



Ikastorratza, e-Revista de Didáctica, es una revista en formato digital que publica artículos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de Internet y bajo la licencia Creative Commons.

Ikastorratza, e-Revista de Didáctica, es una publicación semestral, gratuita y libre de ser impresa que cada seis meses divulga artículos científicos, propuestas didácticas y artículos de opinión sobre cuestiones relativas al mundo de la didáctica.

Ikastorratza, e-Revista de Didáctica, asume como objetivo principal la difusión del conocimiento pedagógico y de metodologías didácticas que favorezca la expansión de prácticas de educativas efectivas.

Ikastorratza, e-Revista de Didáctica, es una revista bilingüe, abierta a propuestas de autores y autoras que deseen publicar trabajos inéditos tanto en euskara como en castellano.

IKASTORRATZA. Didaktikarako e-aldizkaria

IKASTORRATZA. e-journal on Didactics

IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica

ISSN: 1988-5911 (Online) Journal homepage: <http://www.ehu.es/ikastorratza/>

Lehen Hezkuntzako ikasleek Newtonen legeen inguruan duten ezagutza

Lander Madariaga

lmadariaga004@ikasle.ehu.eus

landermada@gmail.com

To cite this article:

Madariaga, L. (2016). Lehen Hezkuntzako ikasleek Newtonen legeen inguruan duten ezagutza. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 16, 38-67. Retrieved from http://www.ehu.es/ikastorratza/16_alea/3.pdf

To link to this article:

http://www.ehu.es/ikastorratza/16_alea/3.pdf

Published online: 20 Jun 2016.

Lehen Hezkuntzako ikasleek Newtonen legeen inguruan duten ezagutza

Knowledge about Newton's Laws of Motion on Primary School children

Lander Madariaga,
Primary Teacher
University of the Basque Country UPV/EHU
lmadariaga004@ikasle.ehu.eus
landermada@gmail.com

The study poses a quantitative examination on the issue of how primary school children grasp the Newton's laws of motion. To that end, the knowledge on this topic expressed by 94 children by means of a modified version of the FCI (Force Concept Inventory) test is examined. The results seem to be in line with those undertaken in international arena which point out, on the one hand, that there is no difference between boys and girls concerning the understanding of Newton's laws and, on the other hand, that the Newton's laws are not similarly understood

Primary School, Newton, laws of motion, forces, modified FCI test

El principal objetivo de este estudio ha sido realizar un examen cuantitativo sobre las leyes del movimiento de Newton en el tercer ciclo de primaria. Para ello, se ha procedido a modificar el test prototipo FCI (Force Concept Inventory), para así amoldarlo al tercer ciclo de primaria y usarlo con 94 estudiantes de la ikastola Seber Altube de Gernika-Lumo. Los resultados obtenidos concuerdan con otros muchos estudios realizados, donde no se muestran diferencias de género en este ámbito, pero sí que se encuentran diferencias significativas si se comparan los resultados obtenidos entre las diferentes leyes de Newton.

Leyes del Movimiento, Modificación FCI, Educación Primaria, Género, Newton

Sarrera

Jakin badakigu Natur Zientziak gai garrantzitsua dela eta Lehen Hezkuntzan landu beharra dagoela. Hala ere, askotan fisikari loturiko kontzeptu asko ez dira Bigarren Hezkuntzara oinarri solido batekin iristen (UNESCO, 1986). Gaur egun arazo honek konpondu gabe jarraitzen du eta eskola porrotari hertsiki loturiko gaia da. Baina zer dakite Lehen Hezkuntzako ikasleek fisikari buruz?

Lan honetan, Lehen Hezkuntzako hirugarren zikloko ikasleek Newtonen mugimenduen legeei buruz dakitena ikertu nahi da. Newtonen mugimenduaren legeak, gure inguruan gertatzen diren fenomeno fisikoetako askoren azalpena ematen digute. Newtonek idatzi zituenetik gaur egunera arte, ezinbesteko garrantzia duten tresna izan dira fisiken ikaskuntzan. Hori dela eta, Lehen Hezkuntzako ikasleek mugimenduen legeei buruzko oinarri sendoak izateak lagundu egingo die gerora fisikari buruzko jakintza zabaltzen.

Newtonen mugimenduaren arauari buruzko jakintza ebaluatzeko tresna erabiliena FCI testa da. Lan honetan, FCI testaren moldaketa bat egin da ilustratzaile baten laguntzarekin, Lehen Hezkuntzako hirugarren ziklora moldatzeko. Hori dela eta, lan hau berrikuntza bezala planteatu da, lehendik goragoko hezkuntza ereduetan erabilia izan den tresna baten moldaketa moduan.

Sortu den testaren moldaketa hirugarren zikloko 94 ikaslerekin erabili da, gerora jasotako datuen analisia egiteko. Jasotako datuak Chi karratuaren frogara erabiliz tratatu dira, populazio osoari begira esanguratsu diren ala ez frogatzeko.

Hasiera batean, generoaren arabera ezberdintasunak hautematea espero zen, baina datuen analisia egin ostean ez da horrelakorik aurkitu. Bai ordea, hasieran espero zen bezala, ikusi da erabilitako laginaren zati batek ulertzen dituela Newtonen mugimenduaren legeak.

1 Esparru teoriko eta kontzeptuala: aurrekariak eta egungo egoera

1.1 Newtonen legeak Lehen Hezkuntzako curriculumean.

Gaur egun, inork ez du zalantzan jartzen zientziek gure gizartean duten ezinbesteko garrantzia. Hala ere, zientziek bai gure gizartean zein egunerokotasunean duten transzendentzia ez da Lehen Hezkuntzako curriculumean ispiatzen (Oliva eta Acevedo, 2005)

Zientzien irakaskuntzara bideratuta egin diren ikerketa eta aurrerapauso handienak Bigarren Hezkuntzara bideratuak izan dira, oro ar zientzia ikasleen aurrerapen kognitiboko etapa formalean kokatzen izan delako beti (Pozo, 1987). Lehen Hezkuntzan zientzia irakastearekiko ezkortasun honek eragina du gerora Bigarren Hezkuntzan arlo honetan ageri den eskola porrotean. Lehen Hezkuntzatik zientzien ikaskuntzarako oinarri sendoak izatea ezinbestekoa da gerora porrot hau saihesteko (Harlem, 1985).

Gaur egungo Lehen hezkuntzako Curriculumaz aztertuz gero, “Natura, gizarte eta kultura eta Ingurumena” atalean indarren elkarrekintza eta aldaketa fisikoak bere gain hartzen dituen eduki multzo bat egon badago (Ikusi 1 taula), hain zuzen ere 6. eduki multzoa, materia eta energia izenekoa (Celaá, 2010).

Lehen Hezkuntzako curriculumean natur zientzien barnean hainbat aspektu landu beharko lirateke, baina eskoletako errealitatea ez dator bat curriculumarekin. Derrigorrezko hezkuntza bukatzen dutenean, ezer gutxi dakite zientziei buruz eta beraien ezjakintasun zientifikoa erabatekoa da (UNESCO, 1986)). Erantzuna askotan didaktika mota berrietan bilatzen da, natur zientzien curriculumaren aplikazio konstruktibisten bidez.

Ezjakintasun zientifikoa saihestu eta zientzian alfabetatuak diren herritarrak hezteko, ez da nahikoa egun legedian dagoen curriculumaren aplikazio egokia bilatzea. Alde batetik, ikasleei zientzia ahalik eta lasterren irakastean dago erantzuna eta bestetik eduki, prozedura eta jarreretan oinarritutako ikasketa prozesuak sustatzea bermatu behar da (Harlem, 1985)

Egun, gerora planteatu beharko diren curriculumaren erreformak arestian aipaturiko bi ildo hauek kontutan izan beharko lituzkete; hau da, zientziaren irakaskuntza goiztiarra eta eduki, prozedura eta jarrerak landuko dituen (Wallace eta Loudon, 1992).

1. taula 2009ko lehen hezkuntzako dekretuak indarren elkarrekintza eta aldaketa fisikoei eginiko erreferentziak

Zikloa	Edukiak	Ebaluazio Irizpideak
1.	-Indarra aplikatzeak dakartzan ondorioei behatzea. Norabide bereko indarrak. Ukipen-indarrak eta urrutiko indarrak.	8. Indarrek objektuetan dituzten begi-bistako ondorioak hautematea, eta materialen funtsezko ezaugarriak identifikatzea, aztertzea eta azaltzea, eta ezaugarriok bere eguneroko erabilerarekin lotzea.
2.	– Objektuak mugiarazten edo desitxuratzen dituzten indar ezagunak identifikatzea. Erakarpen eta aldaratze indarrak.	*
3.	– Behagarriak diren fenomenoak dentsitate-desberdintasunaren arabera azaltzea. Flotagarritasuna likidoetan. – Indarren edo energia-ekarpenen ondorioz, mugimendu- eta forma-aldaketak edo gorputzen egoera aldaketak aurreikustea.	8. Argiak, elektrizitateak, magnetismoak, beroak edo soinuak gorputzetan duten eragina aztertzeke ikerketa errazak planifikatzea eta egitea talde-lanean, eta emaitzak ezagutzera emateko erreminta egokiena hautatzea. 8.1. Ea erantzuten dien fenomeno fisiko eta kimikoei buruzko arazoei, esperientzia eta ikerketa txikiak eginez.

1.2 Lehen Hezkuntzan Newtonen legeen ulertze prozesuari buruzko aurretiko ikerketak

Aurretik aipatu da zientzien irakaskuntzan aurrerapen nagusiak Bigarren Hezkuntzan eman direla (Pozo, 1987) baina Lehen Hezkuntzara bideraturiko ikerketak ere egon badaude, eta hauetako askok Newtonen legeen ulertze prozesuan gertatzen diren akatsen identifikazioa dute abiapuntu.

Newtonen legeen ulertze prozesuan askok ikasleen kognizioan jartzen dute arreta (Pozo, Sanz, Crespo, eta Limón, 1991; Campanario, 2009). Beste batzuek irtenbidea irakasleen formazioan aurkitzen dutelarik (Wallace eta

Louden, 1992; Cañal de León, 2000; Parker eta Heywood, 2000; Kruger, Summers eta Palacio, 1990; Mohapatra eta Bhattacharyya, 1989).

Newtonen legeen ulermenean, batez ere Lehen Hezkuntzan, masa eta pisuaren arteko ezberdintasun eza oztopo larria izan da beti (Zhou, Zhang, eta Xiao, 2015). Hori dela eta, asko ikertu da bi hauen arteko ezberdintasunak argitu eta eskolan aplikatzeko modu eraginkor batean, (Galili, 1993; Stein eta Galili, 2014).

Baina nola jakin benetan ikasleek zer dakiten Newtonen legeei buruz? Hainbat test prototipo proposatu izan dira urteetan zehar, hauetatik erabiliena eta famatuena FCI (Force Concept Inventory) izanez (Hestenes, Wells eta Swackhamer, 1992).

Aurretiaz egindako lanaren gehigarri modura, Lehen Hezkuntzako ikasleek indarren elkarrekintzari buruz duten kontzeptuen ebaluazioa egiteko, test tipo bat proposatzen dut. Test hori, Bigarren Hezkuntzan, Batxilergoan eta Unibertsitate mailan modu zabalean erabilia izan den FCI test tipoaren moldaketa moduan egin da.

1.3 FCI testaren moldaketa

FCI testa Newtonen legeen arabera azaldutako indarren elkarrekintzari buruzko jakintza ebaluatzeko ezinbesteko tresna dela ezin da ukatu. Aditu askok aztertu dute arretaz test hau, baina orain arte ez du aldaketa nabaririk eduki (Hestenes eta Halloun, 1995; Savinainen eta Scott, 2002). Hala ere, ezer gutxi dago idatzita Lehen Hezkuntzan test honek duen baliagarritasunaz. Hori dela eta, moldaketa baten beharra.

FCI frogak 30 galdera ditu, 8 kontzeptu bloketan banatuak (ikusi 1. eranskina). Froga honen zailtasun maila dela eta, ezin izango litzateke Lehen Hezkuntzan erabili, baina bloke hauetako batzuen kontzeptuak 3. zikloan ulergarriak izan daitezke, hainbat ikerketek frogatu duten bezala (Thornton eta Solokoff, 1997).

Baieztapen horretatik abiatuz eta Lehen Hezkuntzako curriculumeko edukietan oinarrituz, 4 kontzeptu blokeren moldaketa moduan sortu da galdeketa hau: (1) Newtonen lehen Legea, (2) Newtonen bigarren legea, (3) Newtonen hirugarren legea, (4) Grabitate unibertsalaren legea.

Lehen Hezkuntzako ikasleak direla kontuan izanik, galdeketa hau ariketa dibertigarri moduan planteatu nahi izan da. Astuna izatea ekiditeko, lau kontzeptu blokeak hartzen dituzten 8 galderaz osatu da testa.

Galdeketaaren aspektu grafikoei dagokienez, FCI frogako galderetako askok ez dute ilustraziorik eta edukitzekotan sinpleak eta ilunak dira. Hori dela eta, Martin Elgezabal ilustratzaileak proiektu honetan bere laguntza eskaini du 8 galderekin erlazionatutako marrazkiak sortuz. Alde batetik, galdeketa itsura dibertigarriagoa ematea izan da helburuetako bat eta bestetik galderetan emandako azalpena irudien bidez testuinguruan kokatzea bilatu da.

1.4 Kontzeptuak

1687an Isaac Newtonek “Philosophiae Naturalis Principia Mathematica” argitaratu zuenean, bertan mugimenduaren hiru printzipioak eta grabitatearen teoria unibertsala aurkeztu zituen. Lege hauekin lurrazaletik gertu zegoen gorputz ororen egoera zinetikoaren zergatia eta baita planetek eguzkiaren baitan egiten duten translazioaren zergatia argitu zituen (Griffith, eta Brosing, 2011)

Mendeak pasatu arren, oraindik ere fenomeno fisikoak deskribatzeko Newtonen legeak ezinbesteko zaizkigu (Brown, 1989). Ikerketa honen bizkarrezurra den galdeketa ulertu ahal izateko, aurreko printzipioetan dago gakoa. Gauzak honela, zenbait kontzeptu ezagutzea ezinbestekoa da lege hauek ulertu ahal izateko.

1.4.1 Mekanikaren arauaren aurrekariak

Futbol jokalaria batek pilotari ostikoa ematean aurrera doa, guk aulki bat sakatzean mugitzen dugun era berean. Beraz, mugimendu aldaketak sortzeko adibide erraz hauek ikusi ahal ditugu eguneroko bizitzan. Umeekin ere gauza bera gertatzen da eta intuizioz adin txikitik gai izaten dira beraien inguruan gertatzen diren fenomenoak deskribatzeko (Hickling eta Wellman, 2001)

Aristotelesek antzinako Grezian jada egin zuen mugimenduen legeen teoria bat eta honako hau zioen: objektu batengan eragiten duen indarra, objektu honen abiaduraren proportzionala izango da. Ikasleek intuizioz sortzen dituzten

arrazonamenduak beraien inguruan gertatzen diren fenomenoekiko, normalean Aristotelesen printzipioarekin bat etortzen dira (Sebastià, 1984)

Lehen baieztapen honetatik abiatuz, Aristotelesek beste zenbait kontzeptu argitzen ditu. Besteak beste, objektu bati bere inguruak eragiten dion erresistentziak ere zerikusia duela mugimenduan, harri bat ez baita berdin mugitzen airean zein uretan. Lehen printzipio hori beraz aldatu egiten du: objektu batengan eragiten duen indarra, objektu honen abiaduraren proportzionala zango da, eta medioko erresistentziarekiko aurkako proportzionala (Griffith eta Brosing, 2011).

Hala ere, Aristotelesen mugimenduaren teoriak hutsune ugari zituen. Guk pilota bat eskuarekin jaurtitzean, hau hasieran bultzatzen duen indarra desagertu egiten da pilota gure eskutik urruntzen denean (Jammer, 2012). Hori dela eta, Aristotelesek jaurtitako objektuak aireak berak bultzatzen dituela esango du. Honetaz aparte, ez zituen desberdintzen azelerazioa eta abiadura.

Galileok XVI. mendean mugimenduen lege propioa sortuko du, aspektu batzuetan Aristotelesenarekin bat ez dena etorriko. Galileok ordura arte inork esan ez zuen bezala, mugimenduan dauden gorputzek, honela jarraitzeko joera dutela baieztatu zuen, beste indar batek eragiten ez badie (Galili, 2001).

Galileok, aurrekoaz aparte, azelerazio zuzenaren deskribapen matematikoa garatu zuen: $d = \frac{1}{2}at^2$

Newtonek Galileoren teoriari jarraipena emango zion, lurreko edozein gorputzetik hasita, planeten mugimenduari ere azalpena eman ahalko dion teoria mekaniko bat erdietsiz (Hickling eta Wellman, 2001). Teoria honen ardatz modura, Newtonen mugimenduaren hiru legeak eta grabitatearen printzipio unibertsala azaltzen zaizkigu.

2 Helburuak

Aurretik azaldu diren ideiak kontuan harturik, ikerketa honen helburua ikasleek Lehen Hezkuntzan Newtonen mugimenduen legeei buruz duten ezagutza aztertzea da. Honetarako, aldagai ezberdinak aztertuko dira (esaterako sexua,

adina, maila akademikoa edo Newtonen legeen arabera sailkatutako kontzeptu blokeak). Datuen bilketa errazteko, FCI (Force Concept Inventory) testaren moldaketa bat egin da, Lehen Hezkuntzako hirugarren zikloko ikasleei moldatua.

Ikerketa honetan bi galdera nagusiri eman nahi zaie erantzuna: (1) Lehen Hezkuntzako ikasleak gai ote diren Newtonen legeei buruzko galderak modu egokian erantzuteko eta (2) Sexuak edo maila akademikoak ea ezagutza hauek baldintzatzen dituen.

Azkenik, ikerketa honek duen interes nagusia, ikasgelan fisikaren arlo honi buruzko irakaskuntzari zenbait gako ematen saiatzea da, Lehen Hezkuntzako klasean erabilgarriak izango diren datuak bilduz.

3 Metodoa

3.1 Lagina

Aztertu den lagina 94 ikaslekoa da (51 neska eta 43 mutil) hamar eta hamabi urte bitartekoak guztiak. Ikasle hauek guztiak Gernika-Lumoko Seber Altube ikastolan ikasten dute hirugarren zikloan eta bai Gernika-Lumo zein inguruko herri txikietan bizi dira.

Aztertu den laginaren konposizioa ikasleen adina eta beraien maila akademikoak kontuan hartuz banatzen da. 2. taulak sortzen diren bi talde hauen maiztasun erlatiboak azaltzen ditu.

2. Taula Laginaren maiztasun erlatiboa, adina eta maila akademikoa kontuan hartuz (N= 94)

Adina	Maila akademikoa	%
10-11	Lehen Hezkuntzako 5. maila	48
11-12	Lehen Hezkuntzako 6. maila	52

3.2 Prozedura

Ikerketa proiektu hau, aukeratutako laginari egindako inkesta baten datuen analisisian oinarritzen da, non ikertutako gaia mugimenduen legeak diren. Mugimenduen legeen marko osoa ikertu ahal izateko, lau jakintza bloke ezberdinetako galderak planteatu dira galdetegian: Newtonen lehen arauari lotuak, bigarren arauari lotuak, hirugarren arauari lotuak eta grabitatearen lege unibertsalari loturikoak.

Inkesta hauek klasean bertan egin ziren modu indibidualean, eskola 2.0ko ordenagailuez eta Google Forms erreminta birtuala erabiliz. Asko dira gaur egun Google Drive plataforma birtualeko erremintei eskolan erabilera bilatzen dienak (Ferrón eta Cañizares, 2014).

Klaseko laguntza teknologikoei probetxua ateratzeko, Google forms bidez egindako inkesta *eranskina* ikasle bakoitzari bere eskolako posta elektronikoko helbidera bidali zitzaion. Honela, erraztu egiten zen inkestaren web helbidera heltzeko prozesua, beraiek aurretiaz ongi baitzekiten beraien gmail kontuan sartzen.

Inkesta egiterako orduan, aurretiaz irakasle tutoreari egokien zetorkion ordua adostu eta berarekin batera ikasleen ohiko gelan gauzatzen zen galdeketa. Irakasle tutoreak ikasleei ikerlaria aurkeztu ostean, banaka beraien ordenagailua hartzen joateko eta jarraian pizteko esaten zitzaaien. Behin ikasle guztiak ordenagailua piztuta zutenean, beraien posta elektronikoko helbidean azkeneko mezuaren barruko estekan klikatzeko esaten zitzaaien.

Inkesta aurrean izanik, ikertzaileak galderetako bakoitza azaltzen zien gainetik, batez ere marrazkien eta galderen arteko konexioa azpimarratuz, beraien gogoeta eta ulermen prozesua errazteko asmoz. Galdera guztiak erantzun behar zirela esaten zitzaaien, nahiz eta batzuen erantzuna ziur ez jakin, beraientzat egokiena dena erantzunez.

Ikasleek 15 minutu inguru igarotzen zuten inkesta egiten baina denbora gehiago behar izan zutenei ez zitzaaien trabarik jarri. Bakoitzak behar zuen beste denbora izan zuen inkesta egiteko eta behin inkesta eginda ikasleei inkesta honen zergatia azaltzen zitzaaien. Beraiek indarren legeei buruz zenbat

dakiten ikertu nahi dela, eta beraien laguntza eskertzekoa zela, oso lagungarria izango baitzen gerora burutuko zen ikerketarako.

3.3 Datuak eta prozedura estatistikoak

Ikerketa honekin Lehen Hezkuntzako hirugarren zikloko ikasleek mugimenduen legeei buruz duten jakintzarekiko hurrenkera kuantitatibo bat egin nahi da.

Honetarako, inkesta bakoitzean bildutako datuak hurrengo aldagaien arabera bildu dira: (1) inkesta burutu duten ikasleen sexua, urte kopurua eta beraien maila akademikoa (2) inkestan guztira egin diren asmatze eta erroreak (3) mugimenduen legeen arabera sailkatutako lau blokeetan izan dituzten asmatze eta erroreak.

Datuen bilketa egiteko, lehendabizi datu guztiak Google Driveko Spreadsheets plataforman metatu dira, ondoren Microsoft Office Excel aplikazioan sailkapena eginez, taulen eraketa eta datuen analisisa errazteko asmoz.

Prozedura estatistikoei dagokienez, aldagai kategorikoen arteko erlazioa Chi-karratuaren bitartez egin da. Prozedura hau hainbat ikerketetan erabilia izan da, lagin baten emaitzak populazio osoarentzat esanguratsuak diren ala ez formula estatistiko batez frogatzeko (Preacher, 2001).

Chi karratuaren froga datu multzo baten probabilitate eredu batekiko doikuntzaren egokitasunari buruz erabakitzen duen froga estatistiko bat da. Frogak balio edo balio-tarte bakoitzeko maiztasun enpiriko eta teorikoen arteko aldea hartzen du oinarritzat, jasotako datuak esanguratsuak diren ala ez erabakitzeko asmoz.

Ikerketa honetan datuen esangura frogatzeko neurria 0,05 izan da eta prozedura estatistiko hau www.quantpsy.org eta Microsoft Office Excell 2007 software programen bidez garatua izan da.

4 Emaitzak

Emaitzak aurkezterakoan, lehenik datuak galdeketan mugimenduen legeei buruz duten jakintza orokorra baloratuko da, galdera guztien artean izandako emaitza globalaren arabera analizatuz. Ondoren, mugimenduaren legeen bloke

bakoitzean jasotako datuak analizatuko dira. Bai analisi orokorra bai atalkakoa, ikasleen sexuaren eta maila akademikoaren (LH5 edo LH6. maila) arabera sailkatuak izango dira.

4.1 Emaitzak inkestan guztira izan diren asmatze eta errorearen arabera

Hirugarren taulak lagin osoa kontuan harturik ($N=94$) galdetegian izandako erantzun zuzen eta erroreak hartzen ditu bere barnean. Galdetegietan jasotako datuen emaitza globalari erreparatuz, ez da ezberdintasun esanguratsurik aurkitu sexuari erreparatuz, ezta maila akademikoari erreparatuz.

3. taula Inkestan guztira izan diren erantzun zuzenen maiztasun erlatiboak ($N=94$)

Galdera	Deskribapena	Erantzun zuzenak %
1	Pisu ezberdineko bi metalezko pilota teilatu batetik jaurtitzen dira: zein helduko da lehenik lurrera?	19
2	Harri biribil bat eraikin baten gorengo partetik erortzen da lurzorura arte.	77
3	Gizon bat kordel batez loturiko burdinazko pilota bat biratzen ari da soka apurtzen den arte.	55
4	Auto batek, geldi dagoen kamioi bati bultzatzen dio, hau azeleratuz. Zer nolako indarra bueltatzen dio kamioiak autoari?	32
5	Behin kamioia abiadura konstante batean dagoenean zein indar bueltatzen dio kamioiak autoari?	33
6	Kohete bat espazioan flotatzen ari da, bat batean motorrak pizten dituen arte. Zein norabide hartuko du?	24
7	Motorrak piztuta dituen bitartean nolakoa da bere abiadura?	65
8	Bat batean motorra geratuz gero zein ibilbide jarraituko du?	11

4.2 Mugimenduen legeen arabera sailkatutako lau blokeetan izandako asmatze eta errorearen arabera

Genero edo maila akademikoan ez da agertu ezberdintasun esanguratsurik. Aitzitik, galdetegiko bloke ezberdinen artean izandako erantzun zuzen eta errorearen artean egon badago alde esanguratsua, beraien artean ezberdintasunak azalduz (χ^2 -Cuadrado = 17,5 [2]; $p < 0,05$). Newtonen bigarren arauak eta grabitate unibertsalaren legeak asmatze gehiago eskuratuz, Newtonen lehen eta hirugarren atalak baino.

4 Taula Mugimenduen legeen arabera sailkatutako lau blokeetan izandako erantzun zuzenen maiztasun erlatiboa (N=94)

Blokea	Erantzun zuzenak %
Newtonen lehen araua	33
Newtonen bigarren araua	44
Newtonen hirugarren araua	32
Grabitate unibertsalaren legea	48

4.3 Sintesia

Lagin hau aztertzerakoan jaso ditugun datuekin honako hau esan daiteke: (1) Newtonen mugimenduaren legeen ulermenari dagokionez, ez da sexuaren arabera ezberdintasun esanguratsurik aurkitu; (2) era berean, ez da ezberdintasunik aurkitu maila akademikoaren arabera; (3) aldiz, ezberdintasun esanguratsuak izan dira Newtonen legeen arabera sailkatutako lau blokeen artean. Datu honek adierazten du,

5 Ondorioak

Behin emaitzak bilduta esan ahal da aztertutako laginean ezin izan dela sexuari edota maila akademikoari loturiko ezberdintasun esanguratsurik lortu. Hala ere, datuei erreparatuz gero, Newtonen mugimenduen legeen edukiei buruz egindako galderei maila handiago edo txikiago batean ongi erantzun diela ikus dezakegu.

Generoaren arteko ezberdintasunak, edo kasu honetan ezberdintasun eza aztertuz gero, hemen aztertutako laginaren emaitzak (Docktor, Heller, Henderson, Sabella, eta Hsu, 2008) egindako ikerketaren emaitzekin bat egiten dute. Hauen esanetan, neska eta mutilen emaitzen arteko ezberdintasunak Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzatik aurrera azaltzen dira eta adin txikiagoetan zientziei buruzko irakaskuntza parekatua izan ohi da. Baieztapen hauek ikerketa honetan baliozko dira, Lehen Hezkuntzako ikasleekin lan egin baita.

Generoaren gaiarekin jarraituz, badaude zenbait ikerketa, FCI testa genero aldetik desegokia ikusten dutena, (McCullough, 2004) bertan agertzen diren irudiak estereotipatuak azaltzen direlako. Hori dela eta, emakumeek orokorrean emaitza txarragoak lortzen dituzte FCI motako galdeketekin izan ohi duten lehen kontaktuan (Dietz eta beste batzuk, 2012). Hala ere, ikerketa honetan aztertu den laginean datuak ez datoz bat aurretik esandakoarekin. FCI testaren moldaketa egiterakoan, kontuan hartu izan da genero ikuspegia. Horretarako, ilustratzaileak irudi neutroak sortzea izan du helburu, Dietz eta beste batzuek, 2012an aipatutakoa azpimarratuz. Esaterako, kanoien eta suzko armen irudiak saihestu egin dira, ahal izan duen heinean.

Beste alde batetik, aztertu dugun laginean ez da ezberdintasun esanguratsurik agertu, datuak maila akademikoa edota adina bezalako aldagaietan bildu direnean. Ikasleei betetzeko eskatu zitzairen galdeketan azaltzen ziren edukiak orokorrean nahiko berriak ziren beraientzat, nahiz eta curriculumean azaldu klasean gero ez direlako lantzen (Pozo, Sanz, Crespo, eta Limón, 1991).

Honenbestez, bat-bateko erantzunak ematearen bidez erantzun izan dira galdeketak. Hori dela eta, urte beteko aldea duten ikasleen artean ezberdintasunik ez agertzea bat dator hainbat ikerketekin (Pozo, 1987 eta

Cañal de León, 2000). Hauek ikasleen ezagutza zientifiko goiztiarra eguneroko fenomenoaren behaketaren emaitza modura ikusten dute. Hori dela eta, urte beteko aldeak ez du aldaketa esanguratsurik eragiten ikasleen maila akademikoa kontuan hartuz gero.

Lehen Hezkuntzako ikasleak mugimenduen legeak eta grabitateari buruzko zenbait egoera ulertzeko gai direla aipatu da jada (Thornton eta Solokoff, 1997). Ikerketa honetan aztertu den laginak, zeinek gehiago zeinek gutxiago asmatzeak egin izan ditu galdeketa.

Hala ere, ezberdintasun esanguratsuak ikusten dira FCI testetik moldatu diren 4 kontzeptu blokeen asmatze eta errorearen artean. Newtonen lehen legea eta Newtonen hirugarren legea izan dira asmatze gutxien lortu dituzten kontzeptu blokeak. FCI testak agerian uzten ditu atal hauei buruzko gaizki ulertuak (Poutot eta Blandin, 2015).

Newtonen lehen legea ulertzerakoan ikasleak zailtasunak izatea, hainbat adituren ikuspuntuarekin bat dator (Griffith eta Brosing, 2011; Jammer, 2012). Indarren identifikazioan gertatzen diren akatsak ohikoenetarikoa dira bai ikasle zein irakasleetan (Pozo, 1987) eta ez da harritzekoa ikerketa honetan bildutako datuetan ere hori islatuta azaltzea.

Newtonen hirugarren legeari erreparatuz gero, askotan ikasle zein irakasleen partetik gaizki ulertuak egon ohi dira eskoletan (Zhou, Zhang, eta Xiao, 2015; DiSessa, 1982; Brown eta Clement, 1987). Akzio/erreakzio elkarreraginak ulertzerakoan arazoak azaldu ohi dira eta ikerketa honetan azaldutako datuei erreparatuz gero, ideia hau erabilitako laginean aplikagarria da.

Azkenik, lehenago esan bezala, ikerketa honetan jasotako datuen arabera, Lehen Hezkuntzako ikasle batzuk gai dira Newtonen mugimenduen legeen arauari buruzko galderak zuzen erantzuteko. Hori dela eta, Lehen Hezkuntzako klaseetan lan sakonagoa egin beharko litzateke, ikasle guztiak gai izan daitezen kontzeptu hauek ulertzeko eta ezjakintasun zientifikoa saihesteko (UNESCO, 1986), gerora Bigarren Hezkuntzan erraztasun gehiago izan dezaten fisika lantzeko orduan.

6 Hezkuntza-ondorioak

Ikerketa honetan azaldu diren emaitzak bat datoz Lehen Hezkuntzako hirugarren zikloko ikasleek Newtonen mugimenduaren legeak ulertzeko gai direlako hipotesiarekin. Beste autore batuek ere konfirmatu egiten dute hipotesi bera (ikusi esaterako Thorntonek eta Solokoff, 1997). Are gehiago, lagin honetako ikasle kopuru esanguratsu batek izan badu Newtoneko legeen gaineko ulertze oinarritzkoa.

Ikerketa honetan azaldu diren emaitzak ikusirik bat datoz esan dezakegu Lehen Hezkuntzako hirugarren zikloko ikasleak gai direla Newtonen mugimenduaren legeak hein handiago edo txikiago batean ulertzeko. Hori dela eta, Lehen Hezkuntzako irakasleek paper aktiboa hartu behar dute, arlo honetan beraien ezagutzak zabalduz, errakuntzak saihesteko, gero hau beraien ikasleei transmititzeko asmoz (Cañal de León, 2000; Galili, 1993; Campanario, 2009; Parker & Heywood, 2000; Mohapatra & Bhattacharyya, 1989).

Aurretiaz esan den bezala, ezinbestekoa da ikasleen ezjakintasun zientifikoarekin bukatzea. Horretarako, Lehen Hezkuntzan hasi beharko litzateke zientziarekin lanean eta ikasle horien beharrianetara moldatu, zientziak naturaltasunez ikasteko (Harlem, 1985; Wallace eta Loudon, 1992).

Honen ildotik, lan honen egileak Newtonen legeak eta airea landu zituen Lehen Hezkuntzan Gernika-Lumon Seber Altube ikastolan 2015 urteko martxoan antolatu zen zientzia aste batean. Honetarako, esperimentazioan oinarrituriko metodologia erabiliz, ikasleen jakinmina piztuz eta beraien parte hartze aktiboa sustatuz (ikusi 2. eranskina).

Ukaezina da arlo honetan oraindik gehiago sakondu beharko litzatekeela aurretiaz esandakoa babesteko, baina ikasle batzuk jada jakin badakizkitez mugimenduaren legeak identifikatu eta deszifratzen, hezitzaile moduan gure lana jakintza hau ikasle guztiengan zabaltzea izango litzateke.

7 Bibliografía

- Badillo, R. G. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 301-319.
- Brown, D. E., & Clement, J. (1987). Misconceptions concerning Newton's law of action and reaction: The underestimated importance of the Third Law. *Proceedings of the Second International Seminar: A Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mechanics*, 39-53.
- Campanario, M. (2009). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Colección Digital Eudoxus*, 8, 369-380.
- Cañal de León, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7(24), 16-56.
- Celaá, I. (2010). *Haur hezkuntzarako, lehen eta bigarren hezkuntzarako eta batxilergorako dekretu kurrikularrak Euskal Autonomia Erkidegoan*. Eusko Jaurilaritza.
- Dietz, R. D., Pearson, R. H., Semak, M. R., Willis, C. W., Rebello, N. S., Engelhardt, P. V., & Singh, C. (2012). Gender bias in the force concept inventory? *AIP Conference Proceedings-American Institute of Physics*, 1413, 171.
- DiSessa, A. A. (1982). Unlearning Aristotelian Physics: A Study of Knowledge-Based Learning. *Cognitive sciences*, 6(1), 37-75.
- Docktor, J., Heller, K., Henderson, C., Sabella, M., & Hsu, L. (2008). Gender differences in both force concept inventory and introductory physics performance. *AIP Conference Proceedings*, 15-19.
- Docktor, J., Heller, K., Henderson, C., Sabella, M., & Hsu, L. (2008). Gender differences in both force concept inventory and introductory physics performance. *AIP Conference Proceedings*, 15.

- Ferrón, M. Á., & Cañizares, L. S. (2014). Conocimiento, valoración y utilización, por parte del alumnado, de «Google Drive» como herramienta de trabajo cooperativo. *Enseñanza & Teaching*, 32(2), 23-52.
- Galili, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts. *International journal of science éducation*, 15(2), 149-162.
- Galili, I. (2001). Weight versus gravitational force: Historical and educational perspectives. *International Journal of Science Education*, 23(10), 1073-1093.
- Griffith, W. T., & Brosing, J. W. (2011). *The physics of everyday phenomena*. McGraw Hill Higher Education: New York.
- Harlem, W. (1985). An International Workshop on Primary Science. *Science and Technology Education and future Human needs*.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *The Physics Teacher*, 33(8), 502-506.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.
- Hickling, A. K., & Wellman, H. M. (2001). The emergence of children's causal explanations and theories: Evidence from everyday conversation. *Developmental Psychology*, 37(5), 668.
- Jammer, M. (2012). Concepts of force. *Courier Corporation*. Massachusetts
- Kruger, C., Summers, M., & Palacio, D. (1990). An investigation of somen English primary school teacher's understanding of the concepts force and gravity. *British Educational Research Journal*, 16(4), 383-397.
- McCullough, L. (2004). Gender, Context, and Physics Assesment. *Journal of International Women's Studies*, 5(4), 20-30.

- Mohapatra, J., & Bhattacharyya, S. (1989). Pupils, teachers, induced incorrect generalization and the concept of 'force'. *International Journal of Science Education*, 11(4), 429-436.
- Oliva-Martínez, J. M., & Acevedo-Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 241-250.
- Parker, J., & Heywood, D. (2000). Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*, 22(1), 89-111.
- Poutot, G., & Blandin, B. (2015). Exploration of Students' Misconceptions in Mechanics using the FCI. *American Journal of Educational Research*, 3(2), 116-120.
- Pozo, J. A., Sanz, A., Crespo, G., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9, 83-94.
- Pozo, J. I. (1987). La historia se repite: las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y Aprendizaje*, 10(38), 69-87.
- Preacher, K. J. (2001). Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence. Computer Software.
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002). The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. *Physics Education*, 37(1), 45.
- Sebastià, J. M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 161-169.
- Stein, H., & Galili, I. (2014). The impact of an operational definition of weight concept on students understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 1-29.

- Summers, M. (1992). Improving primary school teachers' understanding of science concepts-theory into practice. *International Journal of Science Education*, 14(1), 25-40.
- Summers, M. (1992). Improving primary school teachers' understanding of science concepts-theory into practice. *International Journal of Science Education*, 14(1), 25-40.
- UNESCO. (1986). *The place of Science and Technology in School Curricula: A global Survey*. París: UNESCO.
- Wallace, J., & Louden, W. (1992). Science Teaching and Teachers' Knowledge: Prospects for Reform of Elementary Classrooms. *Science Education*, 76(5), 507-522.
- Zhou, S., Zhang, C., & Xiao, H. (2015). Students' Understanding on Newton's Third Law in Identifying the Reaction Force in Gravity Interactions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(3), 589-599.

1. Eranskina

Mugimenduaren legeak

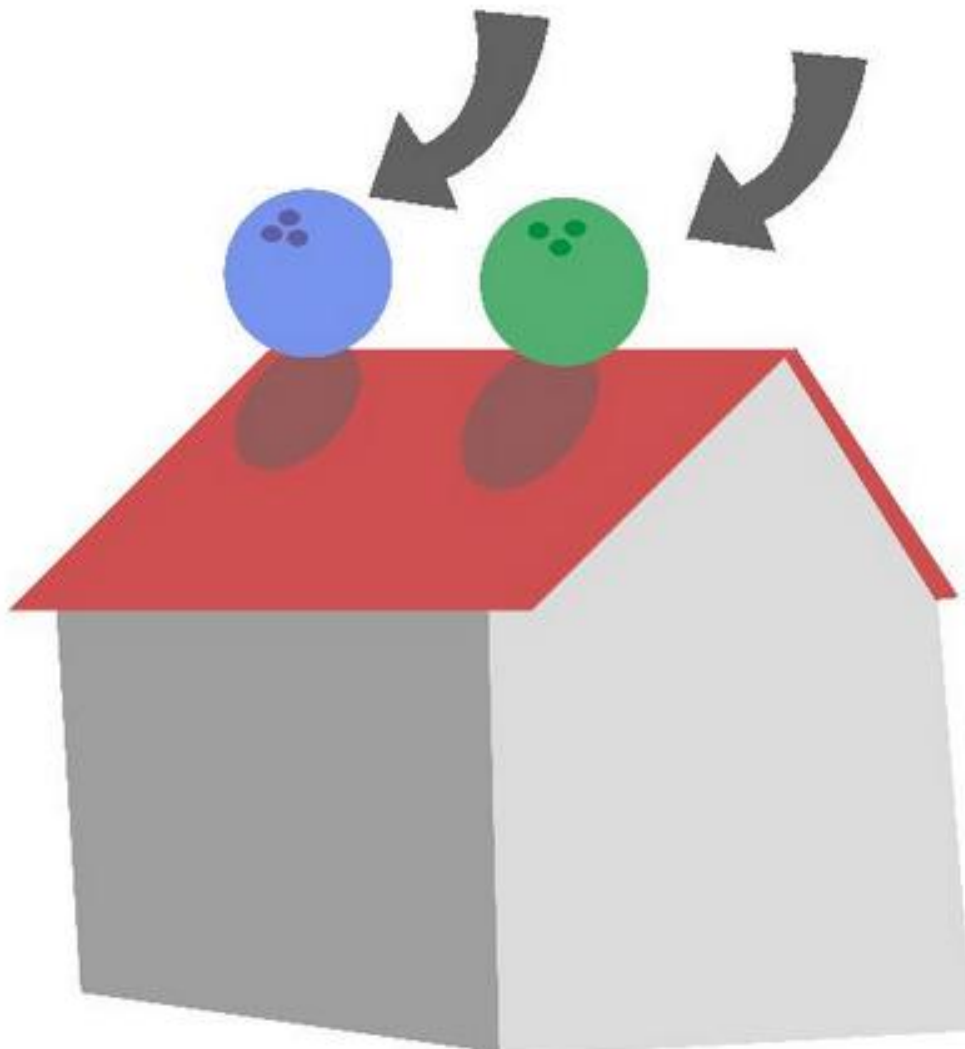
*Obligatorio

*Erantzun pertsonalki **

- ☐ Mutila
- ☐ Neska

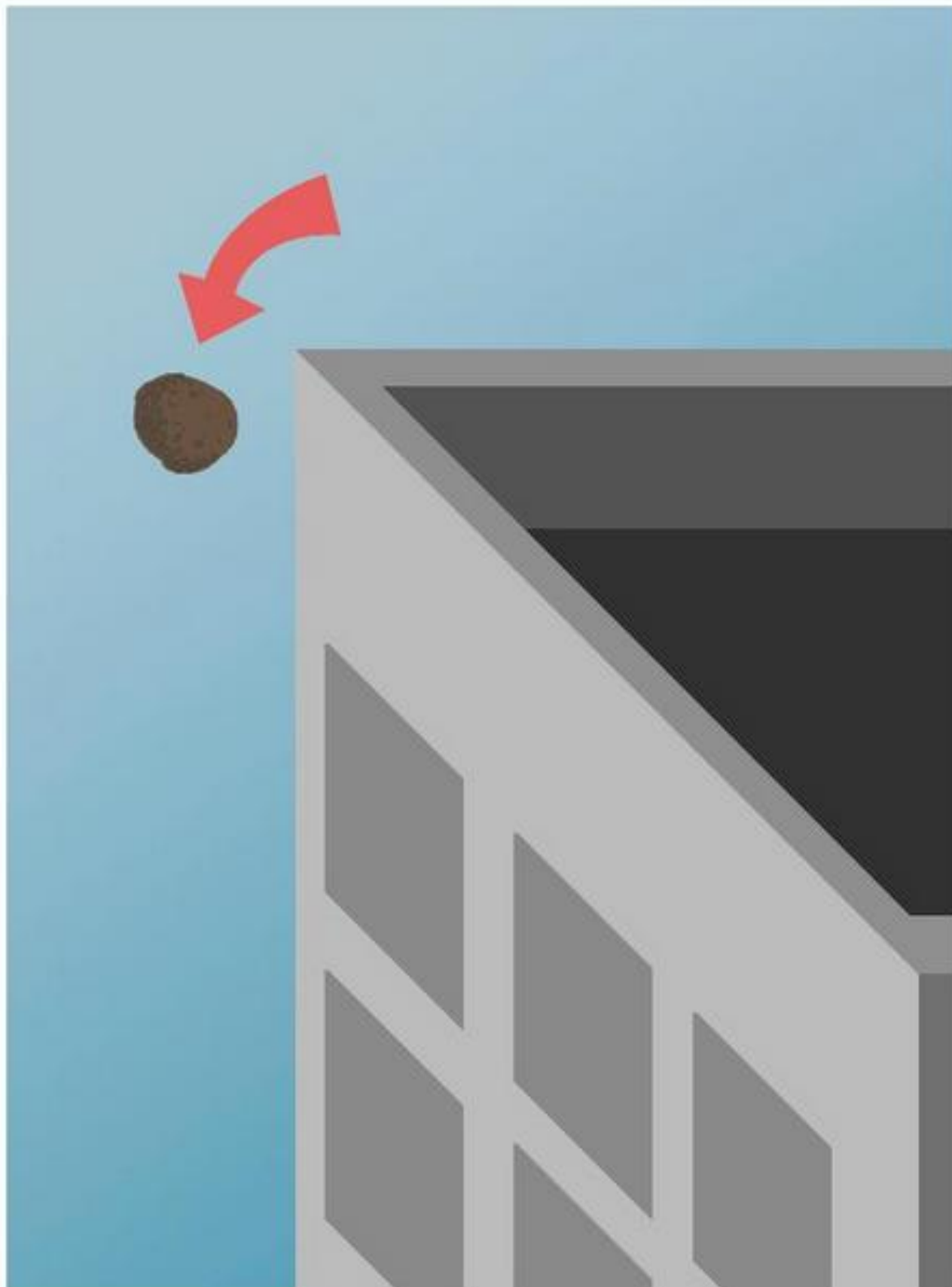
*Bi metalezko pilotak tamaina bera dute, baina bata bestearen bikoitza pisatzen du. Teiltatu batetik jaurtitzen baditugu biak momentu berean, zer gertatuko da pilota hauekin? **

- ☐ Pisu gutxiago duen pilota, bestea baino lehenago helduko da lurrera.
- ☐ Pisu handiagoko pilota, bestea baino lehenago helduko da lurrera.
- ☐ Biak aldi berean helduko dira lurrera.



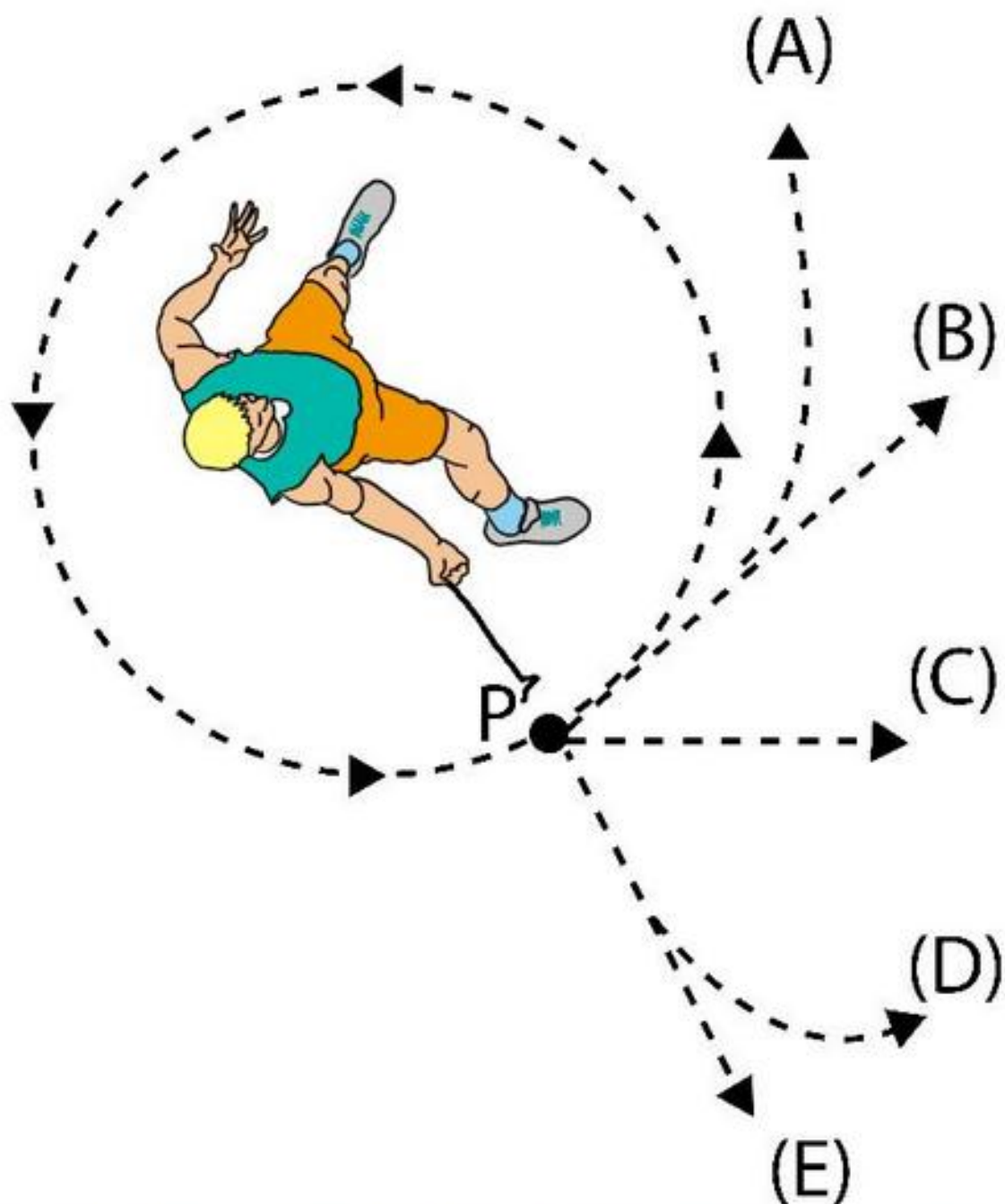
*Harri biribil bat eraikin bateko teilatutik erortzen uzten da, lurzorura erori arte: **

- Erortzen utzi eta denbora gutxira abiadura máximo bat hartuko du eta ordutik aurrera abiadura konstantean eroriko da.
- Geroz eta abiadura handiagoz erortzen da, grabitateak beheranzko indarra egiten diolako.
- Harria erori egiten da, objektu guztiek lurraz gainean egoteko joera naturala dutelako.



Gizon bat kordel batez loturiko burdinezko pilota bat biratzen ari da irudian ikusten den puntuan. Bat-batean, P puntuan soka puxkatu egin da. Zein ibilbide jarraituko du burdinezko pilotak?

- ☐ A aukera
- ☐ B aukera
- ☐ C aukera
- ☐ D aukera
- ☐ E aukera

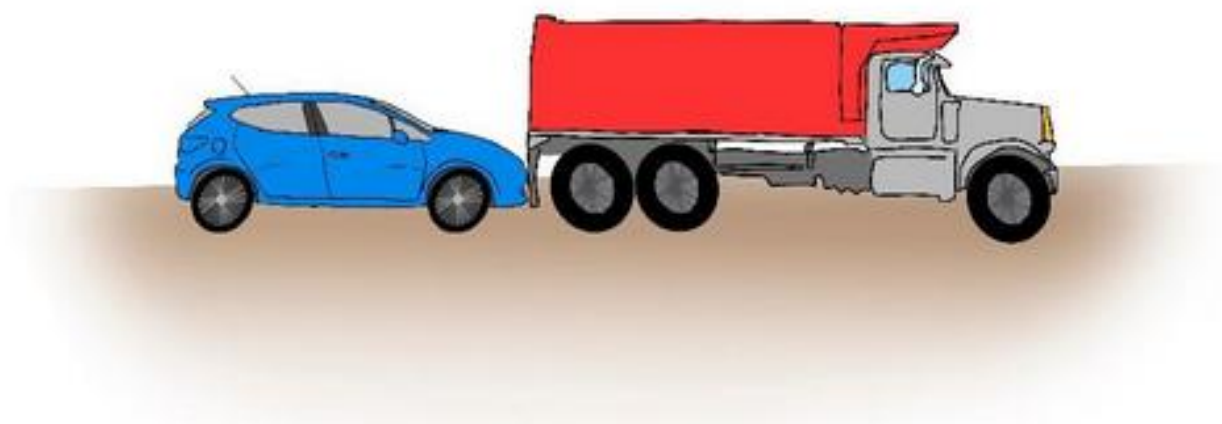


*Auto bat, kamioi bati bultzatzen ari zaio, irudian ikusten dugun moduan. Autoak kamioiari sakatuz azeleratzen duen bitartean **

- Kamioiak autoari bueltatzen dion indarra, autoak eragindakoaren bestekoa da.
- Kamioiak autoari bueltatutako indarra, autoak egindakoa baino handiagoa da.
- Kamioiak autoari bueltatutako indarra, autoak egindakoa baino txikiagoa da.

Behin autoak kamioia azeleratu duenean, abiadura konstante bat mantentzen ari dira. Puntu horretan:

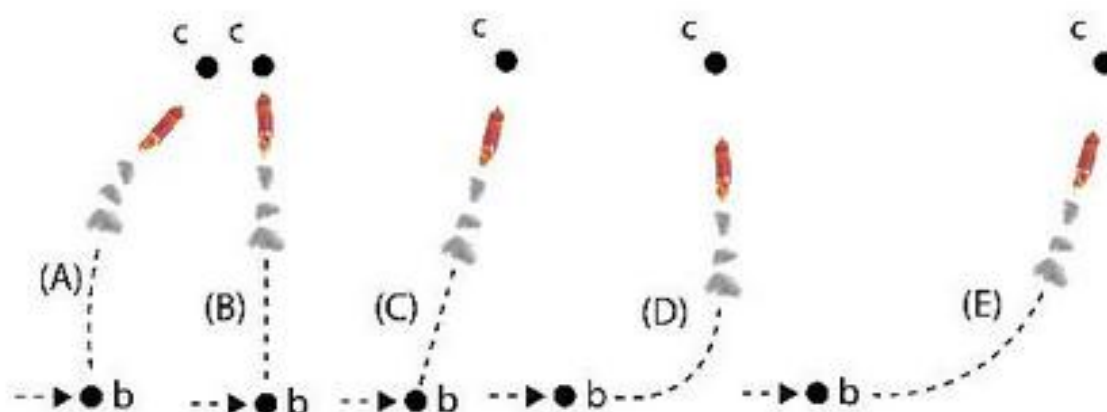
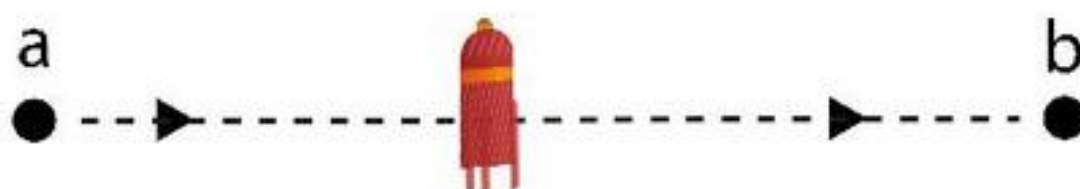
- Kamioiak autoari bueltatzen dion indarra autoak egindakoaren bestekoa da
- kamioiak autoari bueltatzen dion indarra, autoak egindakoa baino handiagoa da.
- Kamioiak autoari bueltatutako indarra, autoak egindakoa baino handiagoa da.



Kohete bat espazioan flotatzen ari da, eta berarengan inongo indarrek eragin gabe, *a* puntutik *b*-ra mugituko da. Behin *b* puntutik pasatzen denean, motorrak piztu egingo ditu, *b* puntuarekiko perpendikularrean, bultzada konstantea izanik. *

Zein norabide izango du suziriak motorra pizten duenean?

- ☐ A aukera
- ☐ B aukera
- ☐ C aukera
- ☐ D aukera
- ☐ E aukera

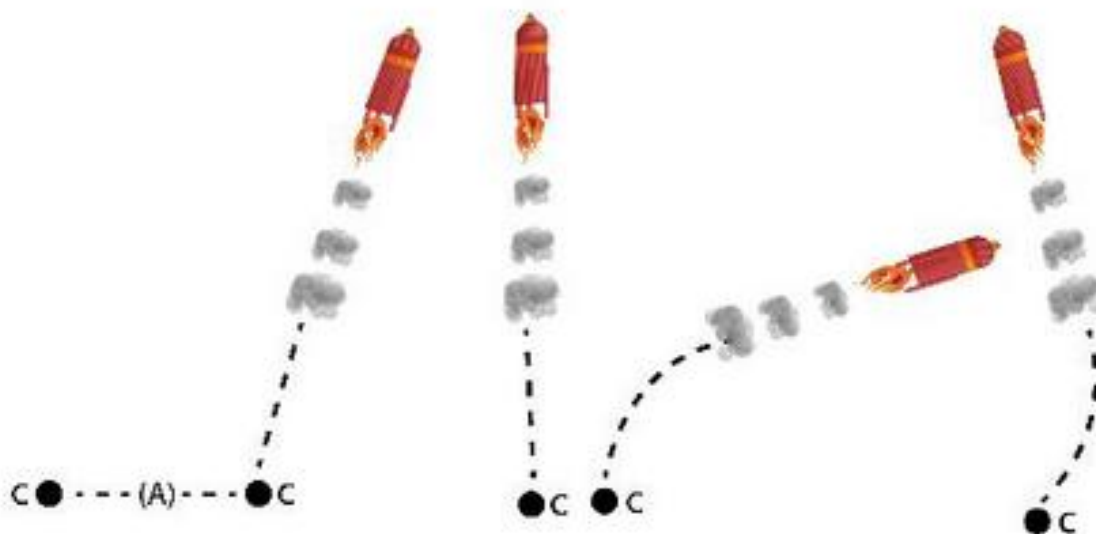


Koheteak motoreak piztu eta c puntura mugitzen den bitartean abiadura nolakoa da? *

- ☐ Konstantea
- ☐ Geroz eta azkarragoa
- ☐ Geroz eta motelagoa

C puntuan kohetearen motorra bat-batean geratu egin da. Hortik aurrera zein ibilbide jarraituko du koheteak? *

- ☐ A Aukera
- ☐ B Aukera
- ☐ C Aukera
- ☐ D Aukera
- ☐ E Aukera



2 Eranskina

Airea: Xiringa eta puxika

Materiala:

- Xiringa handi bat
- Urez betetzeko puxika bat

Zientziaren asterako prestatu zen esku hartzearen lehen atala ikasleei airea zer den eta gure inguruan nola aurkitzen dugun azaltzea izan zen. Horretarako, material oso sinpleez baliatu zen ikerlaria, azalpenak modu errazago eta dibertigarriagoan egiteko. Xiringa erraldoi bat eta urez betetzeko globo txiki batekin airearen propietateak azaltzea izan zuen helburu.

Lehenik eta behin, espazioa antolatzea izan zen ardura. Jakinik umeak hogeitik gorako taldeetan etorriko zirela, mahai guztiak bazter batean utzi ziren, bat izan ezik. Mahai bat ikerlariak hartu zuen eta eserlekuak mahai horren baitan jarri zituen zirkuluan. Horrela guztiek ikusi ahal izango zuten gainerako kidea.

Behin espazioa antolatuta edukita eta ikasleak zirkuluan eseri zirenean, galdera batekin hasten zuen klasea: Zer da airea?

Zientzia asteko esku hartze guztiak ikasleak parte-hartzeko espazio bezala antolatu ziren. Hori dela eta, lehen galdera honekin airea zer den beraiek azaltzea nahi zen. Esate baterako, lehen zikloko ikasleek laguntza gehiago behar izaten zuten airea zer den azaltzeko. Hori dela eta, pista txikiak ematen zitzaizkien, atera nahi ziren erantzunetara bideratzeko.

Zer da airea? galderak lehen kontzeptu garrantzitsura eraman zuen ikerlaria kasu guztietan: Haizea eta airearen artean diferentziazioa egitea. Haizea mugimenduan dagoen airea dela esaten zien eta ondoren gu airearen barruan bizi garela, arrainak uretan bizi diren era berean.

Xiringa oso handi bat erabiliz, esperimentu interesgarri bat egiten zuen ikasleekin. Airea konprimitu eta zabaldu ahal dela ikusteko, ikasle batez lagunduz, lehenik xiringa barruko airea estutu egiten zuen, puntako zuloa atzamarratz estaliz. Ondoren, bat-batean

zuloa askatu eta airearen zarata entzuten zen. Zarata horrekin batera ulertzen zuten aire konprimitu horrek xiringatik ateratzeko joera izango zuela.

Ondoren kontrako ekintza egiten zuen. Xiringaren zuloa atzamarrarekin estali eta ikasle bati xiringatik tiratzeko eskatzen nion. Airea toki txikian egotetik xiringan espazio asko okupatzera pasatzen zen, eta atzamarra askatzean klase osoari erakusten zion xurgatzeak egindako borobiltxo atzamarrean. Horrela, beraiek ikusi egiten zuten aireak atzamarra xurgatu egin ziola.

Aurretik ikusi den hau oraindik ere ikusgarriago egiteko, globo txiki bat airez puutzen zuen eta korapiloa emanda xiringa barruan sartu. Xiringa barruko airea konprimitzen zenean, globoko airea ere konprimitzen zen, hau askoz txikiago bihurtuz. Kontrara, xiringatik tira egin eta honen barruko aireak espazio handiagoa hartzen zuenean, globoak tamaina askoz handiagoa izaten zuen. Umeei zein gainerako irakasleei izugarri gustatu zitzaion hau, eta barre algarak ere egin zituzten ikasleak.

Esperimentu txiki honekin, lortu nahi nuena honako hau zen:

- Lehenik eta behin ikasle guztien artean ohartzea airea gure artean dagoen zerbait dela.
- Airea fluido bat dela eta bere barruan bizi garela.
- Aireak espazio gehiago edo gutxiago okupatu ahal duela, eta hau gertatzen denean aireak indarra eduki dezakeela.

Kandela, edalontzia eta platera

Materiala:

- Kandela borobil bat
- Plater sakon bat
- Ura
- Edalontzi bat
- Sua

Zientziaren asterako prestatu zen esku hartzearen bigarren atalean airea gai ezberdinez osatuta dagoela ohartarazi nahi zion ikerlariak ikasleei. Kasu honetan oxigenoan

zentratu zen eta suak oxigenoa kontsumitzeko duen beharra erakusten zuen esperimentu bat egin zuen.

Espazioa eta ikasleak jadanik antolatuta zituen xiringaren esperimentutik, baina kasu honetan metodologia ezberdina erabili zuen. Ez zuen ezertxo ere azaldu eta zuzenean esperimentua egitera joan zen. Esperimentu honetan fenomeno kurioso bat gertatzen zen.

Esperimentu nagusia egin baino lehen, prestatzeko saiakera txiki bat egiten zuen kandela eta edalontziarekin. Behin kandela pizten zuenean mahai gainean, edalontziaz estaltzen zuen eta poliki-poliki itzaltzen joaten zen. Berehala aipatzen zuten oxigenoa ikasleek, baita lehen ziklokoek ere. Behin hau ikusita, esperimentu nagusia egiten zien.

Lehenik eta behin, plater sakonean ura jartzen zuen. Ondoren, kandela jartzen zuen erdian eta sua ematen zion kandela honi. Kandela edalontziarekin estaltzen zuenean, platereko ur guztia edalontzi barrura pasatzen zen, suak erretzen zuen oxigenoaren espazioa okupatzera. Oso esperimentu ikusgarri eta kurioa da eta umeak hasieran magia truku bat balitz bezala ikusten zuten, baina laster ohartzen ziren honen atzean zientzia zegoela.

Zenbait hitz gakoren eta galderen bidez gidatu egiten zituen ikasleak nahi zituen erantzunetara. Esate baterako, galdera hau egiten zien: Suak edalontzi barruko airetik oxigenoa kontsumitzen badu, airea nola egongo da edalontzi barruan?

Galdera honekin ohartzen ziren, edalontzi barruan aire kantitate gutxiago zegoela, baina espazio handi batean, xiringaren esperimentuarekin erlazionatuz. Xiringaren esperimentuarekin erlazionatzen zirenean, nahiko arin konturatzen ziren, ura oxigenoaren espazioa ordezkatzera pasatzen zela.

Behin erantzun hori izanda, aprobatxatu egin zuen ikerlariak ikasleei edateko lastotxoak ere modu berean funtzionatzen dutela esateko. Lastotxoaren barruko airea xurgatzen dugula eta horregatik likidua lehengo airearen espazioa okupatzera pasatzen dela.

Lata eta sua

Materiala:

- Freskagarri lata bat
- Ura
- Sua

Hirugarren esperimentu honen helburua, aireak tenperatura ezberdinen arabera espazio gehiago edo gutxiago okupatzen duela ohartaraztea zen, honela eguneroko bizitzako fenomeno askori azalpen logiko bat eman ahal izateko.

Lata uzkertia deitu zion esperimentu honetan, ikerlariaren helburua izenarengatik beragatik lehenik eta behin interesa sortzea izan zen. Lehenagotik jada beraiek bazekitenez guztia zirkuluan eserita egingo genuela horrela utzi zituen, baina kasu honetan isiltasun osoa eskatu zuen, lata uzkertaren puzkarrak entzun beharko zituztelako.

Esperimentuarekin hasi baino arinago, egoera bat planteatzen zuen: Imaginatu klasean bero izugarria egiten duela eta guztiok bazter batean bata bestearen gainean gaudela. Zer egingo genuke?

Aurreko galdera egin ostean, berehala esaten zioten gela osoan zehar zabalduko zinela, freskoago egoteko. Erantzun hori aprobetxatuz, airea modu berberean portatzen dela azaltzen zien. Airea berotuz gero, sakabanatu egiten dela eta espazio gehiago behar izaten duela, berriro hozteko. Honekin jarraituz, kontrakoa ere posible dela azaltzen zien: airea hoztuz gero, konprimitu egiten dela, pinguinoak ipar poloan egiten duten moduan, berriro berotzeko.

Behin hau azalduta, esperimentu oso sinple bat egiten zuten. Mahaia urez bustitzen zuen apur bat, ondoren lata hustua behera begira jarritz, zuloa mahaia begira alegia eta sua ematen zion.

Aurretik isiltasuna eskatu zuenez, entzuten zen gauza bakarra latako albo batera mugitzean urarekin egiten zituen puzkar tankerako soinuak ziren. Soinu hori entzuteaz batera ikasleak barre algarak egiten zituzten, baina behin hauek lasaituta azalpen zientifikoa ematen saiatzen ziren.

Lehenik eta behin lataren zuloa erakutsi eta galdera bat egiten zitzaien: Zer dago lataren barruan? Lataren barruan airea zegoela esatea bilatzen zen eta ez zitzaien asko kostatu erantzun hori ematea. Ondoren, hasierako azalpenarekin erlazionatzen zen lata. Hau da, lata barruko airea suarekin berotzean, lata barruko airea berotu egiten dela. Zuloa behera begira zegoenez, laster baten erlazionatzen zituzten lataren mugimenduak eta puzkar tankerako zaratak, airearen zabalketarekin.

Azkenik, esperimentuarekin bukatzeko, beraien azalpenak entzun eta bideratu bitartean lata buruz behera uzten zuen hozten, eta behin kontzeptuak ulerturik zeudenean berriro isiltasuna eskatu eta lata mahaitik altxatzen nuen. “Blop!” xurgapenaren zarata entzun bezain laster, asko ohartzen ziren kontrako efektua gertatzen zela lata hozterakoan, hau da, barruko airea konprimitu egin zela.