



Enrike Zuazua, matematikaren uhinean

**Eustakio Arrojeria &
Pili Kaltzada***

Enrike Zuazuak Madrilgo Unibertsitate Conplutenseko bere bulegoan hartu gintuen arratsalde hartan. Doktoretza-ikastaro berria egun horretan bertan hastekoa zen eta gurekin hitz-aspertuan ari zen bitartean, makina bat ikasle etorri zitzaion galdezka. Halaber, zeregin berean aritu ginen gu zati handi batean: bere ikas-garaiaz, lanbideaz, esperientziak, gaur egungo lanaz eta etorkizunaz galdezka.

Duela 34 urte Eibarren jaio zen. Unibertsitatera joateko unera arte, bertan txer egin zituen ikasketak. Geroago, 1979an Leioako kanpusera joan zen eta bertan, matematika hurbiletik ezagutzeko aukera izan zuen. Analisi numerikoa hau-

tatu zuen orduan eta geroztik, aukera horri eutsi izan dio Matematika Aplikatua landuz eta bereziki, Deribatu Partzialetako ekuazioak aztertuz. Eusko Jaur-laritzak emandako beka bati esker, Parisen doktoradutza-ikastaroa egin zuen. Garai horri buruz

hitz egin zigunean, Maria Jesus Esteban basauriarrak, gaur egun Paris-Dauphin Unibertsitatean eta Frantziako CNRS-an katedradunak, emandako laguntza azpimarratzeko eskatu zigun, baita Leioako Matematika Sailan jasotako aholkuak eta laguntza ere. Eta guk, horrelaxe egin. Izan ere, 1984.a erabakiorra izan zen eta orduan egindako aukerak ondorengo ibilbidearen lehen pausatzat ditu Enrikek. Horri esker, tesia egin eta Parisen lau urtez aritu zen lanean. Ondoren eman zituen urratsak jarraitzeko ziztu bizian joan behar da leku batetik bestera: Euskal Herriko Unibertsitateko Leioako Kanpusera, Madrilgo Unibertsitate Autonomora eta 90. urteaz geroztik, Madrilgo Conplutensean katedradun izatera heldu zelarik. Bai irakurle, ez duzu gaizki irakurri. Enrike Zuazuak 34 urte besterik ez ditu.

Zetiaz-Elhuyar: Matematikarien artean "ohorezko" zerrendak daudela esan ohi da. Zaila al da estatus horretako jendearekin harremanetan jartzea?

Enrike Zuazua: Matematikan, bizitzaren beste zenbait arlotan bezalaxe, zure burua ezagutzera eman behar duzu informazioa dagoen lekuetara iritsi nahi baduzu. Etengabe egiten ari denaren berri izan behar duzula esan nahi du horrek eta hori lortzeko, ezin zara zure bulegoan sartuta geratu. Zure burua jantzi egin behar duzu, informazioa trukatzeko bideak ezagutu eta bitarteko horiek erabiltzen ikasi behar duzu. Entropiak zure buruan eta gertuen duzun komunitatean ixtera eramaten zaitu eta arrisku horren kontra borroka kontzienteki egin behar da. Matematikari buruz ari gara noski, baina hausnarketa honek bizitzaren edota zientziaren arlo guztietarako balio duela uste dut.

Z.-E.: Aldiz, matematikariei buruz jendeak duen irudia ez da hori izaten...



Enrike Zuazua Madrilgo Complutense Unibertsitateko katedraduna da 1990. urtez geroztik. Argazki honetan, *Elhuyar*. Zientzia eta Teknika aldizkaria aurrean duela ageri da Enrike.

E. Zuazua: Jakina! Jende askorentzat matematikariak bakarka bere gelatxoetan sartuta lan egiten duten teorikoak dira, baina errealitatea guztiz bestelakoa da. Batetik, matematikaria ez da eguneroko bizitzatik eta premia errealetatik at bizi den “zientzilari eroa”. Esate baterako, gure sailera iristen diren lan gehienek jatorri praktikoa dute: fisikariek edo injineruek ekartzen dizkiguten arazo praktikoa aztertzen ditugu matematikoki. Eta bestalde, taldearen beharra dugu guk ere, gainerako ikertzaileek bezalaxe; gaur egun matematikan zerbait sakona egin nahi bada, talde-lana funtsezkoa da, horrek etengabe zure ideiak besteen aurrean azaltzera

behartzen zaituelako. Eguneratze horretan norberaren teoriak eta lanak aberastu egiten dira eta informazioa trukatzeko sare sendoa osatzeko urratsak ematen dituzu. Horrela ez bada, nola ulertu matematikariaren lana?

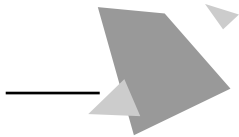
Z.-E.: Matematikaria eta ikertzaile hitzak erabiltzen dituzu etengabe. Matematikaria eta irakaslea binomia ez al duzu aintzat hartzen?

E. Zuazua: Bai horixe! Matematikaria, edo zientzilaria hobeto ulertzeko, ikertzailea eta irakaslea da, bi iharduerak batera eraman behar izaten dituen neurrian. Eta niri egokia ezezik, funtsezkoa iruditzen zait hori, norberaren formazioaren bi alderdi nagusiak batera eraman ahal izatea luxu itzela baita! Askotan eztabaidatu izan dugu horren inguruan, baina nire ustez jadanik ez dago banake-

ta hori egiterik. EEBBetan esate baterako, ikerketa eta irakaskuntza elkarren osagarri direla aspalditik dakite eta horretan oinarritzen da bertako hezkuntza- eta ikerketa-eredua. Gure artean oraindik entzun ohi da zerbait horri buruz, baina hika-mika horiek gainditzen ari direla uste dut. Nire esperientzia pertsonalari buruz galdetuz gero, zera esango dizuet: zure ideiak eta teoriak lantzeko bideak irakaskuntzari esker jorratzen dituzu eta gero, ikasleen aurrean *biluztu* duzun teoria hori praktikara eraman dezakezu ikerketaren bitartez. Nire ustez, ikertzaileek gero eta gehiago ari dira irakaskuntzara mugatzen eta duela gutxi arte nolabaiteko zigorra dela uste bazen ere, ez dut opari esango, baina atseginez onartzen dela esango nuke.

Z.-E.: Mundu-mailan matematika arlo dinamikoa dela esango al zenuke. Bestela esanda, elkarren berri ba al duzue matematikariek?

E. Zuazua: Etengabe izaten dugu elkarren berri. Duela gutxi arte, nazioarte-mailan antolatzen diren kongresuak izaten ziren bilgune nagusiak; neurri handi batean, oraindik biltzen gara topaleku horietan, baina baliabide berriak ditugunez gero, horren beharra ez da hain handia. Posta elektronikoren bidez edota Internet-en zerbitzuak erabiliz edonon egon zaitzke eta edonorekin mintzatu zure bulegoko ordenadoretik batera urrundu gabe. Jendeak uste duenaren kontra, matematikari buruzko anitz kongresu antolatzen da munduan. Jakina, horietan ez da matematika bere osotasunean aztertzen eta oso gai konkretuak —konkretuegiak zenbait kasutan— jorratzen dira. Gezurra dirudien arren, gure arloan antolatzen diren kongresuen artean aukera egin behar izaten da bitzta erdia hegazkinean eman nahi ez baduzu. Informazioa trukatzeko aukera ezinhobea eskaintzen dizu kongresu horietan parte hartzeak;



ZIENTZIA

ikerketaren puntan jartzen zaitu. Izan ere, iker-tzaile guztiek dituzten kezka foro horietan transmititzen dira eta horiei esker jasotzen da informazioa. Nolanahi ere, behar hori asko jaitsi da azken urteotan. Arestian esan bezala, matematikariok egiten dugun lana bideratzeko posta elektronikoak informazioa trukatzeko bide berriak zabaldu dizkigu. Lehen, hilabete bateko prozesua zen, beste matematikari batekin harremanetan jarri, zure kezka azaldu eta bere erantzuna jasotzea, baina gaur egun ia-ia denbora errealean ematen dira: ez duzu gutun baten zain egon beharrik, ia-ia galdera egin orduko jaso dezakezu erantzuna. Informazioa trukatzeko baliabide berri horiek berdintasuna ere sustatu dute. Indiako matematikari batekin harremanetan jartzea erraztu egin du: Indiako profesionalak ez du jadanik EEBBetara joan beharrik bere lana eza-gutzera emateko. Alderdi hori ez da oraindik behar bezala aztertu, baina garapen bidean dauden herrialdeetan baliabide informatiko berriek sor dezaketen iraultza zientifikoa oso gai interesgarria da. Hurrengo batean nahi baduzue, horretaz ihardun dezakegu, baina orain nire doktoradutzako ikastarora joan beharra daukat...

* ZETIAZ - Elhuyar

1995: zikloien urtea

Azken 25 urteotan ez da antzekorik gertatu. 1995eko meteorologiako datuak aztertu dituzte jadanik eta Coloradoko Unibertsitateko ikerlariek iazkoa errekor-urtea izan zela iragarri dute: 11 zikloi —horietarik 5 izugarri bortitzak, 177 km/h. abiadura gaindituz— eta 19 ekaitz tropikal izan ziren iaz abuztuaren 22tik azaroaren 31era bitartean. Abuztuaren 11a baino lehenago gertatu ziren 5 ekaitz eta 2 zikloi; era horretako aktibitate goiztiarra 1966. urteaz geroztik ez zen ezagutzen. Laburbilduz, iazko zikloi-aktibitatea aurreko urtekoa baino %235 handiagoa izan zen. A ze urtea!

Meteorologoak ez datoz bat fenomeno horien guztien jatorria zein den esaterakoan, baina ozeanoetako ur-masa handien higidurarekin zerekusia izan dezakeela uste dute gehienek. Azken 25 urteotan ur-masa horien higidura nahikoa egonkorra izan bada ere, iaz azkartu eta ekaitz-aktibitate itzela sorrarazi omen zuen. Horrez landa, badira zikloien maiztasunarekin zerekusia izan dezaketen beste zenbait faktore ere. Horien artean, Afrikako kostaldean itsasoaren tenperatura igo izana nabarmendu dute adituek, erabateko frogapenik ez dagoela garbi esan badute ere.

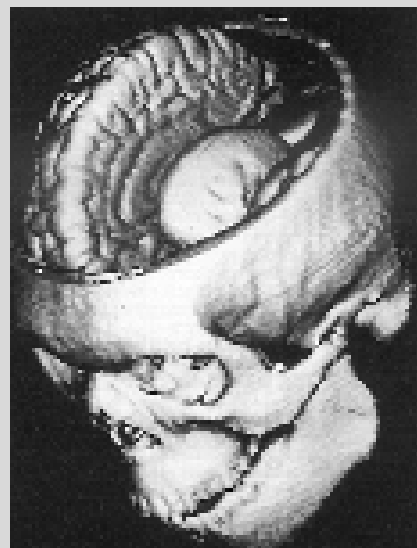
Nolanahi ere, aurtengoa lasaiagoa izatea espero dute adituek. Egindako iragarpenak betetzekoan, zortzi ekaitz tropikal baino ez da izango aurrean.

Bederatzi urterekin hizketan?

Garunaren ezkerreko hemisferioa kendu eta laster, bederatzi urteko haurrak hitz egiten ikasi du. Psikologo eta neurologoak harrিতa daude; eskuineko hemisferioaren laguntzaz, hain berandu hitz egiten ikasi duenik ez baitute ezagutu inoiz.

Haurrak zuen gaitza zela-eta, odola nekez iristen zitzaion ezker hemisferiora eta ez zen hitz egiteko gauza. Ebaketa egin zitzaion hemisferio kaltetua kentzeko eta bi urteren buruan ia helduak bezain ondo hitz egiten du. Ezkerreko hemisferioa da hizkuntzak ikasteko darabilgun garuneko aldea, baina mutikoak eskuinekoa erabili behar izan du gaitza dela medio.

Gertaera horrek neurologoak eta psikologoak harri eta zur utzi ditu. Orain arte uste zenaren arabera, gizakiak behin adin batetik aurrera ez du hitz egiten ikasteko ahalmenik. Garuneko nerbio-zelula sareek urtetan lanik egin ez badute, malgutasuna galtzen



Bizitzako lehen urteetan eta garunaren ezkerreko hemisferioari esker, gizakiak hitz egiten ikasten du. Orain arte hala uste zen behintzat. Ezkerreko hemisferioa kendu dioten haur batek bederatzi urterekin ikasi du hizketan.

dute. Psikologoek ustez, hitz egiten ikasteko gaitasuna haurtzaroan izaten dugu eta urte gutxitara gaitasun hori galdu egiten da. Mutikoari gertatu zaiona ikusiz ordea, adituek noraezean dabil-tza. Bederatzi urterekin eta eskuineko hemisferioari esker, hizketan nolatan ikasi duen aztertu beharko dute.

Orain dela 185 bilioi urte...

Gure planetan, Lurra bera baino askoz lehenago sortutako “denbora-kapsulak” aurkitu dituzte; halaber, Eguzkia bera baino lehenago

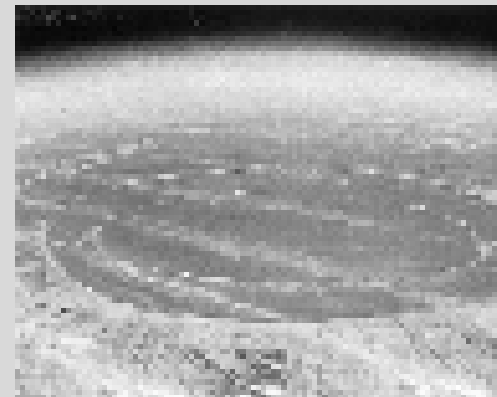


sortuak direla uste dute ikertzaileek. Erdi ezkutu egon dira gaur egun arte, orain dela 185 bilioi urte iritsi ziren “kapsula” horiek Kanadako hegoaldean; ez ziren bere kasa etorri, Everest Mendikatearen neurriko meteorito batek ekarrita baiduz.

Meteoritoaren hondakinak aztertu zirenean, baloi baten tankerako karbonozko atomo-kaxak aurkitu zituzten. Zientzilariak orduan hainbat hipotesirekin lan egiten hasi ziren; berehala “kapsula” horiek meteoritoa Lurre-

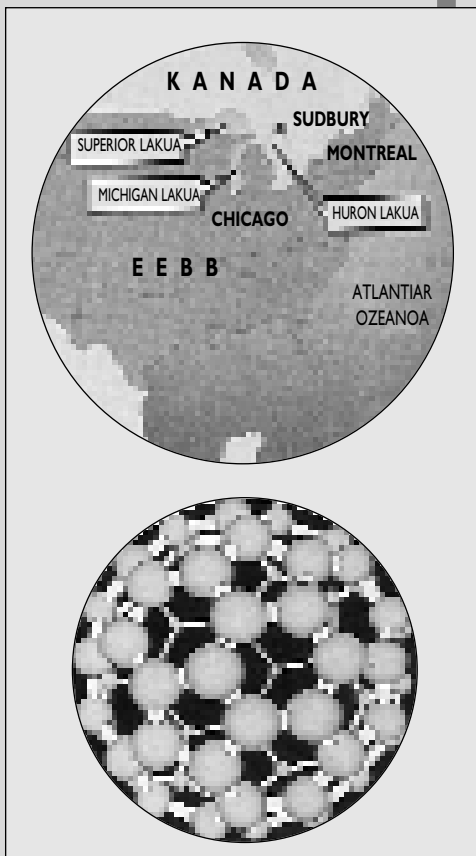
ra hurbildu baino lehen sortu ote ziren aztertzeari ekin zioten, baina erabateko frogapenik gabe. Korapilo hori askatzeko, hau da, karbono-kaxa horiek meteoritoaren barnean zergatik zeuden jakiteko, ikerketa sakonagoak egin zituzten. Berehala, “baloi” mikroskopikoetan helioa aurkitu zuten. Ez zen ordea edonolako helioa, ez baitzen Lurreko atmosferan edo Eguzki-Sistemaren barruan sortutakoa. Izar zahar batek, Eguzkia bera baino lehenagokoak antza, bilioika urtez izan ditu

helioa eta karbonoa beregan askatu aurretik. Jatorria ezagututa, bigarren korapilo bati heldu zioten zientzilariek: nolatan ez zuen helioak ihes egin meteoritoak Lurra jo zuenean? Talan sortutako beroak helioa askarazi behar zuela pentsa daiteke, baina ez zen horrela gertatu. Adituen ustez, Lurrarako bidean meteoritoa atmosferan zaitu egingo zen eta puska batzuk pisuz eta gorputzez nahiko txikiak zirenez gero, Lurrarekin talka egitean ez zuten helioa askatzeko adinako berorik sortu. Horra hor bada, balizko arrazoia. Hala ere, oraingoz dena da hipotesi hutsa.



Yukatango Chicxulub kraterrak informazio zehatza eskaini die zientzilariei. Lurraren kontra talka egin zuen meteoritoari buruz gehiago dakigu honi esker. Irudian, kraterraren simulazioa.

Espazioan bilioika urtez ibili ondoren, Everest Mendikatearen tamainako meteoritoa erori zen Kanadako hegoaldean orain dela 185 bilioi urte. Berarekin bola itxurako helio-kateak ekarri zituen, Lurra eta Eguzkia bera baino lehenagokoak.



Izarren hautsa harri bihurtuta

Teoría askoren iriztitziz, dinosaurusak desagertarazi zituen jazoerak badiu meteorito erraldoi batekin zerikusi zuzena. Eta Kanadako eta Mexikoko ikertzaile-talde batek uste duenez, delako meteoritoak 10 kilometroko diametroa zuten 88.000 kilometro orduko abiaduraz talka egin zuenean. Datu horiek guztiak zehaztasun handiz iragarri ditu aipaturiko ikertzaile-taldeak. Izan ere, Yukatango Chicxulub kraterrak informazio zehatza eskaini omen die. Hipotesien

arabera, kraterra duela 65 milioi urte sortu omen zen meteorito erraldoiak, atmosfera zeharkatu eta gero, talka egin zuenean. Hondale aztertu duten ikertzaileek 7.000 kontrol-gune inguru ipini dituzte datuak biltzeko. Datu horien arabera, kraterrak 180 kilometroko diametroa du eta 20 eta 40 kilometro bitarteko sakonera. Meteoritoari buruzko datuak aipatu ditugu jadanik: 10 kilometro diametroa eta berebiziko abiadura. Hortaz, sekulako triskantza eta oreka ekologikoa haustea eragin zuela ondorioztatu dute ikertzaileek.

