

# ZERTARAKO BALIO DU HORREK?

GORKA AZKUNE GALPARSORO  
Adimen artifizialean ikertzailea. DeustoTech

Zientziaren aurkikuntza handi bat iragartzen den bakoitzean, galdera bera entzun behar izaten dugu: zertarako balio du horrek? Behar baino gehiagotan, gainera, galdera horrek bestelako aldaera negatiboagoak ere hartu ohi ditu: nola gasta liteke hainbeste diru horretarako? Joera horien atzean, zientziaren eta teknologiaren ezagutza urria dago, baina, tamalez, gure gizartean zabaltzen ari da iritzi hori. Historiak erakutsi digu, ordea, oinarrizko zientzia izan dela gure gaur egungo ongizatearen benetako motorra. Baina motor horrek ezin du erregairik gabe martxan jarraitu.



ARG.: US GOVERNMENT

Bada Michael Faraday fisikari handiaren inguruko pasadizo polit bat. Gizon hark, bere jatorri xumeak gaintututa, ekarpen izugarriak egin zizkion fisikari eta gaur egungo gizarte modernoari. Besteak beste, motor elektrikoa asmatu zuen eta uhin elektromagnetikoen erabileran aitzindaria izan zen. Baina, bere garaian, jende askok mesfidati begiratzen zion hari ere.

Britainia Handiko lehen ministro izango zenak egun batean bisita egin omen zion laborategian Faradayri. Gailu bitxi haiek ikusi

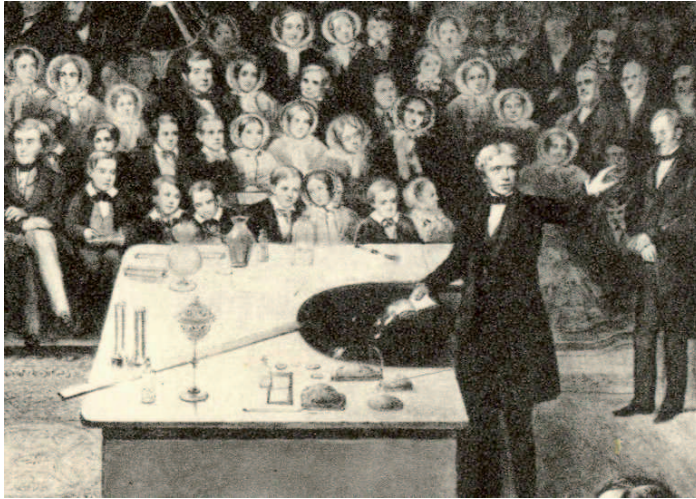
ondoren, betiko galdera egin zion: “Zertarako balio du horrek guztiak?”. Faradayk harritzeko moduko erantzuna eman omen zion: “Ez dakit jauna, baina ziur naiz etorkizunean zergak kobratuko dituzuela gauza hauengatik”. Esan, eta baita asmatu ere. Gaur egun, argiaren fakturaren ia erdia zergatan ordaintzen dugu. Erabiltzen dugun elektrizitatearen sorkuntzan eta banaketan berebiziko garrantzia izan zuen Faradayk egindako lanak.

Baina Faradayk ezin zezakeen orduan bere lanak izango zuen eragin itzela auresan.

Ez zuen lan egiten auto elektrikoak, irratia eta bestelako gailuak sortzeko. Haren helburua, zientzialari guztiena bezala, ezagutza berria sortzea zen. Naturako fenomeno batzuk azaldu nahi zituen. Elektrizitatea, magnetismoa eta argia elkarrekin nola lotu asmatu nahi zuen. Bere garaiko zientziaren arazo handiak konpontzea zuen helburu, puzzle bat osatu nahi duen ume baten gisara. Puzzle hura bukatu zuenean Maxwell eta beste zientzialari handien laguntzaz, ezagutza berria eta emankorra utzi zigun oinordekotzan.



Michael Faraday  
hitzaldi publiko  
batean parte hartzen.  
ARG.: ALEXANDER BLAICKLEY.



Gizarteak jakin behar du ezagutzak beti duela balio ikaragarria. Eta ezagutza sortzen lan egiten dutenek ez dutela gehienetan beren ezagutzaren aplikaziorik ikusten. Historiak milaka adibide erakutsi dizkigu, eta, hemen, horietariko gutxi batzuk azaltzen saiatuko gara.

### EINSTEIN ETA GPS-AK

Erlatibitate bereziarekin XX. mende hasierako fisika irauli ostean, Albert Einsteinek bazuen oraindik buruhauste bat: nola orokortu bere erlatibitate berezia behatzaile ez-inertzialentzat. Behatzaile inertzialak abiadura konstantez mugitzen direnak dira; ez-inertzialek, oster, mugimendu azeleratua dute. Erlatibitate bereziaren ekuazioek ongi deskribatzen zuten fisika behatzaile inertzialentzat, baina ez zuten erantzunik besteentzat. Beraz, teoria ez zen osoa. Puzzle hura, Faradayrena bezalatsu, ez zegoen amaituta.

1915. urtean Einsteinek bere erlatibitate orokorraren teoria kaleratu zuen. Izugarriko iraultza izan zen. Behatzaile ez-inertzialen fisika azaldu asmoz, Einsteinek grabitatearen teoria berri bat aurkitu zuen, Newtonena orokortu eta hobetzen zuena. Grabitatea espazioaren eta denboraren ondorio zela postulatu zuen. Teoria hark zehaztasun handiz azaltzen zuen garai hartan jada ezaguna zen Merkurio planetaren orbita berezia.

Erlatibitate orokorraren ondorioetako bat denboraren makaltzea da. Teoriaren arabera, denbora makalago igarotzen da grabitatearen intentsitatea handiagoa den lekuan. Horrek esan nahi du denbora makalago doala lurrazalean Lurraren inguruan biraka dabilzan sateliteen lekuan baino. Han goian gra-

bitatea ahulagoa denez, denbora hemen baino azkarrago pasatzen da.

Erlatibitate orokorra argitaratu eta handik ia 60 urtera, GPS proiektua garatu zen. Gaur egun, GPSa gure mugikorretan integratuta daukagu eta ongi dakigu zertarako balio duen. Baina nola funtzionatzen du? Asko laburbilduz, Lurraren inguruan 24 satelite dabilta biraka, eta satelite horiek argi-izpi batzuk bidaltzen dizkiete gure GPS gailuei, beren posizioa eta denbora adierazten dutenak. Gure gailuek, seinale horiek jasotakoan, gure posizioa lortzen dute triangulazio bidez.

Triangulazioa egiteko, zehaztasunez jakin behar da seinalea noiz igorri den satelite bakoitzetik. Sateliteen erlojuak eta gure gailuenak ez dute berdin neurtzen denbora. Beraz, ezinbestekoa da denbora-alde hori kontuan hartzea posizioa ongi kalkulatzeko.



Autoetan erabili ohi ditugun GPS gailuak.  
ARG.: ©DOLLARPHOTOCLUB/IGOR MOJZES.

Ez bagenu kontuan hartuko erlatibitate orokorrak auresandako denboraren moteltzea, GPS gailuek ez zuten ezertarako balioa, posizioan izango genukeen errorea ikaragarria bailitzateke, nahiz eta Lurra eta sateliteen arteko denbora-aldea txikia izan.

### ERRESONANTZIA MAGNETIKOAK KUANTIKARI ESKER

Erresonantzia magnetikoak iraultza handia eragin du medikuntzan. Teknologia horri esker, gure gorputz barnean zer gertatzen ari den jakin dezakegu, gorputza moztu eta ireki gabe. Lesio muskularrak edo tumoreak ikus daitezke, adibidez, erresonantzia magnetikoari esker.

Ziur kuantika hitza behin baino gehiagotan entzun duzuela. Gehienetan, gauza arraroa lotuta seguraski. Kuantikak molekula eta atomoen fisika deskribatzen du. XX. mendearen hasieran, hainbat esperimendu azaldu zituzten garai hartako fisikak azaldu ezin zituen fenomenoak, ia beti objektu oso-oso txikiei lotuta. Planck, Einstein, Bohr, Schrödinger, Dirac, Heisenberg eta beste zenbait fisikariri esker, besteak beste, txikien munduak nola funtzionatzen zuten ikusi genuen. Eta ezuste pilo bat agertu ziren.

Kuantikak erakutsi zigun atomoek badutela *spin* deituriko propietate bat. Horren ondorioz, atomoak iman txikiak balira bezala irudika daitezke. Atomo ezberdinak konbinatzen direnean, molekulak eratzen dira. Gure muskuluetako molekulak edo organoetako molekulak ezberdinak dira. Kuantikak dioenez, molekula bakoitzak portaera ezberdina erakusten du eremu magnetiko batean jarriz gero. Molekula osatzen duten atomo ezberdinen *spin*-en ondorioa da portaera hori. Beraz, esan daiteke molekula bakoitzak baduela bere sinadura magnetikoa.

Erresonantzia magnetikoen oinarrian dago ikusi berri dugun hori. Makinan sartzen gaituztenean, eremu magnetiko batzuk sortzen dituzte gure inguruan, iman handi batzuk erabilia. Gure gorputzeko molekulek era ezberdinean erreakzionatzen dute eremu magnetiko horien aurrean, nolabait biraka hasiz maiztasun ezberdinekin. Molekula bakoitzak bere maiztasuna du biratzeko garaian, eta makinek hori harrapatzen dute, argi-izpiak erabiliz. Hala, gai dira gure gorputza osatzen duten molekulen mapa bat egiteko, eta, ondorioz, ehunak bereiz daitezke.

Kuantikaren oinarriak ez bagenu ezagutuko, ezingo genuke erresonantzia magnetikorik egin. Kontu izan antimateria eta hala-ko gauza arraroak aztertu eta deskribatzen



dituen teoriak berak ahalbidetu duela gure osasunarentzat hain garrantzitsua bihurtu den gailu hori.

### TURING-EK EZ ZUEN INTERNET EZAGUTZEN

Alan Turing, XX. mendeko matematikari britainiarra, ezagun bilakatu da jendartean Bigarren Mundu Gerran izan zuen paper garrantzitsuarengatik. Naziek beren mezuak zifratzeko zerabilten *Enigma* makinaren kodeak askatzeko gai izan zen lantaldean egon zen bera. Eta gure mundua goitik behera aldatu duten ordenagailuen garapenean ere izan zuen berebiziko garrantzia Turingek.

Garai hartan, kalkulu astunak egiteko orduan, engranaje eta biraderaz jositako gailu mekaniko batzuk erabili ohi ziren. Makina mekaniko haiek ataza konkretu bat egiteko balio zuten, baina ez beste ezertarako.

Alan Turingek buruan zerabilen nola lor zitekeen makina bat egitea, konputazio-ataza guztiak gauzatzeko gai izango zena. Adibidez, makinak berak kalkula ditzala bi zenbakiren baturak; baina kalkula ditzala, halaber, bi zenbakiren baturak, horiek bikotitak badira bakarrik. Hots, Turingek edozein algoritmo exekutatzeko makina bat nahi zuen lortu. Harentzat, arazo matematiko bat zen halako makina bat lortzea.

Azkenik, 1936. urtean, erantzuna aurkitu zuen Turingek. Makina automatiko deitu zuen diseinu kontzeptual hura, gaur egun, *Turingen makina* gisa ezagutzen dugu. Kontu egin Turingek ez zuela inoiz pentsatu makina hura benetakoa izan zitekeenik. Konputazio-eredu gisa aurkeztu zuen, arazo konputazionalak aztertu ahal izateko tresna kontzeptual gisa.

Turingen makinaren errealizazio fisiko gisa ikus daitezke gaur egungo ordenagailuak. Hark asmatu zuen eredu matematiko hura benetakoa bilakatu



Turingen makinaren irudikapen artistiko bat. ARG.: JABETZA PUBLIKOA.



Erresonantzia magnetikoak egiteko makina. ARG.: JAN AINALI/CC-BY.

zen, elektronikaren laguntzaz. Gaur egun, ordenagailuek testuak idazteko balio dute, irakurtzeko, ekuazioak askatzeko, bideoak ikusteko, Interneten nabigatzeko, etxeak diseinatzeko eta beste milaka ataza egiteko. Baina haien oinarrian Turingen makinaren konputazio-eredua dago. Hark ez zuen inoiz amestu ahal izan horrelako gailurik egongo zenik ere. Arazo matematiko bat konpondu besterik ez zuen nahi. Eta begira nola aldatu zuen mundua...

### ONDORIOAK

Xabier Letek ongi zioenez *Izarren hautsa* abesti zoragarrian, "gizonen lana jakintza dugu, ezagutuz aldatzea". Gizakiak ez du zientzia baino sistema hoberik topatu ezagutza sortzeko. Ezagutza da zientziaren helburua, baina ez aldaketa. Aldaketa, abestiak esan bezala, ezagutzaren ondoren dator.

Hala ere, zientzialari-talde batek proiektu berri bat aurrera ateratzeko dirua eskatzen duenean, deialdi

publikoek eskatzen diete beren ikerkuntzek gizartean, ekonomian edo osasunean zer eragin izango duten azaltzeko. Baina hori ez daki zientzialari batek, ezin baita etorkizuna auresan. Europan zein Euskadin, balio handia ematen zaio eraginaren kontzeptuari ikerkuntzaren finantziazioan. Negozio-planak ere eskatzen dituzte zientzia-proiektuen memoriari. Oinarritzko zientzia gisa ezagutzen den hori, arazo handiak askatu nahi dituen zientzia hori, lekuz kanpo geratzen ari da gure gizartean, eta horren ondorioak denok pairatuko ditugu, ez baitago aldaketarik edo eraginik ezagutza berririk gabe.

Beraz, zertarako balio du Rosetta misioak? Zertarako Higgs-en bosoiaren aurkikuntzak? Orain badakit: gure ezagutza hedatzeko. ●

### BIBLIOGRAFIA

- SCHUTZ, B.: "Gravity from the ground up: An introductory guide to gravity and general relativity". Cambridge University Press, (2003).
- ARTÚS, P.; CREHUET, R.: *Mecánica cuántica: un viaje al universo subatómico*. Océano Grupo Editorial.
- TAYLOR L. BOOTH: *Sequential Machines and Automata Theory*. John Wiley and Sons, Inc., New York, (1967).
- RUSSELL, C. A.: "Michael Faraday: physics and faith". Oxford University Press, (2000).
- THORNE, K.: *The Science of Interstellar*. WW Norton & Company, (2014).