



# Likidoak eta gasak

L. M. Bandres Unanue\*

Errealitatean edo postalen batean, nork ez du sekula Segoviako akueduktua ikusi? Nork ez daki antzina erromatarrek eraikitako akueduktuaren zati batzuk erabiltzen direla gaur egun Erroman ur-hornidura segurtatzeko? Eta nor ez da sekula harritu akueduktu horiek eraikitze behar zen “jakinduriaren” aurrean?

**B**ada, guk artikulu honetan “jakinduria” hori zalantzan ipini behar dugu; hidraulikari dagokionez, behintzat, arkitekturari buruz ez baitugu horrenbeste esaterik. Zertarako egiten ziren akueduktu erraldoi horiek? Ura garraiatzeko, noski, baina ez al zen errazago

—gaur egun egiten den bezala, lurra-  
ren azpitik hodi batzuk sartu eta bertatik pasaraztea? Horixe baietz! Baina garai horretako injineruek ez omen zuten ontzi komunikatuen legea ezagutzen, hau da, bi hodi oso luzez uztartutako ontzi batean bi hodietako ur-mailak beti berdinak direla ez zekiten. Alabaina, garai

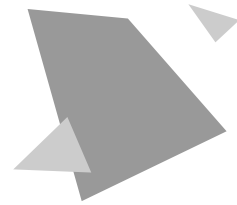
horretan zera uste zuten: hodiak lur-gainean jarriz gero behera egiten du urak, baina gora-behera asko dagoe-nez gero, adibidez, aldapan gora ura ezingo zen gora eramane. Hori horrela izanik, ura beti maldan behera eramane beharko litzateke; esate baterako, mendietan zeuden urtegiatik ura garraiatzeko, ibilbidearen puntu guztietan beherantzko maldatxoak zituzten eraikuntzak ipini behar ziren.

## Gorantzko bultzada?

Likidoek ontzi baten barruan hondotan eta hormen kontra ere presioa eragiten dutela esaten badugu, fisikaren izpirik ezagutzen ez dutenek ere gauza jakina dela esango dute. Alabaina, likido batek gorantzko presiorik egin ote dezake? Erantzuna, irakurleak igarriko duen bezala, baiezkoa da; bestela, zertarako galdetu?

Baina emandako erantzuna egiaztatu egin behar da eta horretarako saiakera erraz bat proposatzen dizugu. Har dezagun beirazko hodi nahikoa zabal bat. Ebaki dezagun kartoi gogorrezko pieza biribil bat, hodiaren diametroa baino pixka bat handiagoa.

I. irudian ikus dezakezun bezalaxe, hodiaren mutur bat pieza biribilarekin itxi ondoren, ura duen ontzi batean sar dezagun. Pieza eror ez dadin, erdi-erditik pasa diezaigun haritxo bat, hel diezaion. Hodia murgiltzen badugu, pieza biribila ez dela hondoratzen ikusiko dugu; hariaren bidez tira egin gabe, pieza hodiari itsatsita edo geratu dela ikusiko dugu. Sorginkeria? Ez, noski; ura da pieza behetik gora bultzatzen duena. Deskribatu dugun gorako presio hori neur dezakegu ondoren. Horretarako, arreta handiz ura hodira botako dugu, irudiak adierazten duen bezala. Hodiaren barruan dagoen uraren maila eta ontziaren barruan dagoenarena berdintzen direnean, pieza biribila erori egiten da. Bestela esanda, kanpoko urak piezaren gainean eragiten duen behetik gorako presioa eta hodiaren barrukoak goitik behera eragiten duena berdindu



egiten dira: altuerak berdinak badira, presioak ere berdinak dira. Harri-garria? Ez horixe; murgildutako gorputzen gainean agertzen den presio-legea baino ez da. Eta hari horretatik tiraka, berehala iritsiko gara murgildutako gorputzek izaten duten pisu-galera ulertzera, “Arkimidesen printzipioa” izenez ezagutzen den horretara, hain justu.

Esandakoa hobeto eta argiago ikusteko, aurrez azaldu dugun saiakera bera egin genezake; oraingoan, ordea, uraren ordean arinago den likidoren bat (alkohola, esaterako) tintaturik bota dezakegu. Orduan, eta orain arte esandakoa ontzat ematen badugu, hodiaren barruko likidoaren mailak kanpokoarenak baino altuago izan beharko du pieza biribila ez erortzeko. Eta, gainera, esandakoa egin eta gero, oso erraz kalkulatu ahal izango duzu hodiaren barruko likidoaren dentsitatea. Ausartuko al zara, irakurle?

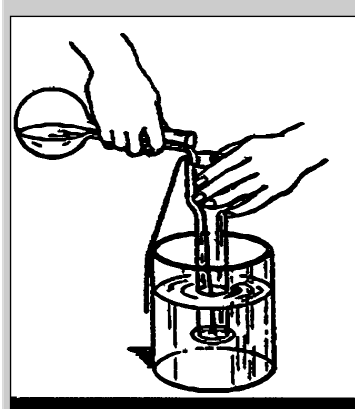
Saiakera hauetan forma desberdineko hodiak erabiliko bagenitu, bestalde, nahikoa erraz onartuko genuke fisikaren presio-legearen beste alderdi bat, hau da, likidoetan murgildutako gorputzen gaineko presioak sakonerrarekin duela zerikusirik, ez hodiaren forma edo bere ahoaren zabalerarekin.

Baina, noski, irakurleak hori ere egiaztatzeko eskatuko digu (2. irudia). Horretarako, atzera egin eta azaldu dugun saiakera bera egin dezagun hodi desberdinekin; sakonera berberera murgil ditzagun (horretarako, alde zuzenetik hodi bakoitzaren gainean altuera berean paperezko markak jartzea da biderik egokiena).

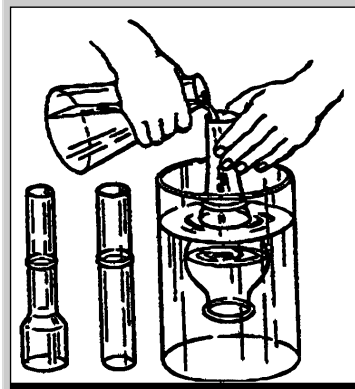
Dudarik ez egin: kasu guztietan hodi-takako likidoa altuera berdinerantz iristerakoan erori egingo da pieza biribila. Hodiaren formak eta ahoaren zabalerak desberdinak izan arren, altuera da presioa eragiten duen faktorea.

Nolanahi ere, ohartxo bat egin behar duzu esperimenduak benetan balioa izan dezan. Arestian esan bezala, presioan eragiten duen faktorea altuera da, ez luzera; beraz, hodia bertikalki sartu beharrean zehar-

ka sartuko bagenu, likido gehiago bota beharko genuke barrura lehen maila horretara irits dadin. Ulertzen? piezaren gaineko presioak ez du hodiaren barruan dagoen likido-kopuruarekin zerikusirik, bere altuerarekin baizik.



1. irudia. Gorantzko bultzada egiaztatzeko saiakera.



2. irudia. Gorputzek likidoetan jasaten duten presioa murgildurik duten altuerarekin, eta ez formarekin, duela zerikusia egiaztatzeko saiakera.

## Zerk du pisu gehiago?

Ez da nolana hiko galdera, ez pentsa. Balantzako plater batean goraino urez betetako treska bat ipiniko duzu; bestean beste treska bat, berdin-berdina eta hau ere urez beteta, baina zurezko pieza flotatzen duena. Zein treskak pisatzen du gehiago?

Galdera bera hainbat laguni egiten badiezu, irakurle, erantzun desberdinak jasoko dituzu. Batzuek zura duen treskak pisu gehiago duela

erantzungo dizute, uraren pisua ez ezik, zurarena ere kontuan hartuko dutelako. Beste batzuek ura besterik ez duen treskaren alde egingo dute, urak zurak baino gehiago pisatzen duela argudiatuz.

Zein da erantzun zuzena? Ez bata eta ez bestea: bi treskek berdin pisatzen dute. Bigarren treskak ura eta zura, biak, dituela egia da, baina zurezko pieza flotatzen ari dela esan dugu eta, beraz, piezak berak kanporatu duen ur-kopuruaren pisua bere buruarena bezainbestekoa da; ez dugu guk asmatu, Arkimedesek esandakoa da hori. Hori horrela izanik, balantza orekan egongo da; egon behar du!

Amaitu baino lehen, beste arazotxo bat plazaratu nahiko genuke. Balantza bateko plater batean ura duen baino erabat beterik ez dagoen ontzi bat eta neurtzeko erabiltzen diren pisutxo horietako bat jar ditzagun; beste platerean, balantza orekatzeko, pisuak baino ez ditugu ipiniko. Orekaturik dagoelarik, lehen platerako ontziaren barrura bota dezagun pisutxoa. Orekaturik segituko ote du balantzak?

Arkimedesen printzipioa dela eta, ontziaren barruan dagoen pisutxoak kanpoan baino gutxiago “pisatzen” duenez, platerak gora egingo duela pentsa genezake. Hala ere, balantzak orekan segituko duela ikusiko duzu. Nola uler daiteke hori?

Pisutxoak, ontzian murgiltzerakoan, uraren parte bat bultzatu egiten du eta, beraz, urak ontzian lehen zuen mailak ere gora egiten du. Beraz, piezatxo horrek beherantzko indar gutxiago eragingo du, baina urak maila handiago duenez, presio handiagoa eragingo du ontziaren hondan. Kontrako bi efektu horiek konpentsatu egiten dira eta horren ondorioz, balantzak orekan segitzen du. Azalpen sinpleagoa ere eman genazake, noski: bi plateren gainean jarritako guztia ez dugu ukitu ere egin, lekuz aldatu, besterik gabe; beraz, hasieran orekan baldin bazegoen, zergatik aldatuko da ondoren?

\* EHUko irakaslea