

# Beti izaten da erroreren bat

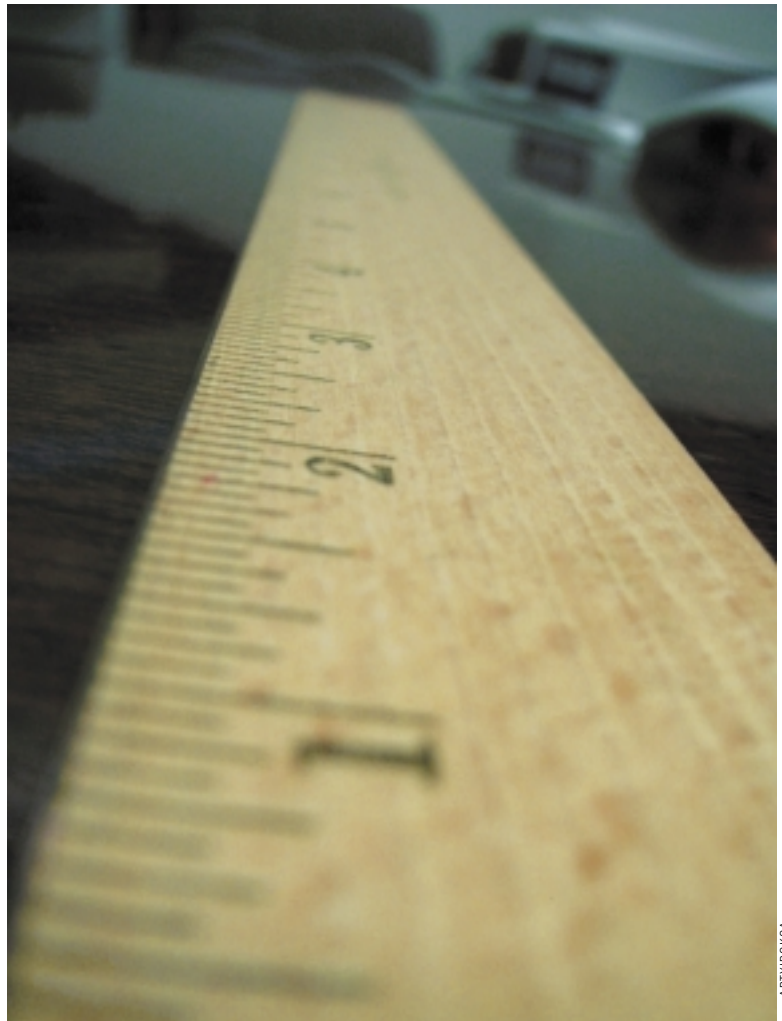
Guillermo Roa Zubia

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Neurketak egitean inoiz ez da zenbaki zehatz bat lortzen. Beti falta izaten da zehaztasuna, maila batean edo bestean. Horrek ez du esan nahi neurketa gaizki egin denik, baina bai metodoak berak errorea duela.**

ZENBAT NEURTZEN DU NIRE LANKIDERIK ALTUENAK? Berak esaten du ez dela bi metrora iristen. Bai, baina zenbat? "Bat eta laurogeita hamar pasatxo, ia bi metro". Bai, baina, *zehazki*, zenbat?" Bi metrora iristeko hiru zentimetro falta zaizkit".

Egia esan, lagunarteko elkarrizketa batean, nahikoa da zehaztasun hori; 1,97 metro zer den argi dago, eta ez lioke ezer erantsiko milimetro-kopurua jakiteak. Baina, agian, nire lankideak esperimentu biologiko batean parte hartuko balu, eta haren altuera neurtu beharko balute, ez litzateke harrizketa izango milimetrotako zehaztasuna ezinbestekoa izatea.



ARTXIBOKOA

Neurketetarako irizpide zientifikoak oso zorrotzak dira. Adibidez, ez dira berdinak 1,97 zenbakia, 1,970 eta 1,9700. Ustez, azken hamartarraren atzean zeroak gehitzeak ez du aldaketarik eragiten. Zientzian, ordea, asko aldatzen da.

Demagun lankidea neurtzen dutela, eta, emaitzen txostenean, 1,970 metro idazten dutela biologoek. Zer esan nahi du horrek? Horrek esan nahi du metro bat, laurogeita hamazazpi zentimetro

eta zero milimetro neurtzen duela. Ez milimetro bat edo bi. Ez. Zero milimetro bat laurogeita hamazazpitik gora. Eta txostenean 1,97 metro idatziko balute, adieraziko lukete milimetroen kopurua ez dutela neurtu. Ez dakitela, eta, seguru asko, ez dutela jakin nahi.

## Neurgailuaren mende

Pertsona baten altuera neurtzea erraza da, baina beste hainbat neurketa egiteak arazo asko izan ditzake. Noski,



ARTXIBOKOA

Zenbat metro ditu Everestek?

arazoa zehaztasun-mailaren arabera da; neurri bakoitzarentzat ezberdina da maila hori. Zenbat metro ditu Everestek? Zenbat milibarreko presio atmosferikoa dago orain eta hemen? Zenbat tona pisatzen du elefanteak? Zenbat milaka gradutan urtzen da titanioa? Zenbat segundo-ehunenetan egin zituen Marion Jones atletak ehun metro azken lasterketan?

Everesten adibidea esanguratsua da. Altuera metrotan neurtzeko teknikak badaude, baina zehaztenak ez daude denon esku. Satellite batetik laser bidez, adibidez, zehaztasun handiz neur daitezke, baina edozeinek ez du beharrezko teknologia izaten horretarako. Triangelaketa errazagoa da, baina metodo horrek ez du metrotako zehaztasuna ematen. Nahiz eta neurketa kontu handiz egin, emaitza ez da inoiz zehatza izaten, metodoak berezko errorea duelako.

Eta hori zehaztu egiten dute zientzialariek emaitza numerikoak idazten dituzten bakoitzean. Esate baterako, nire lankidearen altuera 1,97 metro da, zentimetro bat gorabehera. Horrek esan nahi du altuera 1,98-1,96 tartean dagoela, baina ziurtatzen du neurketak ez duela hori baino errore handiagorik; are gehiago, neurketa horrekin, altuera ezin da hori baino zehatzago jakin, erabilietako metodoa ez delako zehaztasun handiagoa emateko modukoa.

Zehaztasun-maila emaitzarekin batera ematen da, beraz. Everest mendiak 8.848 metro, lau gorabehera, dituela esaten bada, adibidez, neurtze-metodoak gehienez lau metroko errorea duela adierazten da.

*“zientzian zehaztasun-maila emaitzarekin batera ematen da, metodoaren kalitatea kontuan hartu behar delako”*

### Errorerik handiena

Eta, zer altueratan egongo litzateke nire lankidearen burua Everesten gailurrean egongo balitz? Zuzenean neur genezake, lankidea haraino igotzen bada. Ez da lan erraza, ordea. Errazagoa da aurreko bi neurketetatik abiatuta

hori kalkulatzeko. Hori dela eta, erabili beharreko datu gehienak, neurtu beharrean, beste datu batzuetatik kalkulatu dituzte zientzialariek. Kasu honetan, jadanik neurtutako bi altuerak batzean lortuko genuke emaitza. Baina kontuz. Emaitza horrek ere zehaztasun-maila bat izango luke. Errore bat izango luke.

Pentsa daiteke burua 8.849,97 metro-ra egongo litzatekeela (bi altueren batura), eta errorea zentimetro batekoa izango litzatekeela. Baina hori ez da zuzena. Nahiz eta lankidearen altuera zentimetrotako zehaztasunez neurtu den, mendia lau metroko errorearekin neurtu da. Beraz, lankidearen burua 8.852 eta 8.845 metroko tartean egongo litzateke. Ez dago argi zehatz-mehatz non; emaitzatat 8.850 metro hartu beharko litzateke, baina lau metroko errorea dagoela onartuta, hasierako neurketetan ezin baita zehaztasun hori gehiago doitu.

Hemen aurkeztutako adibidean, ez du zentzu handirik hamartarrak erabiltzeak. Everesten altuera da bietan zehaztasun txikiena duena, eta metrotan dago; beraz, zehaztasun bera erabiltzearen, lankidearen altuerak ere metrotan behar du. Beraz, biribildu egin beharko da, bi metrora kasu honetan. Eta horregatik da 8.850 metro kalkularen emaitza.

### Biribiltzeko irizpidea

Zergatik biribildu behar da lankidearen altuera bi metrora? Zergatik ez da metro batera biribiltzen, komaren aurretik 1 zenbakia agertzen bada? Arrazoa simplea da: 1,97 gertuago



ARTXIBOKOA

Zenbat segundo-ehunenetan egin zituen Marion Jones atletak ehun metro azken lasterketan?

dago 2tik 1etik baino. Begi-bistan dago, ezta? Eta, zenbaki osoa izan beharrean hamartar bat behar izanez gero, biribildu ondoren 2,0 zenbakia lortuko litzateke; azken zero hori garrantzitsua da, lehen hamartarraren zehaztasuna adierazten duelako.

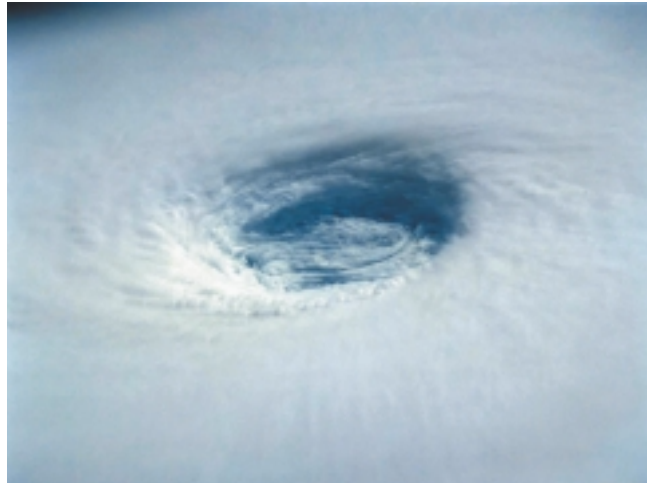
Biribilketa ez da beti hain garbia izaten, baina gertutasunaren irizpideari eutsi egin behar zaio. Ergelkeria bat badi-rudi ere, gogoratu behar da 1,51 zenbakia ere 2tik gertuago dagoela 1etik baino, baita 1,50001 zenbakia ere. Berriz ere, biribiltzeko orduan, 2ra jo beharko da (eta 1,5era, hamartar bat behar izanez gero).

1,5 zenbakia, ordea, ez dago 2tik gertuago 1etik baino. Zer egiten da kasu horretan? Zientzialariak ados jarri dira, eta kasu horietarako irizpidea finkatu dute: biribilketa zenbaki bikoiti batera egingo da. Horren arabera, 1,5 zenbakia 2ra biribilduko da, eta ez 1era, eta, esate baterako, 4,5 zenbakia 4ra. Erabaki arbitrarioa da, baina zientziaren esparruan onartua.

### Neurriaren kalitatea

Lankidea bi metro luze dela jakinda, Everesten gailurrean balego, 8.850 metroko altueratik ikusiko luke ingurukoa. Eta lau metroko errorea onartzen da neurketan. Hala ere, neurketa ona da hori? Nahikoa zehatza?

Emaitza bat lortutakoan, hausnarketa egin behar da. Agian, errorea handiegia



Zenbat milibarreko presio atmosferikoa dago orain eta hemen?

ARTXIBOKOA

da eta ezin da emaitza aintzat hartu; agian, neurtzeko metodoa aldatu egin behar da, eta beste metodo zehatzago bat erabili. Ez da erabaki erraza; zenbakiari begiratzeak lagun dezake.

Erroreak berak eman dezake erantzuna. Adibidez, lau metroko errorea badago Everesten altueran, zenbakien bitartez analiza daiteke. Errorea emaitzaren zein portzentaje den kalkulatu besterik ez da egin behar:

$$(4 \times 100) / 8.848$$

*“errorea emaitzaren zer portzentaje den kalkulatu, neurketaren kalitatea zenbatekoa den jakin daiteke”*

Eragiketa horren emaitza, bi hamartarrera biribilduta, % 0,05 da. Hau da, errorea neurtutako balioaren % 5era ere ez da iristen. Beraz, ontzat eman daiteke, arazorik gabe. Oro har, zientzialariek ehuneko hori hartzen dute irizpidetzat. Everesten kasuan, beraz, kalitatezko emaitza lortuko da, lau metroko errorea duen metodo batez neurtzen bada.

Errorearen gorabehera zehaztea ez da nahikoa horretarako. Esate baterako, Lurretik Ilargirako distantzia neurtzean, lau metroko errorea oso txikia da, baina pertsona baten altuera neurtzean, berriz, oso handia. Beraz, non dago errore onargarriaren muga? Zenbateko errorea eman daiteke ontzat?

Dena dela, zientzian gauzak poliki doaz, eta kontuan hartu behar da zientzialariek berek akatsak egin ditzaketela. Izan ere, lankideen altuera hamar aldiz neurtuko bagenu, ez genituzke hamarretan emaitza berak lortuko. Horregatik, ez da emaitzarik onartzen behin bakarrik neurtuz gero. Zenbat eta neurketa gehiago egin, orduan eta ziurragoa izango da emaitzaren zuzentasuna.

Astuna? Lan astun samarra da, bai, baina beharrezkoa. Zientzialariak ahalik eta lan txukunena egin behar du, erabiltzen ari den metodoak berez baduelako errorea. Errorea beti-beti izaten da. Beti. ◻

Zenbat tona pisatzen du elefanteak?



ARTXIBOKOA