko den azalduz.

Hasi aurretik, gogora dezagun besteak beste diseinuaren lehenengo proposamena denez eta berau inplementatu ez dugunez, lan honek berrikusketa eta aldaketak jasan beharko dituela eraiki eta analizatu faseetara iristen denean. Lan honen garrantzia garatutako metodologian dagoenez, esan dezakegu esentzian egokia den irakaskuntza sekuentzia dela, behar bada jardueren kantitatean eta aberastasunean ekarpenak beharko dituen.

Hori argituta, hona hemen indar kontzeptua eta dinamika Batxilergoko lehenengo mailan lantzeko proposamen didaktikoaren irakaslearentzako gida:

Blokea: 1. Indar kontzeptua.
Atala: Indar kontzeptuaren oinarria.
<b>1. Ikasketa helburuak azaldu eta gaiarekiko interesa piztu.</b>
<b>1.1. Azalpena eta irakurketa/bideoak ikustea gomendatu.</b>
<b>Jarduera:</b> Datozen egunetan landuko dena azalduko da lehenengo orduan. Hau da, gaia, ikasketa helburuak eta orduen antolaketari buruz hitz egingo da. Indarrak eta dinamikak fenomeno naturalen ulerkeran duten garrantzia azpimarratzeaz gain, irakurtzera, bideoak ikustera, beraien artean edo helduagoekin fisikaz hitz egitera... informatzera animatuko dira ikasleak, aukera izanez gero lehenengo orduan bertan informazioa bilatzeko edo galderak egiteko tarte libre bat emanez.
<b>Helburua:</b> Informatzea, interesa piztea eta ikasleen ikasketa autonomia bultzatzea.

## 2. Zer da indarra? Aurre ezagutza azaleratu eta indar kontzeptuaren sarrera.

### 2.1. Indar-motak identifikatzea.

**Jarduera:** Ondorengo egoeretan zein indarrek parte hartzen duten eztabaidatu.

- a) Pertsona bat kutxa bat eusten | Kutxa berdina mahai baten gainean  
(indarraren jatorri antropozentrikoa + indar grabitatorioa + indar normala)

Indar aktiboaren ideari aurre eginez, sistema bateko indar guztiak identifikatzen hasteko aukera izango dugu. Pertsonaren eta Lurraren arteko elkarrekintza grabitatorioa, lurra pertsonari egiten dion indar normala, kutxa eusteko pertsonak/mahaiak egiten duen indarra lurra kutxari egiten dion grabitate indarrari 'aurre' eginez...

- b) Pertsona bat zutik geldi | Pertsona bat oinez  
(jatorri antropozentrikoa + indar grabitatorioa + indar normala + marruskadura indarra)

Berriz ere oreka egoeretan indarrek parte hartzen dutela azpimarratzeko balioko digu. Gainera, aurrerago sakonago aztertuko dugun marruskadura indarra ez-ohiko modu batean lehenengoz ikusteko balio du. Izan ere, marruskadura higidura balaztatzeko efektuarekin lotzen da ia beti eta kasu honek marruskadura mugimenduaren eragile bezala ezagutzea ahalbidetzen digu.

- c) Karga elektriko bat eta harri bat | Bi karga elektriko  
(indar elektromagnetikoa)

Indar elektromagnetikorako sarrera izango da. Aurrerago indarra elkarrekintza bezala definitzen dugunean adibide berdina sakonago aztertzeko balioko digu.

- d) Pilota bat gorantz | Pilota bat beherantz  
(indar grabitatorioa + airearen marruskadura indarra)

Mugimenduaren norantzan indarra asmatzearen ideia eta inpetu edo indar-kutxaren kontzepzioa ukatu nahi dira.

- e) Kutxa bat sabaitik soka batetik zintzilik  
(grabitate indarra + tentsio indarra)

Grabitate indarra berrikusiko da eta tentsio indarra lehenengoz ikusiko dugu. Ondoren landuko dugun Newtonen 3. legerako ere ariketa interesgarria izango da.

- f) Polea bat alde banatan masa bereko kutxekin baina altuera ezberdinetan  
(grabitate indarra + tentsio indarra)



Poleetarako sarrera honekin, dinamika atalean landuko dugun ariketarako sarrera ere izango da. Gehiagotan aztertuko dugu ariketa hau ere, asimetrikotasunaren ondorioz mugimendua ondorioztatzen baitute ikasleek askotan (Hestenes *et al.*, 1992).

**Helburua:** Aurre ezagutzak azalera, indar-motak identifikatzea eta indar kontzeptuaren inguruan hausnartzea.

**Irakaskuntza teknika:** 1-2-4 teknika.

## 2.2. Indarra elkarrekintza bezala.

### Jarduera:

1. Kutxa bat mahai baten gainean. Aukeratu indarrak egokien deskribatzen dituen aukera.

a) Kutxaren zentrotik grabitate indarra beherantz.

b) 'Ez dago indarrik'

c) Kutxaren zentrotik grabitate indarra beherantz. Kutxaren beheko puntuan indar normala gorantz. (zuzena)

2. Txori bat hegan. Aukeratu esaldi zuzena.

a) Txoriak ez dio indarrik eragiten Lurrari.

b) Lur planetak elkarrekintza grabitatorioaren ondorioz txoriari egiten dion indar berdina eragiten dio txoriak Lurrari. (zuzena)

c) Txoriak Lurrari indar bat egiten dio, baina ez Lurrak txoriari eragiten dion bezainbestekoa.

3. Pertsona batek pilota bat jaurti du aurrerantz eta pilota airean dago. Zein indarrek eragiten dute pilotarengan, pilota airean dagoenean?

a) Lurrak eragiten dion grabitate indarra eta pertsonak egin duen indarra.

b) Lurrak eragiten dion grabitate indarra eta aireak eragiten dion marruskadura indarra. (zuzena)

c) Lurrak eragiten dion grabitate indarra, pertsonak egin duena eta aireak eragiten dion marruskadura indarra.

**Helburua:** Indarra elkarrekintza dela barneratzea eta indar-motak identifikatzea.

**Irakaskuntza teknika:** Ikasgela alderantzikatua. Eskolaz kanpo, nahi dituzten baliabideak erabiliz, indarrei buruz ikasiko dute ikasleek. Hurrengo saioa baino lehen, irakasleak jasoko du indarrei buruz aurkitu dutena, labur. Informazio hori

bidali dutenean test moduko hiru galdera erantzungo dituzte, aurkitu duten informazioa barneratu duten ikusteko.

### **2.3. Indar-motak eta indarra elkarrekintza bezala.**

**Jarduera:** Errepikatu 2.1 jarduera, indar kontzeptuaren ezagutza sakonagoa bilatuz.

**Helburua:** Aurre ezagutzen gaindipena eta indar kontzeptuaren eraikuntza.

**Irakaskuntza teknika:** 1-2-4 teknika.

## **3. Newtonen 3. legea.**

### **3.1. Indarra elkarrekintza bezala eta Newtonen 3. legea.**

**Jarduera:** Egoera batzuk planteatu eta zein indarrek parte hartzen duten galdetu.

- a) Arrauna.
- b) Tiro bat pistola batekin.
- c) Lurra eta ilargia.
- d) Eguzkia, Lurra eta ilargia.
- e) Bi karga elektrikoa, baten karga bestea baino bi aldiz handiagoa.
- f) Txori bat hegan.

**Helburua:** Indar bakoitzak zein gorputzen gainean eragiten duen identifikatzen ikastea. Newtonen 3. legea.

**Irakaskuntza teknika:** 1-2-4 teknika.

### **3.2. Indar kontzeptua.**

**Jarduera:** Blokearen atalarekin amaitzeko, ebaluazio moduko bat pasako dute ikasleek, ebaluatzen denari garrantzia ematen baitzaio (Hierrezuelo eta Montero, 1991; Krathwohl, 2002).

Ariketa orria:

1. Kutxa bat geldirik plano inklinatu batean. Idatz ezazu egoera honetan kutxarengan eragiten duten indarrei buruz esan dezakezuna.

Erantzuna: Kutxak masa duenez Lurrarekin elkar eraginez grabitate indarra jasango du Lurraren zentrorantz. Kutxa kontaktu zuzenean dagoenez gainazalarekin, gainazalak kutxari egiten dio indar normala, gainazalaren norabide perpendikularrean gorantz eta baita marruskadura indarra ere, gainazalarekiko norabide paraleloan gorantz. Kutxa geldirik dagoela dionez enuntziatuak, indar guztien batura bektoriala nulua da.

2. Karga elektriko positiboa duen taula baten gainean, airean geldirik, masadun eta karga elektrikodun esfera bat dago. Idatz ezazu egoera honetan esferarengan eragiten duten indarrei buruz esan dezakezuna.

Erantzuna: esferak, alde batetik, Lurrarekin elkarreragiten du grabitate indarra jasanez, 'beherantz'. Bestalde, taula kargatuarekin duen interakzio elektrikoaren ondorioz, aldarapen indar bat jasaten du, 'gorantz'. Esfera geldirik dagoenez, bi indar horien arteko batura nulua da, hots, bi indarrek intentsitate bera eta kontrako noranzkoa dute.

**Helburua:** orain arte landutako kontzeptuak egoera irekiagoetan aplikatzea. Zehatz azaltzearen beharraz eta akats ezberdinez (edo ebazpen egokiez) jabetzea.

**Irakaskuntza teknika:** Banaka egingo dituzte ariketak eta ondoren ikaskideen artean trukatu dituzte orriak. Beste kolore batez, bigarren ikasleak iruditzen zaiona zuzenduko du. Ondoren, launaka jarriko dira eta egoerak eztabaidatu ondoren erantzun adostu bat emango dute. Irakasleari bi aldiz idatzia izan den ariketa orria eta erantzun adostua entregatuko dizkiote.

## Blokea: 1. Indar kontzeptua.

Atala: Indarren izaera bektorialean sakontzeko problemen ebazpena.

### 4. Indarren izaera bektoriala.

#### 4.1. Magnitude eskalarrak eta bektorialak.

##### Jarduera:

1. Aukeratu esaldi okerra:

- a) 5 °C egiten ditu gaur arratsaldean.
- b) Grabitate indarraren ondorioz, bi gorputzetako bakoitzak beste gorputzaren norabide eta norantzan indar bat jasaten du.
- c) Horma batetik oso gertu dagoen kotxeak abiadura horretan jarraituz gero, hormaren kontra joko du. (esaldi okerra hau da, ez delako abiaduraren norabide eta noranzkoa aipatzen. Kotxea hormaren norabide paraleloan higi daiteke, adibidez).

2. Abiadura, azelerazioa, indarra... magnitude bektorialak dira eta horien arteko eragiketak... (bukatu esaldia)

a) ...egiteko modulua, norabidea eta noranzkoa kontuan hartu behar dira. (zuzena)

b) ...magnitude eskalarren artean egiten diren bezala egiten dira.

c) Aurreko bi esaldiak zuzenak dira.

3. Indar bat honelakoa da: X norabidean 3 N, Y norabidean 4 N. Zenbatekoa da indarraren modulua?

a) 1 N.

b) 5 N. (zuzena)

c) 7 N.

**Helburua:** Indarraren izaera bektoriala ulertzea eta barneratzea.

**Irakaskuntza teknika:** Ikasgela alderantzikatua. Etxeko ikasketaren ondoren erantzungo dituzte galderak, klasean eztabaidatuak izateko.

## 5. Problemen ebazpena.

**Irakaskuntza teknika:** Hiru problema planteatuko ditugu, puzzle bidez ebatziak izateko. Hau da, problema baten planteamendua eta analisi kualitatiboa egingo du ikasle batek, problemaren ebazpena beste batek eta emaitzaren analisisa hirugarrenak.

### 1 Planteamendua

- Datuak eta galdera identifikatu
- Indar diagrama egin eta erreferentzia sistema hautatu

### 2 Analisi kualitatiboa

- Emaitzaren hipotesia
- Ebazteko bideak pentsatu
- Ekuazioak idatzi

### 3 Ebatzi

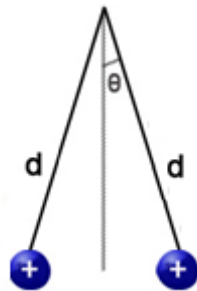
### 4 Emaitzaren analisisa

- Unitateak zuzenak dira?
- Hipotesiarekin bat dator?

### 5.1. Bi esfera kargatu soketatik zintzilik.

(Tentsio indarra, grabitatea, indar elektromagnetikoa)

**Jarduera:** Elektrikoki kargatuta dauden bi esfera pisutsu sabaitik lotuta daude, bakoitza soka batetik zintzilik. Zein indarrek eragiten dute esferen gainean? Esfera bakoitzaren pisua 50 N-ekoa bada eta aldarapen indar elektromagnetikoa 40 N-ekoa, nolakoa da tentsio indarra? Ebazpena C eranskinean, problemen ebazpen eredua ulertzeko.



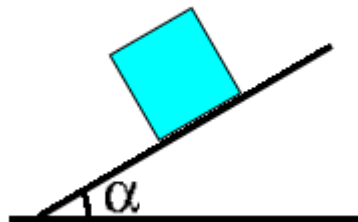
3. irudia: 5.1 jarduerako egoera.

**Helburua:** Kontzeptuak barneratzea eta problemen ebazpenean trebatzea.

### 5.2. Kutxa bat plano inklinatu batean.

(Grabitatea, indar normala, erresistentzia)

**Jarduera:** Kutxa bat plano inklinatu batean geldirik dago. Lurraren eta planoaren arteko angelua  $\alpha = 30^\circ$  da. Bestalde pisua 70 N da. Zenbatekoak dira indar normala eta marruskadura indarra?



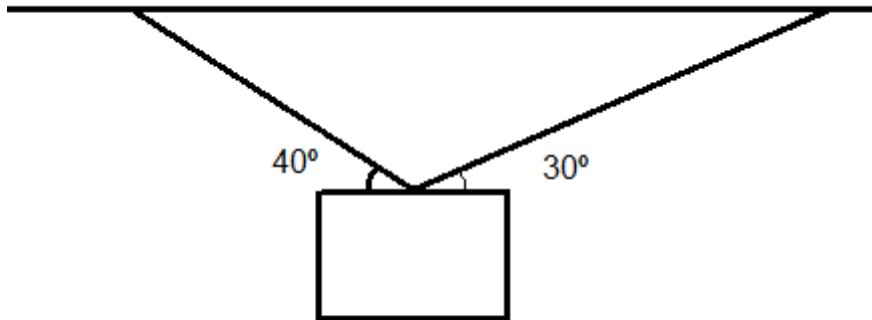
4. irudia: 5.2 jarduerako egoera.

**Helburua:** Kontzeptuak barneratzea eta problemen ebazpenean trebatzea.

### 5.3. Sabaitik eskegitako kutxa.

(Grabitatea, tentsio indarra)

**Jarduera:** Sabaitik bi soken bidez eskegita dago kutxa bat. Lehenengo sokak sabaiarekiko  $40^\circ$ ko angelua osatzen du eta bigarrenak  $30^\circ$ koa. Pisuaren indarra 500 N-ekoa bada, zenbatekoak dira gainontzeko indarrak?



5. irudia: 5.3 jarduerako egoera.

**Helburua:** Kontzeptuak barneratzea eta problemen ebazpenean trebatzea.

## Blokea: 2. Dinamika.

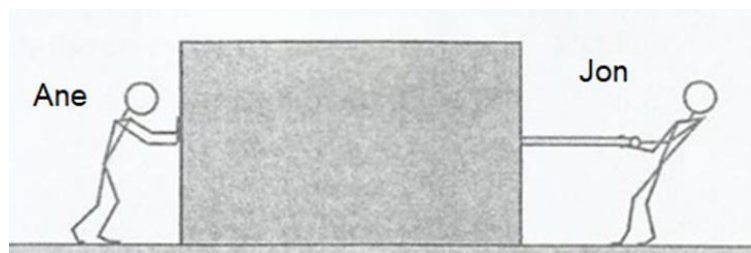
Atala: Dinamikaren oinarria.

### 6. Aurre ezagutzak azaleratzea eta dinamikara sarrera.

#### 6.1. Zer ikasiko dugu? Dinamikara sarrera.

**Jarduera:** Etxean aurkitutako informazioarekin galdera hauek erantzungo dituzte.

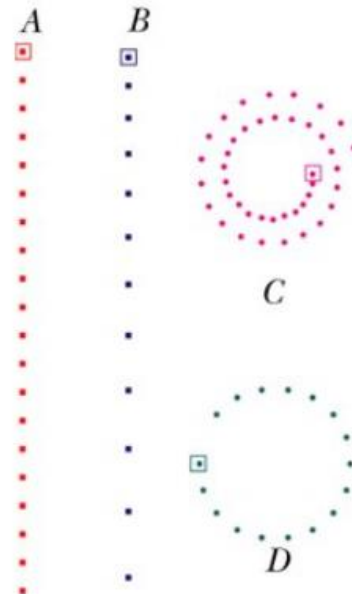
1. Anek bultza egiten du eta Jonek tira. Zein esaldi da okerra?



6. irudia: 6.1 jarduerako lehenengo egoera.

- a) Anek bultzatzen du eta Jonek tira, baina kutxa ez da zertan mugitu.
- b) Indar guztien batura ez nulua denean kutxa mugituko da.
- c) Anek eta Jonek egiten duten indarren batura marruskadura indarraren berdina denean, kutxa azeleratuko da. (esaldi okerra denez, erantzun zuzena)

2. Segunduro argazki bat atera zaio higitzen ari den pilota bati. Zein kasutan pilotak ez du indarririk jasaten?



7. irudia: 6.1 jarduerako bigarren egoera.

A kasua da zuzena, higidura zuzen uniformea eta beraz indarririk jasaten ez duena. B kasua zuzen azeleratua da, C kasua zirkular azeleratua eta D kasua zirkular uniformea.

3. Pilota bat gorantz eta pilota bat beherantz. Aukeratu esaldi zuzena:

- a) Pilotak azelerazio handiagoa du beherantz doanean.
- b) Pilotak azelerazio handiagoa du gorantz doanean.
- c) Pilotak azelerazio berdina du bi kasuetan. (zuzena)

**Helburua:** Ikasten ikastea eta dinamikako kontzeptuetara sarrera.

**Irakaskuntza teknika:** Ikasgela alderantzikatua.

**6.2. Ikasleek zailtasunak izan ohi dituzten kasuen inguruko eztabaida, indarrak abiaduraren aldaketa eragiten duela ikasteko.**

**Jarduera:** Ondorengo egoeren inguruan ariko dira ikasleak.

- a) Esfera bat biratzen.

Ikasleek mugimenduaren norabidean indarrak asmatzen dituzten ideiarri aurre egiteko egoera. Ikusiko dute ez dagoela indarririk aurrerantz. Izatekotan, atzerantz, airearen erresistentziak eragingo lukeen indarra.

- b) Esfera bat aldapa batean dagoen hiru kasu jarriko ditugu. Bat gorantz higitzen, bestea puntu gorenean geldirik eta azkena bueltan jaisten.

Mugimenduaren norabidean ez duela zertan indarrik egon berretsiko dugu jarduera honekin, zailtasuna pixka bat igoz. Gainera, geldirik dagoen momentuan abiadura nulua dela ikusiko dugu, ez indarra edo azelerazioa. Azelerazioa konstantea = abiadura aldaketa. Azpimarratu inpetuaren ideari kritika: esfera ez da moteltzen "bere energia" gastatzen doalako, baizik eta indarrek parte hartzen dutelako.

c) Esfera bat mahai baten gainean biratzen egon ondoren erortzen da.

Berrito soilik grabitate indarra dagoela eta X eta Y ardatzak era independentean aztertu daitezkeela ikusi. Esteka gomendagarriak:

<http://www.educaplus.org/game/principio-de-independencia>

[http://www.educaplus.org/game/graficas-de-la-caida-](http://www.educaplus.org/game/graficas-de-la-caida-libre)

[librehttp://www.educaplus.org/game/graficas-del-lanzamiento-horizontal](http://www.educaplus.org/game/graficas-del-lanzamiento-horizontal)

d) Abiadura konstantean higitzen den igogailu bat.

Abiadura konstantea = indar osoa nulua kontzeptua.

e) Kutxa bat 20 m/s-ko abiaduran higitzen zen gainazal horizontal baten gainean, bultzaka zegoen pertsona batengatik. Askatu eta gero kutxa pixkanaka motelduz joan da gelditu arte. Zer esan daiteke indarrei buruz?

Inpetuaren ideari kritika egiteko baliogarria

f) Mailu jaurtiketan esfera abiadura tangenzial konstantean biratzen.

Higiduraren norabidean indarrik ez. X eta Y ardatzak banatzen ditugun bezala, asko erraztuko digula egoera hauen azterketan banaketa tangenzial eta normalak. Azelerazio normalaren sarrera, garrantzitsua.

g) Mailu jaurtiketan, zein indarrek hartzen dute parte eta norantz irtengo da esfera soka bat-batean askatuz gero?

Inpetu zirkularra ezeztatu. Esteka erabilgarria:

<http://www.educaplus.org/game/lanzamiento-de-martillo>

**Helburua:** Aurre ezagutzak dinamikako legeekin ordezkatzeari.

**Irakaskuntza teknika:** 1-2-4 teknika.



## 7. Dinamikaren legeak.

### 7.1. Newtonen 2. legea.

**Jarduera:**

[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html)

**Helburua:** Newtonen 2. legea ulertzea.

**Irakaskuntza teknika:** ILD

### 7.2. Aurretik landutako jarduerak ebatzi Newtonen 2. legea aplikatuz.

**Jarduera:** 6.2 jarduera berriz ebatzi Newtonen legean sakontzeko.

**Helburua:** kontzeptuak barneratzea.

**Irakaskuntza teknika:** 1-2-4 teknika.

### 7.3. Dinamika.

**Jarduera:** Aurreko blokean bezala, errepasso eta ebaluazioa egingo dugu.

1. Polea simple bat, bi kutxekin alde banatan, bata bestea baino bi aldiz pisutsuagoa. Poleak marruskadura indarra eragiten badu, zer esan dezakezu indarrei eta higidura posibleei buruz?

Erantzuna: kutxa arinenaren pisua eta marruskadura indarra kutxa astunenaren pisua baino txikiagoak direnean, azelerazio konstante batekin higituko da sistema, kutxa arinena igoz eta astunena jaitsiz. Indarrak berdinak badira, sistema geldirik mantenduko da.

2. Elektroia bat zuzen higitzen ari da abiadura bizian, bere ibilbidearen higiduraren paraleloa den xafla positiboki kargatu baten parera iristen den arte (ikus ondorengo irudia) eta bi gorputzen arteko elkarrekintza nabarmentzen den arte. Nolako izango da elektroia higidura, elektroia xafla dagoen eremura sartzean?



8. irudia: 7.3 jarduerako bigarren egoera.

Erantzuna: indar elektrikoaren ondorioz, erakarpen indar batek parte hartuko du egoeran. Elektroia higitzen ari den bitartean, indar totala xaflarantzko indar elektrikoaren ondorioz, indar horrek azelerazio konstante bat eragingo diolarik. Hortaz, higidura parabolikoa izango da xafla jotzen duen arte edo xafla dagoen eremua pasa eta zuzen jarraituko duen arte, norabidea aldatuta.

**Helburua:** Orain arte landutako kontzeptuak egoera irekiagoetan aplikatzea. Zehatz azaltzearen beharraz eta akats ezberdinez (edo ebazpen egokiez) jabetzea.

**Irakaskuntza teknika:** Banaka egingo dituzte ariketak eta ondoren ikaskideen artean trukatu dituzte orriak. Beste kolore batez, bigarren ikasleak iruditzen zaiona zuzenduko du. Ondoren, launaka jarriko dira eta egoerak eztabaidatu ondoren erantzun adostu bat emango dute. Irakasleari bi aldiz idatzia izan den ariketa orria eta erantzun adostua entregatuko dizkiote.

## Blokea: 2. Dinamika.

Atala: indar mota berezienak ezagutu eta problemak ebatzi.

### 8. Pisua eta marruskadura indarra.

#### 8.1. Kontzeptuen lanketa.

##### Jarduera:

1. Aukeratu erantzun zuzena:

- a) Amaiak 70 kg pisatzen ditu.
- b) Amaiaren masa 70 kg-takoa da. (zuzena)
- c) Amaiaren masa Lur planetan 70 kg-takoa da, baina Ilargian askoz ere txikiagoa.

2. Kutxa bat lurrean dagoenean:

- a) Indar handiagoa egin behar zaio kutxari geldirik dagoenean, mugitzen jartzeko, mugitzen mantentzeko baino. (zuzena)
- b) Indar handiagoa egin behar zaio kutxari mugimenduan dagoenean, abiadura mantentzeko, geldirik dagoenean mugiarazteko baino.
- c) Bi kasuetan indar berdina egin behar da.

3. Gurrpil bat errepide batean biratzen ari denean:

- a) Lurzoruak eragiten dion marruskaduraren ondorioz pixkanaka motelago biratzen joango da, geratzen den arte.
- b) Lurzoruak eragiten dion marruskaduraren ondorioz biratzen da. (zuzena)
- c) Aurreko biak gezurra dira.

**Helburua:** Pisua eta marruskadura indar kontzeptuetara sarrera.

**Irakaskuntza teknika:** Ikasgela alderantzikatua.

## 8.2. Marruskadura estatikoa eta dinamikoa.

**Jarduera:**

[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html)

<http://www.educaplan.org/game/rozamiento>

**Helburua:** marruskadura kontzeptua ulertzea.

**Irakaskuntza teknika:** ILD

## 9. Problemen ebazpena.

### 9.1. Marruskadura estatikoa eta dinamikoa.

**Jarduera:** Garbigailu berri bat (50 kg) erosi dugu eta bere tokian jarri nahi dugu. Horretarako, arrastan eraman beharko dugu sukaldean zehar. Zenbateko indarra egin beharko dugu? Marruskadura koefiziente estatikoa 0,5 da eta dinamikoa 0,3.

**Helburua:** Marruskadura kontzeptua ulertzea eta zenbakitzen jakitea.

### 9.2. Higidura zirkularraren dinamika.

**Jarduera:** 1 kg-ko baloi bat plano bertikal batean biratzen dabil, 1 m-ko soka batetik lotuta. Kalkulatu baloiak puntu gorenean izan behar duen abiadura tentsio indarra nulua izan dadin. Sokak jasan dezakeen tentsio maximoa 20 N bada, aurkitu baloiak hartu dezakeen abiadura maximoa.

**Helburua:** Higidura zirkularraren dinamika menperatzea.

### 9.3. Kutxa aldapan gora.

**Jarduera:** Kutxa bat lur horizontalarekin angelu bat osatzen duen aldapa batean gorantz doa 10 m/s abiaduran. Aldapak marruskadura indar estatikoa 0.5ekoa du eta dinamikoa 0.2koa. Zer gertatuko zaio 50 kg-ko masa duen kutxari?

**Helburua:** problema irekiagoen ebazpenean trebatzea.

## 4.4 Ebaluaziorako irizpideak, estrategiak eta prozedurak

Oinarri teorikoan esan dugu ebaluazioa irakaskuntza prozesuko aspektu garrantzitsua dela. Nahiz eta lan honetan ez dugun horretan gehiegi sakondu, implementazioa helburuetatik at zegoelako, oinarrizko ideia batzuk aipatuko ditugu.

Irakaskuntzaren oinarrietako bat aldaketa kontzeptuala eragitea dela uste badugu, ebaluazioa aldaketa horren emaitza neurtzera bideratuta egin beharko da (Hierrezuelo, 1991). Beraz, ebaluazioak gainditu beharreko hesi bat izateari utzi eta hobetu duena neurtzeko tresna izatera igaro behar du. Oztopo izatetik, ahulguneak eta indarguneak azaleratuko dituen tresna baliagarria izatera. Bi hitzetan, ebaluazioa hezigarria izan behar du.

Ondorioz, ebaluazioa ikaskuntza esanguratsua erdiesteko erreminta dugu, ikasleak epaitzekoa beharrean, eta ikasleek egiten duten lana eta esfortzuari balioa ematea inportantea izango da.

Dena dela, ikasketa prozesuaren bukaeran ikasleak bakarka minimo batzuk lortu dituela ziurtatu beharko du, besteak beste, aurrera begirako ikasketetan arrakasta izateko aukera ziurtatu behar baitzaio. Logika honi jarraiki, ikasleek ebatzitako kuestio edo problemak ebaluatzeko 4. eranskinean atxikita dauden errubrikak erabiltzea egokia da, ikasleak ere ohar daitezen ebaluazioa zeinen aspektu zabala den eta jakin dezaten beraiengandik zer eskatzen den.

## 5 Ondorioak eta gogoeta

Lanean zehar aipatu dugun bezala, diseinua DBRaren sortze fasera arte garatu dugu. Hurrengo faseak diren *eraiki* eta *analisisa* burutzea da ondorengo urteetako asmoa, bertan diseinuaren egokitasuna neurtuko delarik.

Hertsiki egindako lanarekin loturako ondorioei dagokionez, DBR metodologiaren pausoak banan bana jarraitu direnez IIS koherenteak lortu direla esan daiteke. Diseinua perspektiba orokor batetik begiratuta, gainera, ikus dezakegu nola egindako azterketa bakoitza baliagarria eta beharrezkoa den hurrengo zatia egoki egin ahal izateko.

Diseinua inplementatzerako garaian, irakaslearen interesaz gain haren formakuntzak ere inportantzia handia izango du, edozein egoera bideratzeko edo orientatzeko ahalmena izan behar baitu. Hala, inplementazio bitartean irakasleen eta ikerlarion arteko harremana beharrezkoa izango da.

Gaur egun ohikoena da ikasleak Batxilergora soilik irakaskuntza tradizionala jasota iristea. Beraz, ikasgela bakoitzaren bereizgarri diren antzeko zenbait faktore kontuan hartu beharko dira diseinua inplementatzeko garaian. Horrela, ikasleak aurretik aktiboki ezagutza eraikitzen aritu izanak edo ez izanak aparteko jarduera batzuk eska ditzake, esaterako, bakarka informazioa bilatzen eta inportanteena sailkatzen trebatzeko saioak.

Hala, bizitza osoan zehar ikaskuntza aktiboa aplikatuko balitz, ikasleen autonomia garatu ahala hainbat teknika modu esanguratsuan aplikatu ahal izateko egoeran aurkituko ginateke. Adibidez, ikasleek erabakitzea zer ikasi nahi duten.

Esan bezala, proposamen hau inplementatu ez den arren, eraikitzeko erabili den metodologia kontuan hartuz eta metodologia hau erabiliz eraikitako beste IISeK izan duten arrakasta kontuan izanik, espero da, inplementatu eta beharrezko aldaketa edo doiketak egin ostean, ikasleei ikasketa esanguratsuago bat lortzen lagunduko diela.

Egilearen asmoa da datorren ikasturtean Bigarren Hezkuntzako irakasle izateko masterra egitea. Espero da proposamena inplementatu, inplementazioa ebaluatu eta hobekuntza ziklo bat gutxienez osatzea 2018-2019 ikasturtean.

## 6 Bibliografía

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view.
- Clement, J. (1983). Students' alternative conceptions in mechanics: A coherent system of preconceptions. In *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics* (pp. 310-315). Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), 970-977.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 3-15.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 109-120.
- Easterday, M. W., Lewis, D. R., & Gerber, E. M. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.
- Barreiro, M. S. F., Prieto, M. M. M., & Fernández, J. R. S. (2012). «1-2-4». Una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla aplicada al área de Conocimiento del medio natural, social y cultural. *Innovación educativa*, (22).
- Gavrin, A. (2006). Just-in-Time teaching. *Metropolitan Universities*, 17(4), 9-18.
- Pérez, D. G. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(2), 111-121.
- Gil Pérez, D., Carrascosa Alís, J., Dumas-Carré, A., Furió Mas, C., Gallego, R., Duch, A. G., ... & Salinas, J. (1999). ¿ Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?.
- Guisasola, J., Zusa, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020139.
- Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European journal of science education*, 8(3), 229-249.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.

- Hierrezuelo, J., & Montero, A. (1991). La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química. *Málaga: Elzevir*.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Piaget, J. (1979). *La construcción de lo real en el niño* (No. 155.4 P53).
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Ørngreen, R. (2015). Reflections on Design-Based Research. In *Human Work Interaction Design. Work Analysis and Interaction Design Methods for Pervasive and Smart Workplaces* (pp. 20-38). Springer, Cham.
- Saltiel, E., & Viennot, L. (1985). ¿ Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 3(2), 137-144.
- SOKOLOFF, D. R. Enhancing Learning in Lab and Lecture with RealTime Physics Labs (RTP) and Interactive Lecture Demonstrations (ILDs) Using Computer-Based Data Acquisition Tools, Personal Response Systems (Clickers) and Interactive Video Analysis.
- Torre, N. O., & Vidal, O. F. (2017). *Modelos constructivistas de aprendizaje en programas de formación*. OmniaScience.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International journal of science education*, 20(10), 1213-1230.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Zuza, K., Almudí, J. M., Leniz, A., & Guisasola, J. (2014). Addressing students' difficulties with Faraday's law: A guided problem solving approach. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(1), 010122.
- Zuza, K., Garmendia, M., Barragués, J. I., & Guisasola, J. (2016). Exercises are problems too: implications for teaching problem-solving in introductory physics courses. *European Journal of Physics*, 37(5), 055703.

# 7 Eranskinak

## A Eranskina

### 4. DBH eta Lehenengo Batxilergoko Curriculumak

7. taula: 4. DBHko curriculumeko eduki eta ebaluazio-irizpideak.

4. MULTZOA.–HIGIDURA ETA INDARRAK	
<p>Higidura. Higidura zuzen uniforme, higidura zuzen uniformeki azeleratua eta higidura zirkular uniforme.</p> <p>Indarren izaera bektoriala.</p> <p>Newtonen legeak.</p> <p>Interes bereziko indarrak: pisua, arrunta, marruskadura, zentripetua.</p> <p>Grabitazio unibertsalaren legea.</p> <p>Presioa.</p> <p>Hidrostatikaren printzipioak.</p> <p>Atmosferaren fisika.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Higiduraren izaera erlatiboa justifikatzea, baita zergatik den beharrezkoa erreferentziaren eta bektoreen sistema bat ere hura behar bezala deskribatzeko, eta aurrekoa aplikatzea desplazamendu mota desberdinak irudikatze.</li><li>2. Batez besteko abiadura eta aldiuneko abiadura bereiztea, eta bakoitzaren beharra justifikatzea higidura motaren arabera.</li><li>3. Behar bezala adieraztea zer lotura matematiko dagoen higidura zuzenak eta zirkularrak zehazten dituzten magnitudeen artean.</li><li>4. Higidura zuzen eta zirkularren problemak ebaztea, irudikatze eskematiko bat erabiliz parte hartzen duten magnitude bektorialekin eta emaitza Nazioarteko Sistemako unitateetan adieraziz.</li><li>5. Grafikoak prestatu eta interpretatzea higiduraren aldagaiak lotzeko, laborategiko esperientzietatik edo aplikazio birtual interaktiboetatik abiatuta eta lortutako emaitzak lotzea aldagai horiek atxikita dituzten ekuazio matematikoekin.</li><li>6. Jakitea indarrak sortzen duela gorputzen higidurako aldaketa eta bektoreen bidez irudikatzea.</li><li>7. Dinamikaren funtsezko printzipioa erabiltzea zenbait indarren partaidetza duten problemak ebazteko.</li><li>8. Newton-en legeak aplikatzea ohiko fenomenoak interpretatzeko.</li><li>9. Baloratzea nolako garrantzia izan zuen grabitazio unibertsalaren legeak Lurreko eta zeruko mekanikak batzeko, eta haren adierazpen matematikoa interpretatzea.</li><li>10. Ulertzea gorputzen erorketa askea eta higidura orbitala grabitazio unibertsalaren legearen bi ondorio direla.</li><li>11. Satellite artifizialen aplikazio praktikoak identifikatzea baita haiek sortzen dituzten hondakin espazialen problema ere.</li><li>12. Jakitea indar baten eragina haren intentsitatearen arabera ez ezik, hura jasoko duen gainazalaren arabera ere badela.</li><li>13. Ohiko egoeretako fenomeno naturalak eta aplikazio teknologikoak interpretatzea hidrostatikaren printzipioei jarraituz eta problemak ebaztea haien adierazpen matematikoei aplikatuz.</li><li>14. Esperientziak eta gailuak diseinatu eta aurkeztea fluidoaren jokabidea agertzeko eta eskuratutako ezagutzak, ekimena eta irudimena frogatzeko.</li><li>15. Atmosferako presioari buruzko ezagutzak aplikatzea eguraldiaren fenomenoaren deskripzioari eta eguraldiaren mapen interpretazioari, meteorologiaren berriazko termino eta sinboloak ezagututa.</li></ol>



8. taula: Lehenengo Batxilergoko curriculumeko eduki eta ebaluazio-irizpideak

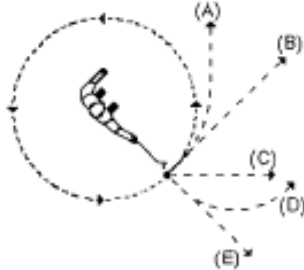
7. MULTZOA.–DINAMIKA	
<p>Indarra, elkarreragina den aldetik. Ukipeneko indarrak. Elkar loturiko gorputzen dinamika. Indar elastikoak. H.H.S.aren dinamika. Bi partikularen sistema. Momentu linealaren eta bulkada mekanikoaren kontserbazioa. Mugimendu zirkular uniformearen dinamika. Kepler-en legeak. Indar zentralak. Indar baten momentua eta momentu angeluarra. Momentu angeluarraren kontserbazioa. Grabitazio unibertsalaren legea. Elkarreragin elektrostatikoa: Coulomb-en legea.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gorputz baten ganean eragiten duten indarrak identifikatzea.</li> <li>2. Plano makurtuak eta /edo txirrika idealak nahasten dituzten egoerak konpontzea, ikuspegi dinamiko batetik.</li> <li>3. Indar elastikoei antzematea ohiko egoeretan eta haren ondorioak deskribatzea.</li> <li>4. Momentu linealaren kontserbazioaren printzipioa aplikatzea bi gorputzeko sistemei, eta haien higidura aurreikustea hasierako baldintzetatik abiatuta.</li> <li>5. Higidura zirkular bat gertatzeko, indarrak izan beharra justifikatzea.</li> <li>6. Kepler-en legeen testuingurua kokatzea higidura planetarioaren azterketan.</li> <li>7. Higidura orbitala indar zentralen jarduketarekin lotzea.</li> <li>8. Grabitazio Unibertsalaren legea zehaztea eta hura aplikatzea gorputzen pisuaren zenbatespenari eta zeruko gorputzen arteko elkarreraginaren indarrari, kontuan harturik haren izaera bektoriala.</li> <li>9. Coulomb-en legea ezagutzea eta bi karga elektriko puntualen arteko elkarreragina ezaugarritzea.</li> <li>10. Elkarreragin elektrikoaren eta elkarreragin grabitatorioaren arteko aldeak eta antzekotasunak baloratzea.</li> </ol>

## B Eranskina

### FCIko galdetegia

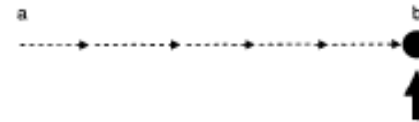
Ondorengo orrialdeetan.

## Force Concept Inventory

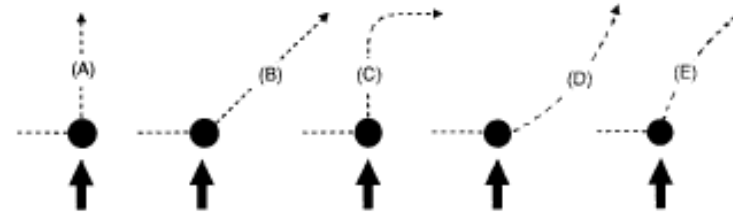
- Two metal balls are the same size, but one weighs twice as much as the other. The balls are dropped from the top of a two story building at the same instant of time. The time it takes the balls to reach the ground below will be:
  - about half as long for the heavier ball.
  - about half as long for the lighter ball.
  - about the same time for both balls.
  - considerably less for the heavier ball, but not necessarily half as long.
  - considerably less for the lighter ball, but not necessarily half as long.
- Imagine a head-on collision between a large truck and a small compact car. During the collision,
  - the truck exerts a greater amount of force on the car than the car exerts on the truck.
  - the car exerts a greater amount of force on the truck than the truck exerts on the car.
  - neither exerts a force on the other, the car gets smashed simply because it gets in the way of the truck.
  - the truck exerts a force on the car but the car doesn't exert a force on the truck.
  - the truck exerts the same amount of force on the car as the car exerts on the truck.
- Two steel balls, one of which weighs twice as much as the other, roll off of a horizontal table with the same speeds. In this situation:
  - both balls impact the floor at approximately the same horizontal distance from the base of the table.
  - the heavier ball impacts the floor at about half the horizontal distance from the base of the table than does the lighter.
  - the lighter ball impacts the floor at about half the horizontal distance from the base of the table than does the heavier.
  - the heavier ball hits considerably closer to the base of the table than the lighter, but not necessarily half the horizontal distance.
  - the lighter ball hits considerably closer to the base of the table than the heavier, but not necessarily half the horizontal distance.
- A heavy ball is attached to a string and swung in a circular path in a horizontal plane as illustrated in the diagram to the right. At the point indicated in the diagram, the string suddenly breaks at the ball. If these events were observed from directly above, indicate the path of the ball after the string breaks.
 

- A boy throws a steel ball straight up. Disregarding any effects of air resistance, the force(s) acting on the ball until it returns to the ground is (are):
  - its weight vertically downward along with a steadily decreasing upward force.
  - a steadily decreasing upward force from the moment it leaves the hand until it reaches its highest point beyond which there is a steadily increasing downward force of gravity as the object gets closer to the earth.
  - a constant downward force of gravity along with an upward force that steadily decreases until the ball reaches its highest point, after which there is only the constant downward force of gravity.
  - a constant downward force of gravity only.
  - none of the above, the ball falls back down to the earth simply because that is its natural action.

- Use the statement and diagram below to answer the next four questions:
- The diagram depicts a hockey puck sliding, with a constant velocity, from point "a" to point "b" along a frictionless horizontal surface. When the puck reaches point "b", it receives an instantaneous horizontal "kick" in the direction of the heavy print arrow.



- Along which of the paths below will the hockey puck move after receiving the "kick" ?



- The speed of the puck just after it receives the "kick"?

- Equal to the speed " $v_0$ " it had before it received the "kick".
- Equal to the speed " $v$ " it acquires from the "kick", and independent of the speed " $v_0$ ".
- Equal to the arithmetic sum of speeds " $v_0$ " and " $v$ ".
- Smaller than either of speeds " $v_0$ " or " $v$ ".
- Greater than either of speeds " $v_0$ " or " $v$ ", but smaller than the arithmetic sum of these two speeds.

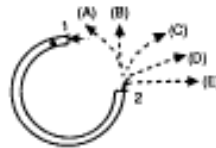
9. irudia: FCI galdetegia, 1. orrialdea.

8. Along the **frictionless** path you have chosen, how does the speed of the puck vary **after** receiving the "kick"?
- No change.
  - Continuously increasing.
  - Continuously decreasing.
  - Increasing for a while, and decreasing thereafter.
  - Constant for a while, and decreasing thereafter.

9. The main forces acting, **after** the "kick", on the puck along the path you have chosen are:

- the downward force due to gravity and the effect of air pressure.
- the downward force of gravity and the horizontal force of momentum **in the direction of motion**.
- the downward force of gravity, the upward force exerted by the table, and a horizontal force acting on the puck **in the direction of motion**.
- the downward force of gravity and an upward force exerted on the puck by the table.
- gravity does not exert a force on the puck, it falls because of the intrinsic tendency of the object to fall to its natural place.

10. The accompanying diagram depicts a semicircular channel that has been securely attached, in a **horizontal plane**, to a table top. A ball enters the channel at "1" and exits at "2". Which of the path representations would most nearly correspond to the path of the ball as it exits the channel at "2" and rolls across the table top.



- \* Two students, student "a" who has a mass of 95 kg and student "b" who has a mass of 77 kg sit in identical office chairs facing each other. Student "a" places his bare feet on student "b's" knees, as shown below. Student "a" then suddenly pushes outward with his feet, causing both chairs to move.

11. In this situation,

- neither student exerts a force on the other.
- student "a" exerts a force on "b", but "b" doesn't exert any force on "a".
- each student exerts a force on the other but "b" exerts the larger force.
- each student exerts a force on the other but "a" exerts the larger force.
- each student exerts the same amount of force on the other.



12. A book is at rest on a table top. Which of the following force(s) is(are) acting on the book?

- A downward force due to gravity.
- The upward force by the table.
- A net downward force due to air pressure.
- A net upward force due to air pressure.

- 1 only
- 1 and 2
- 1, 2, and 3
- 1, 2, and 4
- none of these, since the book is at rest there are no forces acting on it.

- \* Refer to the following statement and diagram while answering the next two questions.

A large truck breaks down out on the road and receives a push back into town by a small compact car.



13. While the car, still pushing the truck, is **speeding up** to get up to cruising speed;

- the amount of force of the car pushing against the truck is equal to that of the truck pushing back against the car.
- the amount of force of the car pushing against the truck is less than that of the truck pushing back against the car.
- the amount of force of the car pushing against the truck is greater than that of the truck pushing against the car.
- the car's engine is running so it applies a force as it pushes against the truck but the truck's engine is not running so it can't push back against the car, the truck is pushed forward simply because it is in the way of the car.
- neither the car nor the truck exert any force on the other, the truck is pushed forward simply because it is in the way of the car.

14. After the person in the car, while pushing the truck, reaches the cruising speed at which he/she wishes to continue to travel at a constant speed;

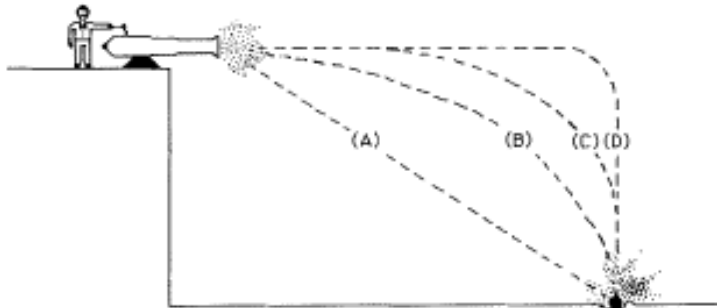
- the amount of force of the car pushing against the truck is equal to that of the truck pushing back against the car.
- the amount of force of the car pushing against the truck is less than that of the truck pushing back against the car.
- the amount of force of the car pushing against the truck is greater than that of the truck pushing against the car.
- the car's engine is running so it applies a force as it pushes against the truck but the truck's engine is not running so it can't push back against the car, the truck is pushed forward simply because it is in the way of the car.
- neither the car nor the truck exert any force on the other, the truck is pushed forward simply because it is in the way of the car.

10. irudia: FCI galdetegia, 2. orrialdea.

15. When a rubber ball dropped from rest bounces off the floor, its direction of motion is reversed because;

- (A) energy of the ball is conserved.
- (B) momentum of the ball is conserved.
- (C) the floor exerts a force on the ball that stops its fall and then drives it upward.
- (D) the floor is in the way and the ball has to keep moving.
- (E) none of the above.

16. Which of the paths in the diagram to the right best represents the path of the cannon ball?



17. A stone falling from the roof of a single story building to the surface of the earth;

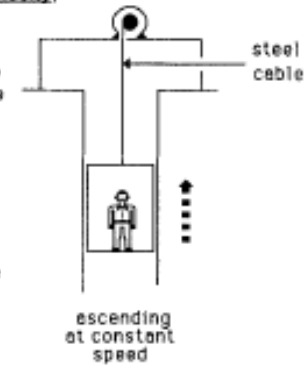
- (A) reaches its maximum speed quite soon after release and then falls at a constant speed thereafter.
- (B) speeds up as it falls, primarily because the closer the stone gets to the earth, the stronger the gravitational attraction.
- (C) speeds up because of the constant gravitational force acting on it.
- (D) falls because of the intrinsic tendency of all objects to fall toward the earth.
- (E) falls because of a combination of the force of gravity and the air pressure pushing it downward.

5

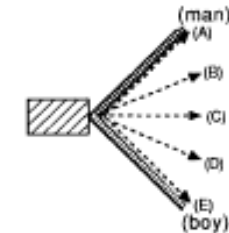
- \* When responding to the following question, assume that any frictional forces due to air resistance are so small that they can be ignored.

18. An elevator, as illustrated, is being lifted up an elevator shaft by a steel cable. When the elevator is moving up the shaft at a constant velocity;

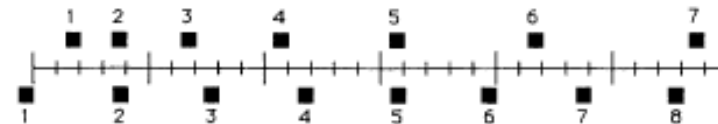
- (A) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force of gravity.
- (B) the amount of upward force on the elevator by the cables equal to that of the downward force of gravity
- (C) the upward force on the elevator by the cable is less than the downward force of gravity.
- (D) it goes up because the cable is being shortened, not because of the force being exerted on the elevator by the cable.
- (E) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force due to the combined effects of air pressure and the force of gravity.



19. Two people, a large man and a boy, are pulling as hard as they can on two ropes attached to a crate as illustrated in the diagram to the right. Which of the indicated paths (A-E) would most likely correspond to the path of the crate as they pull it along?



- \* The positions of two blocks at successive 0.20 second time intervals are represented by the numbered squares in the diagram below. The blocks are moving toward the right.



(continued on the next page)

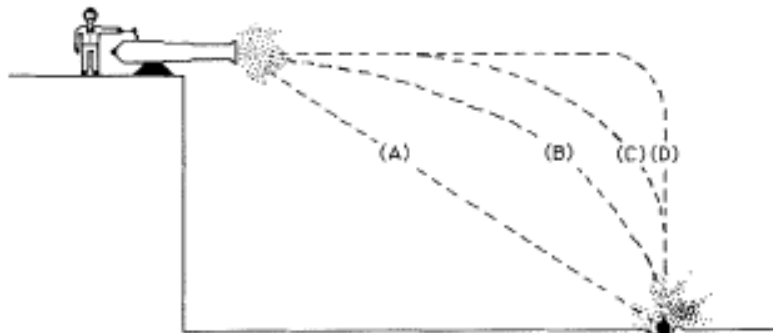
6

11. irudia: FCI galdetegia, 3. orrialdea.

15. When a rubber ball dropped from rest bounces off the floor, its direction of motion is reversed because:

- (A) energy of the ball is conserved.
- (B) momentum of the ball is conserved.
- (C) the floor exerts a force on the ball that stops its fall and then drives it upward.
- (D) the floor is in the way and the ball has to keep moving.
- (E) none of the above.

16. Which of the paths in the diagram to the right best represents the path of the cannon ball?



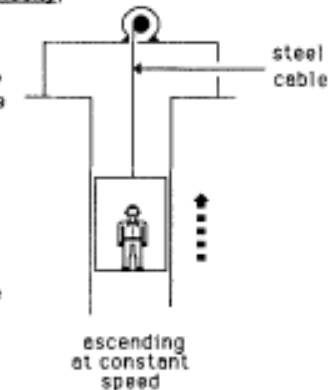
17. A stone falling from the roof of a single story building to the surface of the earth:

- (A) reaches its maximum speed quite soon after release and then falls at a constant speed thereafter.
- (B) speeds up as it falls, primarily because the closer the stone gets to the earth, the stronger the gravitational attraction.
- (C) speeds up because of the constant gravitational force acting on it.
- (D) falls because of the intrinsic tendency of all objects to fall toward the earth.
- (E) falls because of a combination of the force of gravity and the air pressure pushing it downward.

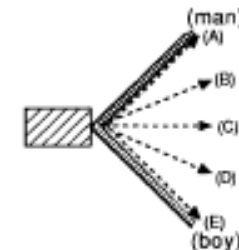
\* When responding to the following question, assume that any **frictional forces** due to air resistance are so small that they can be ignored.

18. An elevator, as illustrated, is being lifted up an elevator shaft by a steel cable. When the elevator is moving up the shaft at a **constant velocity**:

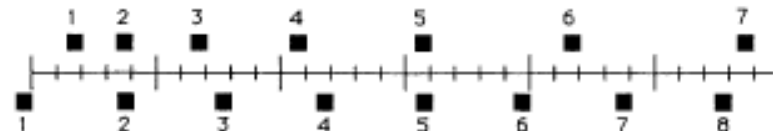
- (A) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force of gravity.
- (B) the amount of upward force on the elevator by the cables equal to that of the downward force of gravity.
- (C) the upward force on the elevator by the cable is less than the downward force of gravity.
- (D) it goes up because the cable is being shortened, not because of the force being exerted on the elevator by the cable.
- (E) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force due to the combined effects of air pressure and the force of gravity.



19. Two people, a large man and a boy, are pulling as hard as they can on two ropes attached to a crate as illustrated in the diagram to the right. Which of the indicated paths (A-E) would most likely correspond to the path of the crate as they pull it along?



\* The positions of two blocks at successive 0.20 second time intervals are represented by the numbered squares in the diagram below. The blocks are moving toward the right.



12. irudia: FCI galdetegia, 4. orrialdea.

20. Do the blocks ever have the same speed?

- (A) No.
- (B) Yes, at instant 2.
- (C) Yes, at instant 5.
- (D) Yes, at instant 2 and 5.
- (E) Yes, at some time during interval 3 to 4.

\* The positions of two blocks at successive equal time intervals are represented by numbered squares in the diagram below. The blocks are moving toward the right.



21. The acceleration of the blocks are related as follows:

- (A) acceleration of "a" > acceleration of "b"
- (B) acceleration of "a" = acceleration "b" > 0
- (C) acceleration of "b" > acceleration "a"
- (D) acceleration of "a" = acceleration of "b" = 0
- (E) not enough information to answer.

22. A golf ball driven down a fairway is observed to travel through the air with a trajectory (flight path) similar to that in the depiction below.



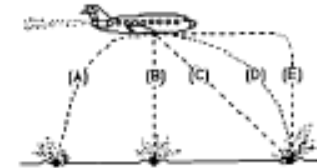
Which following force(s) is(are) acting on the golf ball during its entire flight?

1. the force of gravity
2. the force of the "hit"
3. the force of air resistance

- (A) 1 only
- (B) 1 and 2
- (C) 1, 2, and 3

- (D) 1 and 3
- (E) 2 and 3

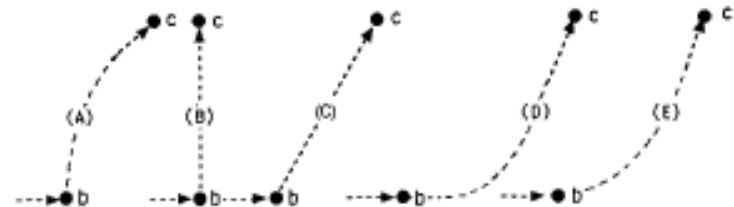
23. A bowling ball accidentally falls out of the cargo bay of an airliner as it flies along in a horizontal direction. As seen from the ground, which path would the bowling ball most closely follow after leaving the airplane?



- \* When answering the next four questions, refer to the following statement and diagram.
- \* A rocket, drifting sideways in outer space from position "a" to position "b", is subject to no outside forces. At "b", the rocket's engine starts to produce a constant thrust at right angles to line "ab". The engine turns off again as the rocket reaches some point "c".



24. Which path below best represents the path of the rocket between "b" and "c"?



25. As the rocket moves from "b" to "c", its speed is

- (A) constant.
- (B) continuously increasing.
- (C) continuously decreasing.
- (D) increasing for a while and constant thereafter.
- (E) constant for a while and decreasing thereafter.

26. At "c" the rocket's engine is turned off. Which of the paths below will the rocket follow beyond "c"?



27. Beyond "c", the speed of the rocket is;

- (A) constant.
- (B) continuously increasing.
- (C) continuously decreasing.
- (D) increasing for a while and constant thereafter.
- (E) constant for a while and decreasing thereafter.

28. A large box is being pushed across the floor at a **constant speed** of 4.0 m/s. What can you conclude about the forces acting on the box

- (A) If the force applied to the box is doubled, the constant speed of the box will increase to 8.0 m/s.
- (B) The amount of force applied to move the box at a constant speed must be more than its weight.
- (C) The amount of force applied to move the box at a constant speed must be equal to the amount of the frictional forces that resist its motion.
- (D) The amount of force applied to move the box at a constant speed must be more than the amount of the frictional forces that resist its motion.
- (E) There is a force being applied to the box to make it move but the external forces such as friction are not "real" forces they just resist motion.

29. If the force being applied to the box in the preceding problem is suddenly discontinued, the box will;

- (A) stop immediately.
- (B) continue at a constant speed for a very short period of time and then slow to a stop.
- (C) immediately start slowing to a stop.
- (D) continue at a constant velocity.
- (E) increase its speed for a very short period of time, then start slowing to a stop.

14. irudia: FCI galdetegia, 6. orridaldea.

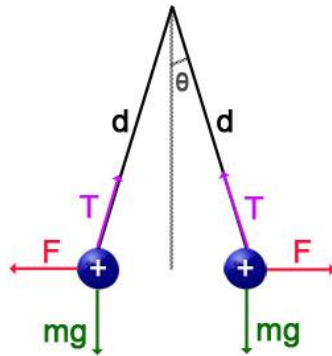
## C Eranskina

### Jardueren ebazpenaren eredia

**5.1 Jarduera.** Elektrikoki kargatuta dauden bi esfera pisutsu sabaitik lotuta daude, bakoitza soka batetik zintzilik. Zein indarrek eragiten dute esferen gainean? Esfera bakoitzaren pisua 50 N-ekoa bada eta aldarapen indar elektromagnetikoa 40 N-ekoa, nolakoa da tentsio indarra?

#### 1 Planteamendua

Parte hartzen duten indarrak indar elektrikoa, elkarrekintza grabitatorioa eta tentsio indarra dira.  $\mathbf{P} = -50 \mathbf{j}$  N,  $\mathbf{E} = \pm 40 \mathbf{i}$  N. Zenbatekoa da  $\mathbf{T}$ ?



15. irudia: 5.1 jarduerako indar-diagrama.

#### 2 Analisi kualitatiboa

Indar guztien batura nulua izango da, esferak geldirik baitaude.  $\sum \mathbf{F} = 0$ .

#### 3 Ebatzi

X ardatzean tentsio indarra eta indar elektromagnetikoa kontrakoak direnez eta Y ardatzean berdina gertatzen denez pisuarekin:

$$\mathbf{T}_{ezk} = (40 \mathbf{i} + 50 \mathbf{j}) \text{ N}$$

$$\mathbf{T}_{esk} = (-40 \mathbf{i} + 50 \mathbf{j}) \text{ N}$$



## D Eranskina

### Ebaluaziorako errubrika ereduak

9. taula: galdera kontzeptualak baloratzeko matrizea.

	Bikain	Egoki	Gutxi	Oso gutxi	Irizpidearen pisua
<b>Kontextualizazioa</b>	Erabili behar dituen lege edo printzipio fisikoak, sistema-mota edo adierazi behar dituen egoerak argi zehazten ditu.	Zerbait esaten du, nahiz eta ariketan dugun kontextua gutxi ez duen zehazten.	Kontextualizazioan erroreak daude	No sitúa los argumentos en ningún contexto o lo hace en un contexto erróneo.	25%
<b>Arrazonomenduan erabiltzen den zehaztasun eta argitasuna</b>	Argudio egokiak eta zehatzak ematen ditu, era ordenatuan eta hasierako hipotesiak eta bere ondorioak era egokian erlazionatzen ditu.	Arrazonomendu egokia egiten du baina ez da oso zehatza ematen dituen premisa eta bere ondorioetan.	Argudio batzuk ematen ditu, baina arrazonomenduan 'saltoak' ematen ditu. Ez ditu argudioak ondo aukeratzen edo behar baino gehiago ematen ditua eta ezin dira egoera honetara aplikatu.	Prozedura errore larriak edo arrazonomendu kontraesankorrak.	45%
<b>Hizkuntza eta terminologia</b>	Era argian hitzegiten du, erregistro eta terminologia egokiak erabiltzen ditu.	Orokorrean, argitasunez hitzegiten du, nahiz eta errore txikiak egon.	Adierazmena ez da argia, erregistro linguistikoan edo terminologian erroreak daude.	Hizkuntza eta terminologia ez dira inondik inora egokiak. Ez da ulertzen zer esan nahi duen ere.	30%

10. taula: problemen ebazpena baloratzeko matrizea.

	Bikaina	Egokia	Eskasa	Oso eskasa	Irizpidearen pisua
<b>Grafika</b>	Probleman agertzen den egoera marrazki edo eskema garbi eta argi baten bitartez era zuzenean adierazita dago.	Egoera era zuzenean adierazten da baina zerbait falta da. Marrazkia ez dago oso txukun.	Egoera adierazterakoan zuzenak ez diren alderdiak badaude.	Ez du egoeraren marrazkirik egiten edo problemaren egoerarekin zerkusirik ez duen batean adierazi du.	%20
<b>Egoeraren modeloa eta erabili beharreko legeak</b>	Problemaren alderdirik garrantzitsuenak ateratzen ditu. Hauekin, erabili behar diren lege edo printzipio fisikoak ondorioztatzen du eta hauen justifikazioa egiten du.	Problemaren alderdi esanguratsuenak aukeratzen ditu eta lege edo printzipio egokiak erabiltzen ditu.	Aplikatu behar diren printzipioen aukera prozesuean erroreak daude.	Aukeran errore larriak egiten ditu edo hipotesi kontraesankorrak egiten ditu.	%30
<b>Ebazpena</b>	Ekuazioak era egokian formulatu eta askatzen ditu.	Ekuazioak era egokian formulatzen ditu baina ebazpenean erroreren bat badago.	Formulatutako ekuazioetan erroreak daude edo era okerrean ebazten saiatzen da.	Formulatutako ekuazioetan errore larriak daude edo ez da ebazten saiatzen ere.	%35
<b>Emaizta adierazten den nola</b>	Emaizta egokia da, argi eta garbi markatua dago eta unitate egokiak ditu.	Unitateak egokiak dira baina emaitza ez: ez da egokia, desordenatua dago edo ez dago oso argi. Emaizak zentzurik ez badu, esplizituki esaten du eta argitzen saiatzen da.	Emaizta edo unitateak ez dira egokiak edo ez ditu jartzen. Lortutako emaitzak zentzurik ez badu, ez du ezer esaten.	Ez du emaitzik lortzen edo emaitza gutziz zentzurik gabekoa da.	%15