

# Gizartearen eta Zientziaren arteko lotura

**Pedro Miguel Etxenike**  
EHUko irakaslea

Lehenik, bi kulturen arazoa, kultura humanistikoaren eta zientifikoaren artekoa hain justu, aipatzen da eta informazioa izan daitekeela auzia konpontzeko bidea esaten da. Gero zientziaren premia azpimarratzen da, gure gizarteak aurrera egin dezan nahi bada bederen. Zientzia eta teknologiari esker giza bizitza atsegina, beteago eta gizatiarrago bihurtu dela seinalatzen da. Hala ere, zientzia kritikaezina ez dela azpimarratzen da.

Egilearen iritziz, zientziaren ezaugarri nagusia auresankortasuna da eta gainera, konpromezuaren edo kontsentsuaren ondorio ez izatea. Bestetik, ezin eska dakioke gizakiaren arazo guztiei erantzuna ematea.

Gero, unibertsitatea du aztergai eta eliteen beharra defendatzen da. Gainera, oinarritzko ikerketaren beharra eta fruituak azaltzen dira. Eta azkenik, EHUko fisika sailen lanak eta ekarpenak aipatzen dira.

Firsty, the article mentions the matter between the two cultures, the humanistic culture and the scientific culture, assuring that information may be the only way to solve the trial. Then the need for science is emphasized, essential if the society really wants to go ahead. The article goes on saying that, thanks to science and to technology, human life has become fuller and more human and enjoyable. Anyway, it admits that science is not uncriticable.

The author thinks that prediction is the most important characteristic of science, and also the fact of not been a consequence of both the commitment and the consensus. It is not possible for science to give an appropriate answer to all the problems the human being has.

The writing follows analysing the university, defending the need for elites. It presents us the need and the results of one basic research, and finally, it mentions the work and the contribution of the department of phisics of EHU.

## Sarrera

Hasi baino lehen Kepa Altonagari eskerrak eman behar dizkiot, Udako Euskal Unibertsitatean hitzaldi bat emateko luzatu zidan gomita atsegina-rengatik<sup>1</sup>. Berak gonbidapena egin zidan momentuan zalantzak izan nituen. Orain dela urte batzuk hemen bertan fisikari buruzko hitzaldi bat eman nuen, baina begi onez begiratuta ere ez dut uste inori asko irakatsi nionik. Oroipen honexek bultzatzen ninduen ezezkoa ematera. Hein handi batean hizkuntzaren oztopoak, nik neuk ditudanak noski, ez ditut gainditu, neuk nahi nukeen neurrian behintzat. Beste aldetik, saiatu ezik noraino hel daitekeen jakiteko modurik ez dago. Honexegatik natorkizue, neuk esango dizkizuedanak oso aspergarriak gertatuko ez zaizkizuen esperantzan.

Gonbidapenarekin batera gaia zeterren: "Gizarte eta Zientziaren arteko lotura". Kepa Altonaga Irakasleak proposatu zidan gai erakargarri hau sakon samar garatzeko denbora luzeagoa beharko nuke eta, jakina, hizketan ari zaizuen hau baino hobeki prestaturik dagoen norbait beharko litzateke. Ez naiz saiaturik ikerkuntza fisikoa eta metodo zientifikoa deritzon hori xehe-tasun handi samarrez ezagutarazten.

Nire gaurko aurkezpenak zientzia eta zientifikoaren arteko lotura nahigarriaren alderdi batzuk aztertuko ditu. Honetarako hartuko dudak ikuspegia ahalik eta orokorrena izango da, baina, aldi berean, baita pertsonala ere, fisikan materia kondentsatua ikertzea eginkizun nagusitzat daukanaren ikuspegia alegia.

Zientziari buruzko zenbait iritzi pertsonal, fisikari baten ikuspuntutik noski, adierazten ahaleginduko naiz.

Gehiegi luzatzen ari naiz hitzaurre honetan. Has nadin beraz nire esatekoak esaten nola edo hala.

## Bi kulturak

Gaurko gizartearen zati handi batek Zientzia onuratzat baino mehatxutzat hartzen du. Arestian emandako hitzaldi batean Chapman Irakasleak Basilea-ko eskoletako lau urteko haurrei marrazki batean "kimika"-ri buruzko beren ikuspegia adierazteko eskatu zitzaizela kontatzen zigun. Trebezia artistiko handiz, haurrik gehienek kimika berentzako eta beren ingurugiroarentzako mehatxu gisa hautematen zutela utzi zuten argi eta garbi; eta hau Basilea bezalako hiri batean non biztanleen proportzio handi bat oso ongi bizi baita, zuzen edo zeharbidez, kimikari esker. Ez dut uste hau gertakari isolatua denik. Erreakzio fidakaitz eta ezkor hau egunero aurkitzen dugu gizarte-eremu desberdinetan, egunkari, irrati eta telebistan.

Beste muturrean *The Economist*-en joan den urteko otsailean argitaratutako inkesta baten emaitzak dira. Inkesta hau gaur eguneko munduko mireskizunak zeintzuk diren ezagutzeko asmotan egin zen, eta beste edozein mendetako edonor gehien harrutuko luketen mirespenak hautatu ziren. Jumbo hegazkinetik hasi eta mundu-mailako telefono-sarerraino doazen lorpen zientifiko-teknologikoak hautatu zituzten, mikroprozesagailua eta pildora antisortzailea haien artean zirelarik.

---

1. UEUko Iruñeko Ikastaroetan 1995eko uztailaren 26an eskainitako hitzaldia da artikulu honetan biltzen dena.

---

## 1. Taula. Munduko Mireskizunak<sup>2</sup>

---

(Gauza horiek ikusi eta ulertzen dituen edozein mendetako pertsona liluratuko luketelako aukeratuak)

---

- |   |  |
|---|--|
| 1. Jumbo Jet-a                                    | 5. Munduko telefono-sarea                                  |
| 2. Mikroprozesatzailea                            | 6. Hidrogeno-bonba   |
| 3. Pilula antisorgailua                           | 7. Lasaitasunaren Itsasoko basea                           |
| 4. Itsaso sakonean zulatzeako petrolio-plataforma | (lehen ilargiratze-puntua)<br>Zortzigarrena. Iradokizunik? |
- 

1. Taulan ikus dezakezuenez hautatuak izan ziren lehen zazpi munduko mireskizunak, teknologiaren esparruan kokatzen dira. Zortzigarrena aukeratzeko inkesta zabalagoa egin zen, eta batzuen artean Heisenbergen *ziurgabetasunaren printzipioa* agertu zen. Ezaguerak funtsezko muga duelako ideia liluragarria da berez. Muga bera ulerkuntza sortarazteko erabili ahal izatea edota teknologia berrien oinarria izatea miresgarria da.

Oraintxe aipatutako hau guztia gure gizarteak zientziari eta teknologiari ematen dion garrantziaren adierazlea da. Eta azken hamarkadetan gertatu den aurrerapen handiaren ondorioa da hau. Alabaina, nahiz eta oro har aurrerapen hau guztiz onuragarria izan den, honek ez gintuzke ebatzi gabe dauden arazo larriak ahaztera eraman behar, eta, bestalde, ez dugu aurrerapen honek segituko duenik gauza ziurtzat eman behar, ez munduan orohar ez eta gure Herrian, bereziki, ere.

Koldo Mitxelenak ederki adierazi zuenez jakintza ez da salbabidea, baina eskaintzen dizkigun dohaiak tentagarriegiak dira haien ihesi ibiltzeko. Dohai horiek dira jakitea eta, jakitea aski ez dela, indarra edo, berriz esaten hasi den bezala, boterea.

Aurrerabidean jarraitzeko kontsensua beharrezkoa da, aurrerabidea lagunduko duen babes soziala ezinbestekoa zaigu, alegia, eta gizartearen eta zientzialari eta teknologoaren arteko komunikazio bideak eta lotura egokiak eraikitzea garrantzitsua da, beraz.

Komunikazio-eza, hein handi batean, edo funtsean behar bada, kultur arazoa dela esan beharko nuke. Gaurko egunean kultotzat hartuak diren eta berari burua ere kultotzat hartzen dituzten pertsonak harro sentitzen dira humanitate deitzen den arloan ezagupen batzuk izateagatik. Pertsona horiek ez dute beren kultur maila zalantzan jartzen zientziari buruzko ideiak, xumeak eta funtsezkoak, ez jakiteagatik. Beren kultur maila erakusgai duten pertsona horiek uste dute ez dela beharrezkoa, era erraztuan noski, termodinamikaren bigarren printzipioa, kode genetikoa edo materiaren egiturari buruzko funtsezko ideiak, jakitea.

C.P. Snow-k 1959. urtean Cambridge-ko bere hitzaldi ospetsuan aditzera emandako "bi kulturen" arazoaz ari gara. Snow-k edozein erdi-mailako idazle kultotzat harturik ere zientifiko gailenak halakotzat hartzen ez dituen gizartea salatu egiten zuen. Baliteke gaur eguneko egoera hain

---

2. *The Economist*, 1994ko otsailaren 19a.

bestelakoa ez izatea. Gure Herri honetan ofizialki intelektualtzat jotzen diren zerrendari begirada bat eman diezaiokezue, eta Zientzia eta Teknologiaren esparruko pertsonen gabeziaren aurrean harritu egingo zarete.

Bestalde, hiritar arruntak zientzialariak estimu handitan ditu, eta errespetua die. Europa osoan, zientzialariak lanbide miretsien eta errespetatuenen zerrendako lehen postuan daude.

Hitz batean, hiritarrak zientzia eta zientzialariak errespetatu eta balioetsi egiten ditu, baina halako beldurra sentitzen du; ezezagunaren aurrean sentitzen den beldur hori da gehienbat. Ez zaio behar adinako informaziorik eman, ez du oraindik alderdi zientifikoez edo garapen zientifiko-teknologikoaren garrantzi sozial, kultural, ekonomiko eta politikoaz gehiegi pentsatu. Inkomunikazio horren erruaren zati handia zientzialariok daukagu.

Gure eginbeharra da zer egiten dugun, zergatik egiten dugun eta egiten dugun honek zertarako balio duen azaltzea. Gizarteak ordaintzen du zientzia eta, neurri handi batean, zientziaren etorkizuneko garapena beraren eskuetan dago.

Zientzilariek ez dute zientziaren gizarte-dimentsioa ukatzen, ez eta gizarteak bere ordezkari legitimoen bitartez gero eta inbertsio handiagoen gain izan behar duen kontrola ere.

Zientziaren gizarte-kontrolaren eta honek eskatzen duen guztia ukaezina da. Baina kontrol hau irrazionala, eta, ondorioz, eraginkortasunik gabekoa ez izatea lortu behar da.

Askotan hala gertatzen da eta hori jendearen borondatearen ezari baino gehiago zientziak nola funtzionatzen duen eta bere ezaugarri bereziak zeintzuk diren ez jakiteari zor zaio.

### Zientziaren premia

Gizarte garatuek jakin badakite, geurea nik nahi nukeen adina jabetu ez bada ere, ezagutza behar beharrezkoa dugula jarduera ekonomirako. Jabeturik daude, Jose Antonio Garridoren hitzetan, herri baterako garapen teknologikoa eta zientzi eta teknologiaren aurreratze propioa elkar loturik daudela. Zein da lehiakorra? 1. irudian ikus dezakezue, Japon da lehena (kudeaketan eta) zientzia eta teknologian, bigarrena USA eta hirugarrena Alemania.

	Berre-ekonomiaren indarra	Haribotzeraketa	Gobernuaren laguntza	Finantza	Apogaiak	Kudeaketa	Zientzia eta teknologia	Jendea
Alemania	7	4	6	7	4	9	3	2
Hong Kong	4	3	2	3	9	4	9	9
Japonia	3	7	8	5	10	1	1	3
Herbehereak	8	5	10	6	6	8	8	6
Zeelanda Berria	6	10	3	9	5	7	10	8
Singapur	2	2	1	2	8	6	6	1
Suedia	10	8	9	10	2	2	5	5
Suitza	5	9	4	4	3	3	4	7
Erresuma Batua	9	6	7	8	7	10	7	10
Estatu Batuak	1	1	5	1	1	5	2	4

1. irudia. Lanaren mundua. Zein da lehiakorra.

Transistorearen aurkikuntza aipatu besterik ez dago goiko baieztapena noraino hel daitekeen jabetzeko. Transistorea; fisika kuantikoaren lorpen honek funtsezko aldaketak eragin ditu bai elektronikan, bai zientzian bai eta bizitzaren edozein esparrutan, zerbait berezi arren medikuntza modernoan esate baterako. Transistorearen aurkikuntzak gure bizitzeko era, besteekin erlazionatzeko modua, gure kultura, hitz batean esateko, aldatu egin du.

Azken urteotan zientziak hazkuntza esponontziala izan du. Gaur egun zientzia eta teknologiararen emanak bizi diren pertsonak gizadiaren historia guztikoak baino gehiago dira. Honek jarduerak koordinatu, hierarkizatu eta ebaluatzeko premia dakar berekin. Hitz batean, politika zientifiko baten premia dakar. Herrialde garatuen politika zientifiko-teknologikoak osasun- edo defentsa-politiken maila berekoak dira. Halaber, egia da garapen zientifiko-teknologikoak gizartearen arazo berriak aurkezten dizkiola. Lehen aldiz, gizakiak bere ingurunea ia erabat deusezteko gaitasuna du; bere jardueretariko batzuen ondorioek ehundaka edo milaka urtetarako erasan dezakete gizadia, eta mezu genetikoetan eragindako aldakuntzak behartu egin daitezke, etengabe, ondorengo belaunaldietarako.

Beste bat, garrantzi handikoa, aipatuko dut: biodibertsitatearena; 1995eko martxoan eta apirilean *Elhuyar*. *Zientzia eta Teknika*-n argitaratutako bi artikuluetan, Kepa Altonaga eta Ana Puente irakasleek, biodibertsitatearen gaineko problematikaz ziharduten. Haien hitzetan:

Biodibertsitatea, izatez, aberastasun materialaren iturri potentzial oparoa da, gehienetan ustiatu gabekoa. Alabaina,

munduko ondare biologikoa larriune ikaragarria nozitzen ari da: hurrengo 50 urteotan ez da munduan lekurik geratuko animalia eta landare gehienentzat.

Hauek eta beste ondorio askok teknologiararen erabilera irrazionala errefusatzea ez ezik Zientzia eta Teknologia bera ere errefusatzea ekarri dute. Batzuek garbi, zuzen eta ederragotzat daukaten iragan batera itzuli nahi dute, idilikoki hobetzat kalifikatzen duten iragan batera hain zuzen ere.

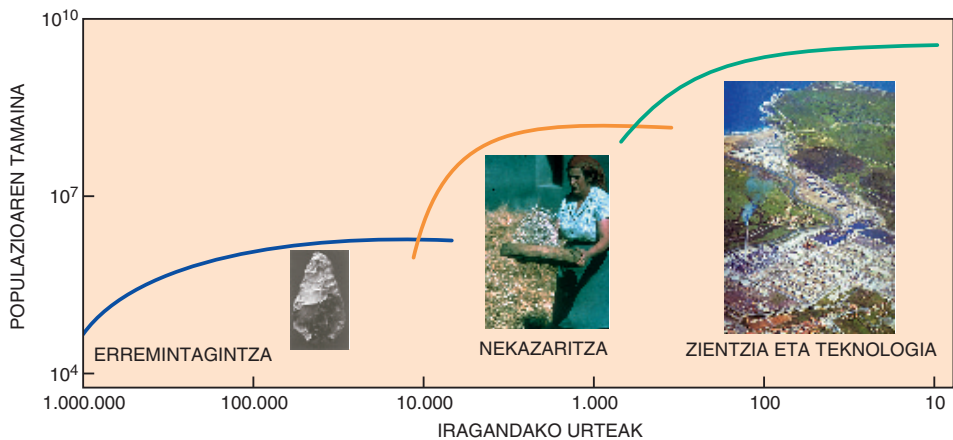
Zientzia eta Teknologiararen lorpenei esker giza bizitza atseginago, beteago eta, hitz batean, gizatiarrago bihurtu dela gogora ekartzea ez da alferrik izango, agian.

Egun zoriontsu haietan gehien bizimodua «higuigarri, anker eta laburra» (*nasty, brutish and short*) zen, duela hiru mende eta erdi Thomas Hobbes izeneko ingeles filosofoak adierazi zuenez.

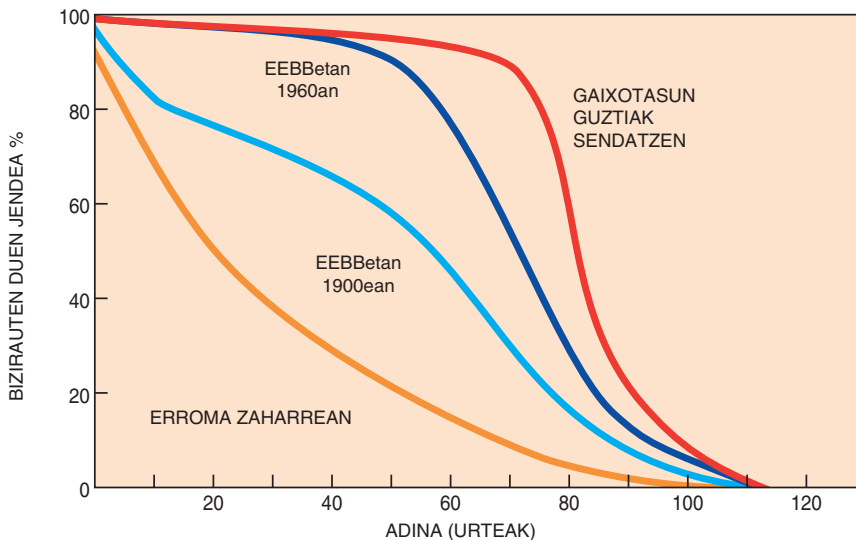
Iraganeko bizimodu hura, berriz diot, ziztrin, krudel eta laburra, oso laburra zen, gutxiengo pribilegiatu batentzat izan ezik.

Medikuntza modernoak, higieenak eta bizi-baldintzen garapenak atsegin bihurtu dio bizitza gizadiaren zati bati, gutxienez. Edmond Halley astronomoak Breslau-ko hirian zegoen bizi-itxaropenaren emaitzak argitaratu zituen 1693. urtean: 100 haurretatik 51k soilik zirauten bizirik hamar urtetara arte, 43 soilik iristen ziren 30 urtetara, 28 berrogeita hamarretara eta 11 hirurogeita hamarretara. Bizi-itxaropena ez zen 1867ko Ingalaterran askoz hobea, bertan hildakoen erdiak 14 urtez azpikoak baitziren.

Iraganeko artista, musikari eta idazle handi asko gaixotasun kutsako-



**2. irudia.** Azken milioi bat urtean giza populazioa izugarri hazi da. Hiru urratsetan egin da eta bakoitzaren ondoren egonkoraldi bat egon da. Lehen hazkuntza nabarmenak populazioa 150.000 lagunetik 5.000.000era eraman zuen. Erremintagintza hasi zenean gertatu zen hori. Bigarren urratsean 500 milioiraino iritsi zen eta nekazaritzak bultzatu zuen. Azkenak 6.000 milioi ingururaino ekarri gaitu eta industri zibilizazioa agertzeak sustatu du. Teknologia iraultza guztiek (erremintagintzak, nekazaritzak eta industriak) gizakiei naturarekiko menpekotasuna apurtzen lagundu die.<sup>3</sup>



**3. irudia.** Gizakion bizirauteko aukerak asko emendatu dira egoera ekonomikoak hobera egin duen neurrian. Erroma zaharrean batezbesteko bizitza 22 urtekoa zen (marroia); 1900ean herrialde garatuetan 50 urtekoa (urdin argia) eta orain, EEBBetan, 75 da (urdin iluna). Nahiz eta gaixotasun guztiak sendatzeko biderik aurkitu, ez da espero 115 urte baino askoz ere harantzago joango denik (gorria).<sup>4</sup>

3. *Scientific American*, 1994ko urria.

4. *Scientific American*, 1994ko urria.

rren ondorioz hil ziren bizitzako unerik hoberenean; Rafael 37 urterekin hiltzen da, Mozart 35ekin, Schubert 31rekin, Chopin 39rekin, Baudelaire 46rekin, Gauguin 55ekin. Gaur egun prebeni edo senda daitezkeen gaixotasunengatik zenbat arte-obra galdu den pentsatzeak tristura ematen du. Sortzaile guztiak gazte hil ez zirela egia da: Leonardo 67ra iritsi zen, Galileo 76ra, Tiziano 87ra eta Newton 72ra, baina gazte hiltzeko arriskua guk daukaguna baino askozaz handiagoa zen.

Zientzia ez da, aldiz, kritikaezina, ez da kritikaren gainetik ere eta egiten zaizkion galderei erantzun beharra dauka. Aurrerakuntza zientifiko eta teknikoa giza bizitza kolektibo duina lortzeko ezinbesteko eskakizuna dugu, baina ez du, bere hutsean, duintasun hau bermatzen. Etorkizunaren giltza gero eta konplexutasun-maila garaia-goa asmatu, ulertu eta erabiltzean datza, eta berau egiteko orduan helburuak eta bitartekoak argi eta garbi bereiztu behar dira. Darabilgun auziari ederki datorkion Einstein-en esaldi hau ez da ahaztea komeni: «Perfekzioa bitartekoetan eta nahasmendua helburuetan, horra gure aroaren ezaugarriak». Arriskugarria litzateke, kolektiboki, gure esku dagoen boterea bizkorrago gehituko balitz botere hori erabiltzeko dugun jakinduria baino. Jakinduria, portaera, eta ez ezagutza soilik, hitz giltzarriak dira.

Aurreratze zientifiko-teknologikoak eta beronek gaur eguneko ekonomia-  
ren gainean duen eraginak iraun egingo dute. Aurrerakuntza honen norabidea ahalik eta egokiena izaten laguntzea gauza garrantzitsua da beraz.

Gizarte demokratiko batean hiritargo informatuak bakarrik lagundu ahal izango dio, erantzukizunez, erabakiak

hartze prozesuari. Hiritargo informatu bat bakarrik izango da gauza, erantzukizunez, erabakiak hartze prozesuan parte hartzeko; erabaki politikoak “aditu teknokraten” eskuetan utzi gabe.

Gaur eguneko gizarteetako hiritarrei aurkezten zaizkien aukera askok eduki zientifiko handia dute. Energia nuklearraren alderdi desberdinekin, bioteknologiarekin nahiz arazo ekologikoekin zerikusia duten gaiak horrelakoak dira.

Interes partikularrek nekezago manipula dezakete zientifiko eta teknologikoki aurreratua den gizartea.

### **Auresankortasuna**

Zientziaren premia gaingiroki adierazi ondoren, zer den eta nola funtzionatzen duen labor azaltzeari lotuko naitzaio orain, zenbaitetan ilun gelditzen diren puntuak argitu nahirik.

Zentzu hertsian, *zientzia* beste disziplina batzuetatik bereizten duena auresankortasuna da. Newton-en kosmologia almanake nautikoaren datu bakoitzak frogatzen du, itsas gora eta behera liburuaren arauera suertatzen diren bakoitzean ere frogatuak dira, bai eta Halley kometa iragarpenei jarraiki bueltatzen den bakoitzean ere.

Auresankortasun-gabezia trabagarri hauxe da, seguraski, Ekonomia bezalako gai batzuei prestigiozko zientzia izendapen hau ukarazten dien faktore nagusia.

Ekonomia «Newton-en aurreko zientzia bezalako da. Gauza batzuek denboran zehar iraungo dute, baina gainerakoek zentzurik ez dute», idatzi izan da. Lankidetzeta eta Garapen Ekonomikorako Antolakuntzaren arestiko

ikerkuntza batek zera ateratzen du ondorioztat, herrialde kideetako ekonomilari-talde guztiek azken bost urteotako urte jakin baterako hazkuntza- eta inflazio-tasak aurreko urteko berberak izango zirela esan izan balute, egiari gehiago hurbilduko zitzaizkiokeela.

Zientziaren ikuspegi hau, ezinbestean, oso sinplifikatua da. Aurrerakuntza zientifikoa askozak konplexuagoa da eta askotariko aktoreak ditu bere baitan; hauen artean komunitate zientifikoaren kontsentsuak leku gailena hartzen du. Paradigma batetik besterako jauzia ez da prozesu zientifikoa soila, ez eta hurrik eman ere. Aurreko baieztapen bakoitzari buruzko kritikak egin daitezke, seguraski, bai eta epistemologiaren baitango ñabarketak nahiz beste gauza asko gehiago ere. Berau oinarri epistemologikoak sakontzera baino gehiago ezagutzaren mugak, era oso txikian bada ere, aurreraraztera emanak gauden guztiok irmoki sentitu eta onartu egiten dugun ikuspuntua duzue.

Auresankortasunaz hitz egitean ez naiz ari, zer esanik ez, erabateko gaitasunaz. Sistema askok hasierako baldintzekin sentiberatasun mugagabea izanik portaera kaotikoa dutela, eta, honexegatik, erabateko ziurgabetasuna ezinezkoa dela ondotxo dakigu. Are gehiago, Heisenberg-en Ziurgabetasunaren Printzipioa eta Logikaren baitango Osagabetasunaren Teorema(k) bezalako kontzeptu garrantzitsuek neur dezakegunaz edo eta logikaren prozesuaz beraz egin dezakegunaz mugak daudela adierazten dute. Alegia, badira atzemanekin diren ezagutza-era batzuk. Auresankortasuna aipatzeko orduan zera adierazi nahi dut, baldintza egokietan eta hurbilketa zehatzekin Zientziak beste gai batzuek auresateko ez duten gaita-

sun duela, hain zuzen ere. Teknologia modernoa auresankortasun honen adibidea du.

Testuinguru honetan komenigarria da zientzia bera, Natura ulergarria delako fedean, oinarritzen dela gogoratzea. Iraganeko arrakastek etorkizunerako fedea zilegiztatzen dute. Benetan harrigarria da eta aldi berean miresgarria Natura ulergarria ez ezik algoritmo matematikoen bidez erakusgarria ere izatea. Hasierako datu batzuek –abiadurazkoak eta posiziozkoak– eta grabitazio orokorraren Newton legearen formulaketa sinpleak planeten sistemaren iragan eta etorkizuna ezagutzeko bidea ematen dizkigute.

### **Zientzia ez da konpromezua, ez da kontsentsua**

Zientzia ez dabil konpromezu edo kontsentsuaren bila; ez ditu akordiotarra iristeko ahaleginak egiten, elkarri amore ematearen bitartez. Eman ditzakeen erantzunak, arrakastaz eman ditzakeen egoeretan, argi eta zalantzagabeak dira. Beraren izaerarengatik elitista eta “ez-demokratikoa” da. Beraz, “politikoki zuzena” denari buruzko aurriritzi moderno askoren aurka doa. Halere, malgutasun amaigabea da.

Gehiengoaren iritziek edo presio politiko nahiz ekonomikoek ezin dute gertakari zientifikoa aldatu, baina esperimentu hobek edo analisi fin edo sotilagoek kontzeptu-egitura baten osotasuna alda dezakete. Ongi onarturiko teoriak, jakina, oso kasu bakantetan aldatzen dira erabat; baina noiz edo behin errotik aldatu izan dira. Fisika edo mikrobiologia modernoa bezalako zientzia helduen egitura



globala hain dago elkarlotua, non kanpotiko erabateko iraultza ia ezinezkoa den. Honegatik, estatubatuar eskoletan batzuek irakatsi nahi izan duten kreazionismoa bezalako heresiak gaitzets daitezkeeneko ziurtasun-maila eguneroko bizitzan darabilguna baino askoz handiagoa da, “heresia” hauek anitz kasutan frogatutako ebidentzia-mota ugari kontraesaten baitituzte.

### **Zientziak osotasun-asmorik ez du**

Zientziak ez du gizakiaren arazo osoarentzako soluziorik. Giza izatearen osotasun arazoak zientziaren esparrua gainditu egiten du. Ez du zentzurik, nire iritzian, erredukzionismo zientifikoa, hots, errealitatea ezagutzeko baliozko era bakarra zientzia dela esateak. Edo egiazko ezagutza nahi duen orok imitatu behar duen eredu bakarra ezagutza zientifikoa dela baieztatzeak.

Aurrerapen zientifiko bakoitzak ez du gure jakineza gutxitzen; aldiz, era zientifikoan landuak izan daitezkeen galdera eta auzi berriak irekitzeko aukera eskaintzen du. Jakinezaren iraupen edo, agian, gehikuntza-lege bat balego bezalako zerbait da hau.

Ezagutza zientifikoa izpiritu eta razionalitate guztia agertzeko era konkretu razionala besterik ez da. Gizakiak bere buruari egiten dizkion galdera askorentzako erantzunik ez dago zientziaren baitan. Oraindik orain Setien gotzainak argitara eman duen *El eslabón de la cadena* liburuko hitzetan «gizakiaren indigentzia handia galderak egin ahal izatea da, nahiz eta gero hauentzako erantzunik ez izan...».

Galdera garrantzitsu askorentzako erantzun zientifikorik ez dago. Jatorri, amaiera eta norantzari buruzko galderak dira hauek, besteak beste. Zientziak ezin dio fededunari haren sinestearen ziurtasuna eskuratu, ez eta ateoari haren sinestezarena ere. Zientziak ezin die “zergatik gaude hemen?” eta “bizitzeak merezi al du?” bezalako galderei erantzunik eman. Askok galdera hauentzako erantzuna erlijioan aurkituko dute, beste batzuek derrigorrean erlijiosoa izan behar ez duen humanismo batean eta, batzuek, agian, galderak, berak, beharrezkoak ez direla uste izango dute.

Zientziak “nola?” delako galderari erantzuten dio, baina ez du “zergatik?” edo eta “zertarako?” direlako galderei erantzuteko modurik.

Zientziak galdera hauei erantzuteko modurik ez izateak ez du esan nahi beste disziplina batzuek erantzuna dutenik. Filosofiak ere ezin du, baina ez da honegatik baliogabea izango. Kontzeptu eta ideia askotarako errigorea eta sakontasuna ekartzeko orduan lagungarria izan daiteke, galdera handiak eta berauek erantzuteko egindako ahaleginak gogora eraginez.

Testuinguru honen baitan iritzi pertsonal bat adierazi nahi nuke: ez dut uste gure ikasle gazteen Curricula-etatik tradiziozko humanismoarekin zerikusia duten gaiak baztertea egokia denik.

Laín Entralgok idatzitakoa datorkit burura:

Zientzia bigunik gabe (humanitaterik gabe) ez dira inoiz zientzia gogorrek aski izango gizatasunaren ikuspegitik; eta zientzia gogorrik gabe ez dira inoiz zientzia bigunak aski izango garunaren ikuspegitik.

## Unibertsitatea. Ikasketa Planak

Zientziari buruzko ezaugarri hauek aditzera eman ondoren komunitate zientifikoari, hots, zientziaren egileari buruzko bi hitz esan nahi nituzke, gaur eta hemen kezkatzen nauten bi esparruren barrutian. Gizarteak zeresan handia duen esparruak dira hauek: ikasketa-planak eta zientzilariak eurak.

Globalki lehiakorra eta aldaketa azeleratukoa den ekonomia batean gaudenez gero, gure indar guztiak aspektu aplikatu eta espezialduetan bildu behar ditugula argudiatzen da sarriegi. Hezkuntza-sistemak ekoizpen-sisteman berehala sartzeko gai diren espezialistak prestatzeari ekin behar diola esaten da behin eta berriz. Hezkuntza-sistema ekoizpen-sistemaren barrutian ezartzeko orduan hezkuntza geure belaunaldi gazteei zor diegun oinarrizko eskubidea eta zenbait helburu, balore eta arazo duen gizarte-multzo baten osagaia dela kontuan izan behar da. Hezkuntzaren alderdi ekonomikoek ez dituzte kultur eta balore-alderdiak gutxitu, ilundu edo estali behar, eta berauek ez dute, beraz, edozein hezkuntza-politikatan ahaztuak izan behar.

Hezkuntza-sistema ekoizpen-sistemara egokitzearen arazora itzuliz, gero eta espezialista hobeak behar ditugula esatea ez da aski. Gauza bat da pentsatu, aztertu eta arazoak kontzeptualizatzeko gai diren espezialistak sortzea, eta beste gauza bat, aldiz, gai konkretu batean prestatuturiko jendea sortzea. Gauza konkretu hori gero eta bizkorrago aldatuko da. Aldaketaren bizkortasunak funtsezkoaren eta aplikatuaren arteko bidea, bai eta Zientziaren eta Teknologiaren artekoa ere, luzeagotu baino laburtu egiten du, eta areago esango nuke, alegia, bizkortasun ho-

nek tradiziozko humanismoa eta arazo ekonomikoak ere elkarri hurbilaz egiten dituela.

Honegatik hitz batzuk esan nahi ditut ikasketa-planei dagokienez. Gure unibertsitateetan ikasleak (edo irakasleak?) asko jakinik ere gutxi ulertzen duelako susmoa izan dut beti. Ulertzea jakitea baino askoz harantzago doa. Ulertzea norberak dakienaren jabe bilakatzea da, jakina den hori galbahe pertsonaletik pasatuz, norberegantuz, eta azterketa nahiz sormenerako tresna bihurtuz, zirkunstantzia desberdinetara egokitua izan daitekeelarik. Hobe da ongi formatzea asko informatzea baino.

Hau gure Unibertsitate-sistema osoak, orohar, eta Zientzia eta Teknologiarenak, bereziki, daukan erronka handia da. Honegatik, berriz diot, ikasketa-planetako oinarrizko gune egokia ezartzea funtsezko gauza da. Zerbitzu kaxkarra egiten dio ikasleari ikasgaiaren oinarrizko gorputzaren errigore eta edertasuna eskurarazi beharrean “modernoen” den hori azalduz liluratu egin nahi duen irakasleak, eta hauxe da, hain zuzen ere, ez modernoen ez eta antzinakoena ere ongi ezagutzen ez dutenek egin nahi izan ohi dutena.

Oraingo irakasle batzuen kontua da hori: bere lanbidearen zutabeak ikasi baino lehen, gogorra izaten baita egiteko hori, bide berriak zabaltzen hasi beharra.

Ikasketa-planak ez dira doktorego-tesien aurrerapenak azaldu ahal izateko konkistatu beharreko atalak, ez eta irakasleak “beren” ikasgaiak ezartzeko borrokan aritzeko esparruak ere. Ezer gutxi gertatzen zait sumingariago irakasle batengandik eta jabe-

tzazko zentzu argi batez "nire" ikasgaia aipatzen entzutea baino. Zentzu batean, Unibersitate Publikoa aski pribatua den zerbait bihurtzen ari da.

Gizarteak zeresan handia du eta interes orokorra zaintzekotan ahotsa altxatu egin beharra dauka. Erabaki-gintzarako mekanismo instituzionalak interes orokorrak babesteko ahalegi-nak egin behar ditu. Prozesu honetan ez da norbera aldi berean epaile eta alderdi izan behar, ezin daitekeelako oinarrizko printzipioa ahaztu. Ikasketa-planei buruzko erabakiak ez dira une jakin batean edo fakultate jakin batean litekeen botere-orekaren arauerakoak izaten utzi behar. Traje on bat ez da oihal eta kalitate ezberdinetako adabaki askoz egiten. Kanpotiko aholkularitza eta ebaluaketa oso komenigarriak izango litzaizkiguke.

Gure agintari akademikoek eta gizartearen ordezkariak beren aginpidea baliarazteko tarte zabala dute gaur eta hemen.

### **Unibertsitatea. Elitismoa**

Aurrekoaren berezko ondorioa gure unibertsitateetako irakasleak hautatzeko orduan jarrera zorrotz eta elitista bultzatzearen premia dugu. Gaur egun ere, gure unibertsitateetan eliteez hitz egitea atzerakoitzat jotzen da maizegi. Eliteko kirolariak eta zinema bilatzen ari den bitartean ez da jokabide hau unibertsitateko portaera askotan somatzen. Zernolako ahalegina ari gara egiten gure Unibertsitatean jende ona erakarri edo berreskuratzeko?

Unibertsitateak onartu beharreko funtsezko gauza diferentzien aitorpena dugu.

Ez da goitik behera ezarritako desberdintasunen aurka borroka egitearen printzipio jatorra nahastu behar, lanean eta meritu pertsonalean oinarrituriko diferentziari uko egitearekin.

Zergatik izan behar dute gure laborategi eta liburutegietan bekainak erretzen ari diren irakasle gazteek inolako ekarpenik ekartzen ez duenaren tratu berbera? Diskriminaziorik eza baino diskriminatzaile handiagoa denik ez dago.

Laurent Schwartz matematikari handi eta intelektual sozialista frantsesaren aipu bat eman nahi nuke:

Diferentzia eta lehia bultzatzea beharrezkoa da. Honek bakarrik ekar dezake bilakaera. Demokraziak, funtsean, diferentziak onartzea dakar. Gure unibertsitateetarako formularik hoberena Mao Zedong-ek aldarrikaturik ere inoiz bete ez zuen hura dugu: Erne bitez ehun lore eta bira lehiakide ehun pentsamendu-eskola.

Gaurko Unibertsitatea eskari konplexuei erantzuten saiatzen den eta askotariko helburuak dituen erakundea da, eta arazoetako bat, helburu hauen eta beraien elkarloturen arteko koordinazioa artikulatzea da, bata besteen mesedetan sakrifikatu gabe.

Unibertsitateak bere egiteko soziala betetzekotan, bere helburu bereziei, hots, Irakaskuntza eta Ikerkuntzari kontu egin beharko die, bai eta, inolako zalantzarik gabe, hedapen unibertsitario nahiz kultur zabalkunde eta kritika bezalako beste batzuei ere. Esparru hauetako guztietako oinarrizko irizpidea errigoreari, seriotasunari eta, hitz batean, Unibertsitatea delako Erakundearen ezaugarri nagusia izan behar

duen bikaintasunari eustea izan beharko litzateke.

Ez da hau Unibertsitateko boterearen antolaketa eta banaketaren lerro nagusiek, nire iritziz, zeintzuk izan beharko luketen xeheki azaltzeko ordua. Berau, beharrezko seriotasunez eginez gero gure gizarteari oso onuragarria gerta lekiokoen eztabaida baterako gaia izan liteke. Uste dut, ordea, pentsamenduak, eztabaidak eta Zientziaren garapenak hazkuntza-salda, giroa behar dituztela adierazteko momentu aproposa dela, Udako Euskal Unibertsitatearen egoitza honetan. Hegazkina nork gidatuko duen ez da botu-emate igualitarioz erabakitzen, eta, era berean, ez lirateke beste eremu batzuetarako baliozkoak diren formula politikoak unibertsitate-bizitzako auzi guztietara eraman behar.

Unibertsitatean hierarkia bat dago, edo egon behar litzateke, sormen, gaitasun eta jakitearena, eta igualitarismo demagogikoak ez luke hierarkia hau lurperatu behar.

### **Estetika. Artea.**

Aurrekoa pixka bat alde batera utzita, ez nuke zientziaren alderdi estetiko aipatu gabe utzi nahi. Asko dira zientziaren zentzu estetiko duten zientzialariak.

Zientzialari gehienengan estetikaren nolabaiteko zentzua dagoela uste dut, zentzu honek kontzeptu edo tresna bat ederra egiten duelarik.

Kontzeptu estetiko honek ez du irudi ederrekin zerikusirik eta ez ditu matematika huts eta dotoreak eskatzen. Dirac baten jarreraren aurrean, non

sarritan formalak diren dotorezia eta edertasuna egia zientifikoarekin parekatu egiten den, Boltzmann baten mintzoa gogorarazi beharra dago; beronek «Zientzia-gaietan dotorezia jostunei utzi behar zaiela» esaten digu. Sir Herman Bondi-k *Ezjakintasunaren Entziklopedia*-n esaten duenari jarraiki, askotan formulazio matematiko jakin baten dotorezia notazio egokia hautatzean datza.

Estetikari buruzko nire baieztapenetan halako arreta-puntu bat sartzeko asmotan aditzera eman dudana hau esanik, zientziak bere baitako estetika duela uste dut. Batzuetan definitzea eta, zer esanik ez, transmititzea ezinezkoa izango da, baina arazo txiki baten soluzio garbia aurkitu duen orok sentitu egin du; fisika kuantikoaren eta erlatibitatearen teoriaren aspektuak ulertu dituenak ere bizi izan du. Mekanika klasikoaz gozatu egin duen edo Maxwell-en ekuazioetan elektromagnetismo guztia ikusi egin duenak edertasun-sentimendu bat izan duenik ukatzerik ez dago. Testuinguru honetan Goethe-ren hitzek, «Agian Jainkoren bat bide da ekuazio hauek idatzi dituen», oihartzuna dute.

Zentzu estetiko zientziaren eta teknologiaren berezko ezaugarri dugu. Sentimendu estetiko honek ez du zertan beste alorretakoaren berdina izan behar.

Zientzian, nire iritziz, printzipio estetikoaren ideia, honako galdera hauekin lotzen da: Zenbaterainoko alkantzea dute inplikazioek? Zeinen sotil eta esperogabeak dira loturak? Zein sakontasunetaraino sartzan da Natu-raren sekretuan?

Irizpide hauen arauera ADNaren egitura deskribatzen duen "helize

bikoitza” ederra da, bere baitan errepika eta birprodukzioaren eskema globala baitu. Francis Crick-ek esan zuenez, “biziaren sekretua” du bere baitan.

## Zientzialariak

Zientzialari tipikorik ez dago, ez eta jarduera zientifikoa burutzeko era aurreeterminaturik ere. Egiazko lan zientifikoa oso jarduera saritzailera da, baina oso gogorra ere bada. Ideiei atsedenik gabe jarraitu behar zaie. Merezki duen zerbait egitekotan hartaz obsesionatu egin beharra dagoela esango nuke. Jatorrizko ideia orokor eta ausartak garatu behar dira, baina,aldi berean, xehetasunak egiaztatu egin behar dira, ustezko ideia berrien akats handiak berauetan agertzen baitira gehienetan, ideia berri hauek, neurri batean behintzat, atzera utzi behar izaten direlarik. “Xehetasunetara jaitzi” nahi izaten ez duten zientzilariekin fidakaitzak izan behar dugu.

Migdal-ek doitasunez deskribaturiko ikerkuntza zientifikoaren zailtasunetako bat hau da: aurrera egiteko argiro ulertu behar da, baina ulerkuntza hau aurrera egitearen ondorioz sor daiteke soilik. Ikerkuntzaren atal bukatu bakoitza kontraesan honen gaineko garaipena besterik ez da.

Zientzialariak beraien ideiez maitemindurik egonik, ebidentzia esperimental argien aurrean ideia hauei uko egin nahi ez izateko arriskua izan ohi dute. Ideia, egiaztapen eta abandonaren prozesuak egunez egun, astez aste eta hilabetez hilabete irauten du.

Zientzialari gisa agertzen diren guztiek ez dute gogorki modu honetara lan egiten, noski. Askok aspaldi utzi zioten lan egiteari, batzuk ez ziren inoiz hasi. Benetan lan egiten dutenentzat lanbide hau polita da, baina, aldi berean, gogor eta nekagarria.

Ikertzaile gazteei ezinezkoak ez diren arazo zailak aukeratzeko gomen-dioa egingo nieke. Politika egingarriaren artea bada, ebazgarriaren artea dugu Zientzia. Ez dira arazo ezinezkoak hautatu behar, baina ez dira jada ebazirik dauden arazo hutsalak ere hautatu behar.

Zientziaren benetako gakoak galdera egokia une egokian egitean datza.

Jeinu zientifikoaren eta pertsona oso argiaren artean dagoen aldea erantzuteko trebezian baino galdetzeko eran dago agian. Galdera aldatzeko edo beste era batera formulatzeko gaitasunean, hain zuzen ere, lehen ezkutuan zeuden loturak nabarmendu daitezten.

Galdera egitea ez da aski, une egokian egin behar baita. Arrakasta (eta porrot) handietako asko galdera egokia zientifikoki erantzun zitekeen une egokian egitean (edo ez egitean) datza.

Zientzialaria oso zorionekoa da, bere lanean gozatu egiten baitu. Ordu guztietan egiten du lan, eta azkenean koadratu egiten den nolabaiteko berrikuntza aurkitzen duenean, hau oso txikia izanik ere, atsegin berezia sentitzen du. Ideia berri bat izan eta garatu ondoren emaitza koherente eta egiaztagarria lortzearen esperientzia izan duen orok badaki zertaz ari naizen.

## **Oinarrizko ikerkuntza. Helburu estrategikoetara zuzenduriko ikerkuntza aplikatua.**

Ikerkuntzak, hau da, funtsezkoak diren oinarrizko galderak egiteak ez du arrazoi ekonomikoetan oinarrituriko inolako justifikaziorik behar: bere baitako justifikazioa du. Nire iritziz, materiaren oinarrizko egituraz, unibertsoaz edo eta unibertsoaren jatorriaz eta etorkizun posibleaz, adibidez, galdetzea gizarte garatu batek bizi-kalitatetzat hartzen duen horren osagaia da, musika edo beste arte forma batzuen parean. Izan ere, lengoia ezberdinak erabilia ere dena da artea

Alabaina, gaur egun ezagutza zientifikoaren aurrerapenak behar duen laguntza ekonomikoa beronek berrikuntza teknologikoari eta garapen ekonomikoari, epe luzerako, egiten dion ekarpenak ere justifikatzen du. Oinarrizko ikerkuntzak garapen teknologikoari hiru eratara laguntzen dio:

1) Pertsonalaren prestakuntza, berau ikerkuntza eta garapen ekintza berriak burutzeko ezinbesteko baldintza baita.

2) Gerora ikerkuntza eta garapen ekintzak sortzen dituen ideien sorgunea da.

3) Kalitate eta bikaintasunezko exigentzia-giro baten sortzailea da, arazoak fokatzeko orduan; beronek, osmosiz bezala, gainerako jarduera guztien gaineko eragina du, auziei aurre egiteko moduaren estilo bat sortaraziz. Sarritan aipatzen ez den azken aspektu hau aski litzateke oinarrizko ikerkuntzarako laguntza ekonomikoa justifikatzeko.

Baina oraindik besterik ere bada. Esaldi bakarrean laburbiltzearen, elektronika, laser, konputagailu, zuntz optiko, polimero, bioteknologian eta abarretan oinarrituriko gaur eguneko garapen teknologikoa oinarrizko ikerkuntzarik gabe ezinezkoa izango zela esango dut. Zehatzago esateko, kasu honetan Fisikaren adarra den Mekanika Kuantikoa funtsezko gauza izan da. Izan ere, Coulomb-en legea eta Pauli-ren eskusio-printzipioa, Mekanika Kuantikoaren arauekin batera, materialen jokabidearen "azalpenaren" oinarrizko ardatzak ditugu.

Gizadiaren aurrera-pausu handiak oinarrizko ikerkuntza irekian oinarrituak izan dira, bertan gaitasun handiko ikertzaileek beren fantasiek eta aurrerago egindako lanek daramatzaten norabidean abiatzeko erabateko askatasuna dutelarik. Oinarrizko ikerkuntzaren ezagupenik eta harekiko kontakturik gabe ezin liteke egiazko kalitatea duen ikerkuntza aplikaturik sor. Honek ez du ikerkuntza aplikatuaren eta teknologiaren garrantzia gutxitzen. Aitzitik, errebotxatu egiten du: aurrerapen teknologiko berriak erabili gabe aurrerapen zientifiko handietariko asko ezinezkoak izango ziren. Hutsarte-sistemen hobekuntzari esker aurkitu zen elektroia Cambridge Unibertsitateko Cavendish Laborategian. Bell Laborategietako transistorearen aurkikuntza germanio hutsezko teknologiei esker suertatu zen, eta X izpien teknologiarik esker Watson eta Crick-ek ADNaren helize bikoitzaren egituraren berri eman ahal izan zuten, Cavendish Laborategian.

Gaur egun Zientzia ikerkuntzak izan behar duen norabide estrategikoa determinatuz gidatzeko joera dago, eta ikerkuntzak merkatuaren berehalako premien zerbitzaria izan behar omen

du. Joera hau, teorikoki bederen, Margaret Thatcher-ek berak salatu du bere memorietan:

Merkaturako produktuen garapenari gero eta garrantzi handiagoa ematen ari zitzaien, zientzia hutsen kaltetan. Gobernuak industriaren munduak buru zezakeen eta burutu behar zuen ikerkuntza finantzatzen ari zen, eta, honen ondorioz, Unibertsitate eta Zientzi Institutuetako ikerkuntza ahaleginak galtzaile ateratzeko joera zegoen. Honek ez zuela hala izan behar sinetsirik nengoen. Nik aurreko zientifikoak izan ditudalarik, ikerkuntza zientifikoaren onura ekonomiko handiak aplikazio berezien bilatze-tik baino oinarrizko ezagutzan lortutako aurrerapenetatik etortzen izan zirela banekien.

Botere publikoek, gidatzera baino areago zientzia gara daitekeen ingurunea sortzera jo beharko lukete.

Politika zientifiko-ekonomiko gidatuegia, bertan finantzazioaren erabakia eta problemen hautaketa erronkari inprimeneko eta interes zientifikoari begira baino gehiago ustezko berehalako aplikazioei eta balio komertzialari begira egiten delarik, herrialde baten bizigarritasun zientifikoarentzat arriskugarria da, bai eta haren garapen ekonomikoarentzat ere. Rohrer irakasleak aurrekoaren adibidetzat HIESarena jartzen zidan.

Zientziak ezin du lagundu dena oso alde zuzenetik prestatzen ez badu, zer etorriko den ez baitakigu, eta aurkeztuko zaionari aurre egiteko ahaltasun-arsenal izugarria eduki behar du. Tresna hauetariko batzuk badaude. Hutsetik abiatzeak helburua ezinezko bihurtuko luke.

Fisikaren barruko beste adibide bat erresonantzia magnetiko nuklearraren

bidezko irudia da: MRI (*Magnetic Resonance Imaging*). Erresonantzia magnetikoaren bidezko irudia helburuetara zuzendu gabeko eta, zer esanik ez, behaketa-tekniken garapenera zuzendu gabeko ikerkuntzak sortu zuen. Gakoa spin nuklearen momentu magnetikoak ulertzea, iman nuklearen hauen likido, kristal eta molekuletako elkarrekintzak nolakoak diren ulertzea eta Kimikaren ikuspuntutik interesgarriak ziren molekulen egitura aztertzea zuzenduriko oinarrizko galderetan zetzan. Bilaketa honi esker sortu zen irudiaren teknika baten ikuspena posible egin zuen ezagutza.

Oinarrizko ikerkuntzarik gabe erresonantzia magnetikoaren bidezko irudia pentsaezina zen. Zientzia hutsa da teknika aplikatuak elikatzen dituen iturburu.

Demagun, Purcell-ek eta Bloch-ek independenteki lorturiko emaitzak *Physical Review* aldizkarian argitaratu zireneko 1946. urte hartan, bigarren mundu-gerra amaitu ondoren, X izpien aldagarri gisa izan litekeen medikuntzarako irudi-era berri bat lortzeko zuzenduriko proiektua sortu zela. Nork iradokiko zuen, orduan, momentu magnetiko nuklearrak neurtzea? Eta, mirariz, norbaitek egin izan balu, beste mirari bat beharko zatekeen norbaitek honako galdera hau egiteko: Zergatik ez ditugu solido, likido eta biomolekulentzako lasaikuntza-denbora desberdinak ikertzen? Nork gehituko zuen? «Pultsuekin jolas dezagun orain, ea magnetizazio nuklearra gure erradio-maiztasunaren tonura zenbat eratara dantza eragin dezakegun».

MRIa oinarrizko ikerkuntzaren balio neurgabearen testigantza gezurtaezina dugu.

Gure Unibertsitateko irakaslea den Andoni Ibarra-k hemen aipatu gabe ezin utz dezakedan honako testu hau bidali dit:

Berehalako aplikazioak izateko neurrigabeko ardura oso zabaldua dago herrialde atzeratueta, eta irizpide praktikoa aipatzen da, beraz, harrokeriaz, berehalako aplikazioa duten eta gizartearentzat baliagarriak diren ikerkuntzak soilik egiteko eskaria egiten delarik. Kulturarik gabeko pertsonen eta ingurune atzeratueta idea da hau, bai eta ingurune aurreratuen beherakadaren zeinu eta faktorea ere. Irizpide hauek aditzera ematen dituztenek aurrerapen handi guztiak funtsean desinteresatuak diren ikerkuntza zientifikoen ondorioak direla ez dakite, eta ezjakintasun hau oso larri eta kaltegarria dugu. Ikerkuntza zientifiko desinteresatuari esker aurkitu zuen Pasteur-ek mikrobioen eginkizuna, asepsia eta antisepsiaren arauak eta txertoak, eta hari esker ezarri zituen higie eta kirurgia modernoa garatzeko oinarriak. Ikerkuntza desinteresatuari esker eman ziguten Galvani-k eta Volta-k elektrizitatearen ezagutza, bai eta Maxwell-ek radiotelegrafiaren oinarriak, Oersted-ek telegrafoarenak, Faraday-k motore elektrikoak eta Fleming-ek antibiotikoenak ere. Zientzia hutsa da, zalantzarik gabe, teknika aplikatuak atergabe elikatzen dituen iturburua; hura ahitzen bada, hauek urritu eta agortu egiten dira. Herrialde edo unibertsitate bati berehalako aplikaziorik ez duen oinarriko ikerkuntzarik ez egiteko aholkua ematea gidarien ezjakintasun larri eta tragikoaren ondorioz pobretzera edo beraren buruaz beste egitera gonbidatzea bezalakoxea da (Bernard Houssay, Fisiologia eta medikuntzako Nobel sariduna, 1947).

### **Fisika. UPV/ EHU-ko Fisika**

«Even if I could be Shakespeare, I think I should still choose to be Fara-

day...», ('Shakespeare izateko aukerarik izango banu ere, uste dut, Faraday izatea aukeratuko nukeela hala ere...', A. Huxley).

«.. physics the subject, makes old hearts fresh», ('fisikak, gaiak, bihotz zaharrak fresko bihurtzen ditu', W. Shakespeare).

Fisika zientzia guztietatik sinpleena da. Fisika-k aurre egin behar izaten dituen arazoak beste natur zientziek aurre egin behar izaten dituztenak baino sinpleagoak izan ohi dira, eta aurkezten zaizkion galderei xehetasun-maila handiagoz erantzun ahal izaten die, beraz.

Fisikako galderak bi norabidetan abia daitezke. Alde batetik, txikienerantz. Materiaren oinarriko legeak eta berauek arautzen dituzten legeak zeintzuk diren galdetzea da hau. Hau oinarriko partikulen fisika dugu, eta Kosmologiarekin, hots, handienarekin bat egiten du. Alberto Galindo-ren hitz ederretan, «eztanda handiaren alfa eta materiaren desintegrazioaren omega».

Beste norabide posible bat partikula asko dituzten sistemen jokabidea ulertzen saiatzea da, bertan partikulen arteko elkarrekintza ezagutzen delarik. Propietate berriak sortzen dira, orduan, osagaiek eurek erakusten ez dituzten propietateak, hain zuzen ere. Biologia, kimika eta materia kondentsatuaren fisika propietate berrien azaleratze honen adibideak ditugu. Ez dut uste, bada, erabateko jarrera erredukzionista Zientzian bertan ere defendagarria denik. Kimika delakoa fisika aplikatua baino gehiago da, bai eta biologia delakoa, fisika eta kimika aplikatuak baino gehiago ere.



Mende honetako fisikaren arrakasta ez da fisikariok biologoak baino argiagoak izatearen ondorioa izan, fisikak egiten dituen galderak sinpleagoak izatearen ondorioa baizik. Badirudi galdera konplexuagoei erantzuteko orduak jo duela, biologian ere auzi gakoetara iritsiz.

Fisika zientzia esperimental da. Ideiak ez dira, gehienbat, beren *a priori*-ko distirarengatik onartuak izan, baizik eta, maila batean edo bestean, gero eta bikainagoak diren begien behaketa esperimentalen emaitzarekin ados egon direlako. Begiratzeko era berri hauen zati handi bat neurtzeko metodoetako garapen teknologikoei loturik daude, Teilhard de Chardin-ek honako hau esatean gogorarazten digunez: «Mundu bizidunaren historia gauza berriak etengabe ikus daitezkeen kosmosaren barruan gero eta begi bikainagoak garatzearena da».

Euskal Herriko Unibertsitateko ikerkuntzari buruzko hitz orokor banaka batzuk esan nahi nituzke.

2. Taulan UPV/EHUko fisikak egin duen ekoizpen zientifikoaren laburbilduma ageri da, berau "Science Citation Index" (SCI) izeneko aldizkarietako argitalpenetatik hartua. Fisikako argitalpenek UPV/EHUaren %25 osatzen dute. Euskal Herriko Unibertsitatearen argitalpenek, berriz diot, Euskal Autonomi Elkartearen SCI-ko argitalpen guztien % 80 osatzen dute. Urte jakin batean aldizkari batek duen inpaktoa (taula hau 91ko datuekin kalkulaturik dago), estimazioaz aurreko bi urteetan aldizkariak hartu dituen aipuen batezbesteko kopurua da.

## 2. Taula. Artikuluaren eragina.

<p>FISIKA UPV/EHU (1990-1994)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Science Citation Index</i>-eko (SCI) aldizkarietako Argitalpenak</li> </ul> <p>Artikulu-kopurua: 440</p> <p>Doktoreko artikuluak: 1,3</p> <p>Batezbesteko Inpaktua: 1,8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1992. urtea - Fisika, UPV/EHU-ren SCIko argitalpenen %25a. UPV/EHU - EAEren % 80a.</li> </ul> <p style="text-align: center;">. . . . .</p> <p>Fisikako Sailak: Materialen Fisika (Do) - Elektrizitatea eta Elektronika (Bi) - Fisika Aplikatua I (Bi) - Fisika Aplikatua II (Bi) - Materia Kondentsatuaren Fisika (Bi) - Fisika Teorikoa (Bi).</p>
---

3. Taulan 1992-1994 hirurtekoan *Physical Review Letters* delako aldizkarian argitaraturiko artikulu-kopuruak erakusten ditugu, bikaintasunaren neurri posible gisa. Gure Unibertsitatea oso ongi sailkaturik dago, gure irakasle goa irakasle goa osoaren %5era iristen ez dela jakinik gainera.

Uste dut, beraz, UPV/EHUko fisikaren ikerkuntzak nazioarte-mailako lehiakortasuna duela, globalki, eta Nazioarteko Komunitate Zientifikoaren ohizko irizpide eta jardunbideen arabera funtzionatzen duela baieztatzeko moduan nagoela.

**3. Taula** 1992-1994 hirurtekoan Estatu Espainarreko Unibertsitateek eta Kontseiluaren Ikerkuntz Zentroek PRL (*Physical Review Letters*) delako aldizkarian argitaraturiko artikuluko-kopurua.

<i>Erakundea</i>	<i>N</i>
▪ Madrilgo Unibertsitate Autonomoa	9
▪ Bartzelonako Unib.	7
▪ UPV/EHU	6
▪ Zaragozako Unib.	4
▪ CSIC (Materialak - Madril)	3
▪ CSIC (CIEMAT)	3
▪ Balearretako UI	3
▪ Valentziako Unib.	2
▪ Sevillako Unib.	2
▪ Unibertsitate Konplutensea	2
▪ Gainerakoak	10
GUZTIRA	51
. . . . .	
UPV/EHU Estatukoaren %11,75a	
Irakasleria, %4,73a	

### Dibulgazio zientifiko-teknologikoa

Zientzia ez da komunitate zientifikoarentzat. Gizarte osoarentzako da. Lehen aipatu ditudan kultur aldaketa, berrikuntza ekonomikoa eta partaide-tza demokratiko erreala ez dira gizartearen lankidetzarik gabe sortuko. Honetarako zientifikoki informatua den gizartea behar dugu.

Komunikatzeko kalitatezko era erakargarria behar da, hau da, informazio ona, informazio zientifiko ona. Honetarako komunikatzaileek komunitate zientifikoarekin zuzeneko harremana izatea beharrezkoa da.

Fisikan, bereziki, geure ikuspuntuak eta geure lorpenak zientzialariak ez direnei esplikatzen denbora eta arreta gehiago eskaini behar dugu.

Gure disziplinari berez dagokion errigorea alde batera utzi gabe, fisika-ren definizioa zabaldu egin beharra daukagu, barnean eremu gehiago har ditzan, eta disziplina gehiagorekin jarri behar dugu harremanetan; gainera, elkarrizketa hau humanitateetako eta zuzenbide, ekonomia edo enpresa bezalako beste alorretako geure lankidengana hedatzen saiatzea onuragarria dela uste dut. Honek ahalegin bat dakar eta arazoak sortuko ditu, agian, baina, hala jokatu ezik arazoak handiagoak izango dira.

Zientzia ederra eta erabilgarria da, balore ekonomikoa da, eta, hitz batean, kulturaren osagaia da. Ebidentzia hau errealitate bihur dadin, gure herriak zientzia eta teknologia nahiz beraren gizarte-dimentsioaren gaineko hiritarren hezkuntzarako egitarau handia behar du, premia handiz.

### Ondorioa

Zientziak eta ingeniartzak nola funtzionatzen duten, zer egin dezaketen eta zer ezin egin dezaketen, zientzia, teknologia eta hezkuntzaren arteko elkarrekintza, oinarrizko ikerkuntzak, ikerkuntza aplikatuak eta

garapen teknologikoak duten zeregin elkarlaguntzailea, eztabaida zientifikoaren izaera, zientzia, teknologia eta garapen ekonomikoaren arteko lotura eta Unibertsitatearen garrantzi erabakigarria esplikatzen zuzenduriko ahaleginak bilduko dituen proiektua behar da.

Honegatik eta bukatzeko, Udako Euskal Unibertsitateari zorionak eman nahi dizkiot, erakutsi duen ardura eta ikuspenarengatik, bai eta zuoi guztioi ere, hona etortzeagatik. Zuek bezalakoek aipatu dudan proiektuari laguntza eraginkorra eskain diezaioke, zalantzarik gabe.