



*Zalantzarik gabe, zientzialari batek jaso dezakeen ohorerik handiena da Nobel Saria jasotzea. Urteroko erritoari hutsik egin gabe, Suediako Erret Akademiak urrian ezagutarazi zuen aurtengo urrezko zerrenda. Bitxilorea orriultzen emandako orduak bere fruitua erakutsi digute jadanik: hona hemen, jaun-andreok, aurtengo zientziaren Oscarrak: Fisika, Kimika eta Medikuntzako Nobel sariak.*

## “...and the Nobel goes to...”

### Fisikako Nobel Saria

#### Atomoak ehizatzeke sistema

Une honetan Fisikako Nobel saridun berriek egindako lanak erabilpen praktikorik ez duela esan zaigu; alabaina, urte gutxiren buruan ikusiko omen ditugu lan teoriko horren emaitzak. Erloju atomikoen garapenean oso kontuan hartu beharko dira hiru ikertzaileek egindako lana. Atomoen ikerketa funtsezkoa izan da zientzia modernoaren garapena; teoria kuantikoa bera, neurri handi batean, atomoaren teoria gisa ulertu izan da urtetan; bistan denez, ez da oraindik agortu arlo interesgarri honen etorria. O. Stern zientzialariak

20.eko hamarkadan zehar atomo-sortekin egindako lana har daiten orain aztertzen ari garen lerroaren abiapuntutzat, hark egindako ikerketetan oinarritu baitira ondoren ehundaka zientzialari atomoen mundu ezkutuan sartzeko.

Ohizko giro-baldintzetan atomoak eta molekulak sigi-saga higitzen dira norantza guztietan eta abiadura desberdinetan. Higidura “frenetikoa” materiaren tenperaturarekin erabat lotuta dago; zenbat eta altuagoa izan tenperatura, orduan eta azkarragoa atomoen higidura. Egoera horretan

ez dago deus ikusterik edo, guri axola zaiguna, ez dago deus behar bezala ikertzerik; esan nahi baita, atomoen propietateak ezagutu ahal izateko giro “lasaiagoa” behar da. Giro hori zero absolututik oso gertu lortzen da, hots, tenperatura oso baxuetan. Alabaina, tenperatura horietara iritsita atomoek oso ohitura txarra dute: kondentsatu eta likido edo solido bihurtzen dira.

Kondentsazioa eragozteko, atomoak elkarrengandik aparte mantendu behar dira eta horretarako dentsitate oso baxuetan eta hutsean manipulatu behar dira eremu elektriko edo magnetikoaren eraginpean. Hutsean “biltzen” ditu atomoak eremu horrek eta, beraz, ontzi baten zeregin bera du; hori dela medio, eremu horri tranpa atomikoa deritzo. Atomoak bertan “atzipetuta” daudelarik, oso tenperatura baxuetan mantendu behar dira atzera ihes egitea nahi ez badugu. Chou, Cohen-Tannoudji eta Phillips ikertzaileek atomo bihurriak hozteko eta atzitzeko prozedurak garatu dituzte eta horretarako laser-argiaz eta anitz tranpa atomikoez baliatu dira.

*Steven Chou, Claude Cohen-Tannoudji eta William D. Phillips zientzilarientzat ez da nolanhiko urtea izan amaitzen ari den hau. Fisikako Nobel Saridunen zerrendan, zientziaren urrezko zerrendan, ageri dira bere izenak urriaz geroztik. Laser-argia erabiliz atomoak atzitzeko prozedurak garatu izana da, hain zuzen ere, Suediako Erret Akademiak saria emateko kontuan hartu duen merezimendua. Ez da nolanhiko meritua, gainera.*



**Pili Kaltzada**  
ZETIAZ-Elhuyar



# Kimikako Nobel Saria

## Gaileta energetikoak

Beste askotan gertatu legez, aurtengo Sariak ere aintzat hartu du saridunek urtetan egindako lana; halaber, Biokimikan hasberritzat hartu ohi den arloa, Bioenergetika, ohore guztiakin sartu da Nobel saridunen klubean aurtengoa eta gero. Jakina den bezala, bioenergetika sistema biologikoetan gertatzen diren energi transmisioez arduratzen da. 1978. urtean Peter Mitchell zientzialariak ere Nobel Saria lortu zuen arlo honetan egindako lanagatik. Zehazki, Mitchellek eredu teorikoa eman zuen bizidunongan ATPren (adenin trifosatoaren) sintesia eta erabilera nola burutzen diren ulertu ahal izateko. Orain arte esan ez badugu ere, irakurle zuhurrak honezkero jakingo du: ATPa energia bildu eta anitz prozesuetara bideratzen duen molekula unibertsala da.

### Energiaren bidaia liluragarria

Bizidunok etengabe kontsumitzen dugu energia. Aldizkaria irakurtzen ari zarela, orriak pasatzeko ere energia behar du zure gorputzak. Etengabeko gastua eragiten diogu gorputzari, baina badirudi —salbuespenak salbuespen— ez dela iturri hori agortzen, beti dugularik, alegia, energi erreserbarik. Urtetan zehar lan itzela egin dute zientzialariek mekanismo horien funtzionamendua argitzeko eta neke eta zaputz askoren ondoren, azkenean 1929. urtean iritsi zen erantzuna Karl Lohmann kimikariak urte horretan energiaren molekula, ATPa, deskubritu zuenean. Molekula honek bizidunon energi transmisioan zeregin garrantzi-

*Paul D. Boyer,  
John E. Walker eta  
Jens C. Skou ikertzaileek  
jaso dute aurtengo Kimikako  
Nobel Saria. Hiru ikertzaileok  
zelulek behar duten energia  
damaian ATPasaren sortze-  
eta garraio-prozesuan parte  
hartzen duten proteinak  
aztertu dituzte eta,  
zalantzarik gabe, ekarpen  
handiak egin dituzte  
arlo honetan.*



tsua zuela uste zuten, baina 1939-41 bitartean ez zen erabat argitu afera; urte horretan Fritz Lipmann zientzialariak (Medikuntzako Nobel sariduna 1953. urtean) ATPa energia garraiatzen duen oinarriko egitura dela postulatu zuen. Bere egitura argitu nahian lanean segitu zuten zientzialariek hurrengo hamarkadan ere eta 1948. urtean Alexander Todd kimikariak (Nobel sariduna 1957. urtean) molekula sintetizatzea lortu zuen.

ATPren sintesi-prozesua liluragarria da. Arestian esan bezala, energia behar den prozesu orotan hartzen du parte. Har dezagun, esaterako arnasketa. Arnasketa zelularen barruko atal batean burutzen da, energi zentral bezala funtzionatzen duen mitokondrian, hain zuzen. Mitokondriaren barruko mintzean arnasketa osatzen duten lau entzimak daude eta horietan oxidatu egiten dira azukreak eta koipeak, elektroitrukaketaren bidez.

Transferentzia honekin batera, mitokondriatik protoiak kanporatzen dira eta horrek gerora lanerako erabili ahal izango den protoi-gradiente sortzen du. Honen egiteko nagusia ATP sin-

tetizatzea da eta horretarako protoien ATPasa behar du zelulak. Beraz, bionergetikaren zentroa zirkuitu elektriko txiki bat besterik ez da: arnas-kateak bonbardatu egiten ditu protoiak sustatuak erreta lortutako energiaz baliatuz; protoiak ATPasaren bidez atzera itzultzen dira zelulara eta prozesu honetan askatzen den energiari esker ATPa sortzen da. ATP egituraren baitan metatu den energia anitz prozesutan erabili ahal izango du bizidunak. Boyer eta Walkerrek bazuten honen guztiaren berri, aspaldidanik ezaguna baita ATParen mekanismoa, baina bazegoen oraindik argitu gabeko zalantza asko; horien artean, aurtengo saridunek erantzun dutena: Zein mekanismoren bidez eragiten dio ATParen sintesiar protoien gradientetik sortutako energiak? Bi ikertzaileek protoien ATPasaren egitura eta mekanismoak argitu dituzte eta, honenbestez, energia sortzeko eta garraiatzeko prozesuak erakutsi dizkigute.

**Pili Kaltzada**  
ZETIAZ-Elhuyar

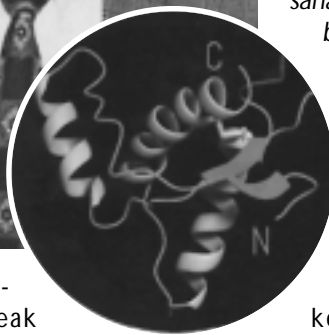
## Medikuntzako Nobel Saria

### Prusiner eta prioiak

1997ko Medikuntzako Nobel Saria Stanley Prusiner-ek jaso du, 1982. urteaz geroztik prioien ezagutza zabaltzeko egindako lana dela eta. Baina, zer dira prioiak? Prusinerrek berak asma-tutako terminoa da eta partikula infekzioso proteikoei dagokie, "entzefalopatia espongiforme transmitikorrak" (EST) delakoen transmisioan parte hartze omen dutenak. Eritasun hauen ezaugarri nagusien nerbio-sistema zentralaren infekzio geldoak dira, azkenean hilgarriak direnak. Substantzia grisaren endekapen progresiboa eragiten dute; baita ehun zerebralean bakuoloen agerpena ere, itxura belakitsua harturik.

EST izenak, ugaztun-espezie desberdinetan eragina duten zenbait eritasun biltzen ditu. Nabarmenenak ondokoak dira: ardien "scrapie" delakoa, zeina, belardia konpartitzeagatik soilik infekzioa gauza baitaiteke; behi-entzefalopatia esponfigormea (BSE), "behi eroak" izenaz ezaguna egin dena; patologia-talde horren barnean gizakiengan eragiten dutenak dira Creutzfeldt-Jacob (CJD) eritasuna, "insomnio familiar fatal" (FFI) delakoa, Gerstmann-Sträussler-Scheinker (GSS) gaitasuna, eta "kuru" izenaz ezagutzen dena, hots, Ginea Berriko Papuako Fore tribuko kideek jasan izan duten eritasun historikoa, kanibalismoaren inguruko erritoak direla medio sortua.

Prusiner-ek defendatzen duenaren arabera, EST patologien agente infekzioso bere buruaren kopia ugari ekoiz dezakeen proteina bat da hau da, eritasun-taldearen ezaugarri berezia. Teoria honek eztabaida sutsua sortu du, zeren eta zientzialarien artean onartuta baitago azido nukleikoak direla, eta ez proteinak,



informazio genetikoa eramaileak eta erreplikatzeko gaitasuna dutneak. Prusiner-en teoriak, beraz, heterodoxoa izanik, bere hastapenetik bertatik kontrako ugari izan ditu eta horiek, nahiz eta gero eta gutxiago izan, EST eritasunen agente infekzioso birusen bat dela onartzen dute.

Baina, nola sor dezake proteina batek eritasuna? Prusiner-ek, 1982.ean, scrapie-z kutsatutako zerebrotik zatiki infekzioso analizatu zuen eta bertoko osagai nagusia proteina bat zela aurkitu; "PrP" izena eman zion. Hiru urte geroago, Prusiner-en taldeak proteina hori ekoizten duen gena aurkitu zuen, hamster zein sagu osasuntsuetan. PrP proteina normalaren (PrP<sup>C</sup>) aminoazido-sekuentzia, PrP proteina patologikoarenarekin (PrP<sup>Sc</sup>) konparatutakoan honako hau frogatu zen: sekuentzia biak guztiz identikoak direla, baina egitura tridimensional desberdina dutela.

*Stanley Prusinerrek jasotako sariak zalaparta handia sortu du zenbait ingurutan. Batzuek ez diote barkatuko Suediako Akademiari oraindik erabat burutu gabe dagoen ikerketa-arlo bat saritu izana. Izan ere, lehen hipotesia kaleratu zenetik prioien egitekoari buruz asko ikasi badugu ere, gaur-gaurkoz, adibidez, ez ditugu ezagutzen prioien mekanismoak eta funtzionamendua. Prusiner ez omen da horretaz kezu. "Bazterrak nahasten ari diren horiek sariaren oihartzuna areagotzea baino ez dute lortu", esan zuen saridun berriak irrarbarrea ezpainetan zuela.*

Izan ere, PrP<sup>C</sup> proteinak  $\alpha$ -helize motako tolestura luzeak dituen katea-zati berberetan PrP<sup>Sc</sup>-ak  $\beta$ -orriak antolatzen baititu. Honez gain, PrP<sup>Sc</sup>-ak, PrP<sup>C</sup> proteina normalak ez bezala, zerebroan agregatu disolbaezinak eta zuntzak eratzeko joera du, eta proteasen erasoarekiko erresistentea da.

Gero egindako saio ugariak bat datoz ondokoan: proteinaren PrP<sup>Sc</sup> aurrean, PrP<sup>C</sup> proteinak bere egitura aldatu egiten du eta PrP<sup>Sc</sup> proteina bihurtzen da. Ikerketa-talde batzuk, Prusiner-ena barne, PrP<sup>C</sup> proteinaren egitura-aldaketak beste zenbait proteinen beharra izan dezakeela diote, txaperonena adibidez. Prioien teoriaren kontrakoei iradokitzen dutenez aldez, aipaturiko egitura-aldaketa hori proteinak berak birus baten bizikloan zehar sortutako elkarrekintzaren ondorioa izan daiteke. Dena den, galdera askok erantzunik gabe darraite; oinarrikoen artean daude, esaterako, zein



izan daitekeen Pr<sup>PC</sup> proteina funtzioa zelulan, tolesturak proteina hori hilgarri bihurtzearen zergatia, edo nola gertatzen den egituraren aldaketa.

Erresuma Batuko behietan agertutako BSE-ak espektatiba berriak sortu ditu agente infekzio-soaren ezaugarri molekularrei buruz piztu den eztabaida zientifiko honen erdian; baita alarma sozial izugarria ere.

Frogatuta dirudi behi-azienden eritasuna era epidemikoan zabal-tzen dela, eta espezieek ohi du-ten barrera apurtzen duela: behi-haragi infektatuaz zoologikoetan hazitako tigreak, pumak, ozelote-ak eta gepardoak, infektaturik daude (gainontzeko EST-etan espezie desberdinen arteko infekzioa ez omen da gauzatzen). Halabaina, infekzioa behietatik gizakiengana igaro al daiteke? Ikerketa epidemiologikoen iradokitzen dutenez BSEa eta ECJ-aren aldaki baten (nvECJ) agerpena erlazonaturik daude giza-kiengan. Izan ere, bi ikerketa talde independentek eginiko lan berrien arabera (Nature 1997.eko urriaren 2a) behi-azienden BSE-aren agente erantzuleak sorta-razten baitu nvECJ-a.

Gaur egun arte, 21 nvECJ kasu konfirmatu dira Erresuma Batuan eta PrP genean ezaugarri aman-komun bat azaltzen dute; nolahi ere egun ezezaguna zaigu gertaera honen garrantzia. Oraindik ez dugu ezagutzen zein den BSE-aren inkubazio-denbora gizakiengan, ezta gure espeziea infektatzeko beharrezkoa den dosi minimoa ere. Galdera hauei etorkizun hurbil batean erantzun ahal izango zaiela espero dugu eta, halaber, prioi funtziona-mendua sakonago ezagutzeko populaziorengan izan dezakeen eragin kaltegarria ekidin ahal izango dugula.

**Ana Agirre eta Andone Estonba**  
*EHU-n Genetikako irakasleak*

## Matematikako Nobel Saria

### Zergatik ez dago Matematikako Nobel Saririk?

Inork aipatu izan du Alfred Nobelek eskola-garaiko oroitzapen txarragatik baztertu zuela Matematika sari ospetsu hauen zerrendatik, baina ez da hau zabalduen dagoen istorioa. Gehiago entzuten da, etsai zuen Mittag-Leffler matematikari suediarrek irabaz ez zezan ahalegindu zela; izan ere, garai hartan puntako matematikaria zen gorrotatzen zuen gizon hura eta saria irabazteko hautagai sendoenetakoa zatekeen.

Batzuk, hipotesi honen aurka, Mittag-Leffler eta Nobelen artean ia ez zela erlaziorik egon esan dute, baina badirudi elkarren arteko ezinikusia benetakoa zela. Zergatik?

Emakumeren bat edo diru-arazoren bat tartean zegoenik, ezin baieztatu daiteke; bai, ordea, emakumeren bat izatekotan ez zela izan Nobelen emaztea inoiz esan den bezala, ezkongabea baitzen.

Beste ildo bat hartu dutenek galdera bat luzatzen dute: zergatik beharko litzateke Matematikako Nobel saria?

Nobelen asmoetan giza garapenerako lan praktikoak saritzeko gogoia antzematen dute eta Matematikaren izaera teorikoa ez omen dator bat asmo horrekin. Bestelako argibiderik ez dugun bitartean, norberak aukera dezala nahiago duen bertsioa.

1905. urtean Hungariako Zientzi Akademiak Bolyai saria lehen aldiz eman zuenean (Henri Poincaré izan zen irabazlea), Matematikako Nobel sariaren hutsunea betetzeko ahalegina ikusi zen. Hala ere, Mittag-Leffler-en lagun mina izan zen John C. Fields matematikari kanadiarrak 1932an sortu zituen sariak har ditzakegu gaur egun Matematikako Nobel sarizat. Fields-ek sari batzuetarako dirua utzi zuen bere testamentuan eta lau urtetik behin ospatzen diren Nazioarteko Matematikarien Kongresuetan banatzen dira, "Fields domina" izenez. Hurrengo kongresua Berlinen izango da datorren abuztuan eta gehienez lau sari emateko eskumena du epaimahaiak. Nobela ez bezala, gazteentzako saria da eta, Fields-en testamentuan zehazki aipatu ez arren, lege bihurtu den ohitura da berrogei urtetik gorako matematikaririk ez saritzea.

Benetako Nobel saria irabazi duten matematikariak ere badaude. Hain zuzen, Ekonomiako Nobel saria sortu zenetik (1969), eredu matematikoak proposatu dituztenek jaso dute behin baino gehiagotan eta horietako batzuk lan garrantzitsuak utzi dituzte Matematikaren beste alor batzuetan ere, esate baterako, Kenneth Arrow (1972), Leonid Kantorovitx (1975), Gerard Debreu (1983) eta John F. Nash (1994).

**Javier Duoandikoetxea**  
*Matematikaria eta EHUko irakaslea*