

Kimika

- ✓ *Mario Molina*
- ✓ *Sherwood Rowland*
- ✓ *Paul Crutzen*

Ozono-zuloaren lehen berri ofiziala 1985. urtean izan genuen, *Nature* aldizkarian ikerlari-talde batek argitaratutako artikulu baten eskutik. Geroztik, sarritan entzun dugun kontua da. Berri horrek eragin zuen eztabaidak ospetsu bihurtu zituen CFC substantziak eta gaur egun nazioarte-mailan ia erabateko adostasuna dago CFCek duten erantzukizunaz hitz egitean. Izan ere, ozono-geruza mehetzearekin batera, bizidunontzat kaltegarriak diren frekuentzia txikiko izpi ultramoreak gaur egun baino kantitate handiagotan helduko dira troposferaraino eta ondorioz, azaleko minbizia eta aldaketa genetikoak ugaltzeko arriskua handiagotu egingo da.

Dena den, ozono-zuloaren aitzindariak hirurogeita hamargarren hamar-kadan aurki ditzakegu. Jadanik garai horretan zenbait ikerlarik CFC substantzietako kloroak estratosferako ozonoa deusezten zuela frogatu zuten. Garai horretan hasitako bidearen jarraipen-gisa har daitezke beraz, aurtengo sariak. Izan ere, 1995eko Kimika alorreko Nobel Sariak gai horretan aitzindari izan ziren ikerketak eta ikerlariak saritu dituzte. Nabaria da bestalde, Nobel Sarien inguruan gero eta kritika zorrotzagoak jasotzen hasiak zirela, ingurugiroarekin zerikusia zuten zientziak inoiz ez zirelako aintzakotzat hartzen; aitzitik, aurtengo sariakin kimika tradizionalak bere esparrutzat hartzen ez zuen alderdia kimikatzen hartzeko urrats garrantzitsua eman da.



M. Molina



S. Rowland



P. Crutzen

1995eko Kimikako Nobel Sariak, ozono-geruzaren azterketan aitzindari izan diren ikerketak eta ikerlariak saritu dituzte.

Saritutako ikerlariak EEBBetan eta Alemanian lan egiten dute. Batetik Massachusetts-eko Teknologia Institutuko Mario Molina eta Irvinen dagoen Californiako Unibertsitateko Sherwood Rowland eta bestetik Mainz-eko Max Plank Institutuko Paul Crutzen izan dira, hain zuzen ere, aurtengo saridunak.

Crutzen-ek 1970. urtean frogatu zuen nitrogeno oxidoak katalizatzaile-modura agertzen zirela ozonoaren desagerketan eta 1974. urtean Molinak eta Rowland-ek klorofluoro hidrokarburuak, hots, CFCak ozonoaren desagerketarekin lotura zuzena zutenaren susmoa azaldu zuten. Orduz geroztik egindako lan gehienek beraz, aitzindari horien ikerlanetan dute oinarria.

* *Joxerra Aizpurua*
Industri Injinerua

Fisika

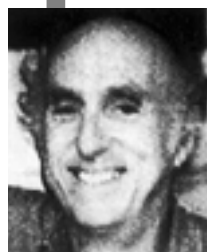
- ✓ *Martin L. Perl*
- ✓ *Frederick Reines*

Kalifornian lan egiten duten Martin L. Perl eta Frederick Reines fisikariek eskuratu dute aurtengo Fisikako Nobel Saria "leptoiaren fisikari egindako ekarpen experimental aitzindariengatik". Suediako Zientzien Erret Akademiak "tau leptoiaren aurkikuntzagatik" saritu du Perl eta "neutrinoaren detekzioagatik" Reines.

Leptoiaren fisika (eta oinarritzeko partikulen fisika bidenabar) aurreko mendearen azken urteetan sortu zen, J.J. Thomson-ek elektroia aurkitu zuenean. XX. mendearen hasierarako izpi katodikoak eta β izpiak elektroiak direla argi zegoen, baina azken izpi horiek sortzen dituen mekanismoa, β desintegrazioa izenez ezagutzen dena, ez zen ulertzen.

1930ean Wolfgang Pauli zientzilariak β prozesuan, elektroiaz gain, beste partikularen bat igortzen dela postulatu zuen eta neutrino izenez bataiatu zuen. Proposamena ausarta zen oso, Paulik berak, neutrinoak inguruarekin duen elkarrekintza ahulegia dela eta, partikula hori ez zela inoiz atzemango uste baitzuen. Pauliren ziurtasuna hastapen teoriko sendoetan oinarritzen zen. Izan ere, fisikan hain emankorrak diren iraupen-printzipioak

Leptoiaren fisikari egindako ekarpen experimental aitzindaria saritu dute aurtengo Fisikako Nobel Sariarekin.



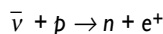
M. L. Perl



F. Reines

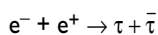
gordetzeko, beste partikularen batek prozesu horretan parte hartzea behar-beharrezkoa zen. Geroak frogatu digunez, teoriak egindako aurrean biribilenetako bat da Paulirena. Neutrinoen hipotesiaz baliatu zen Enrico Fermi elkarrekintza ahularen teoria plazaratu zuenean; fisikariak aho batez onartu zuten neutrinoa, baina ohi denez, frogapen esperimentala guztiz beharrezkoa zen.

Zientzilari batzuk, Fermi bera barne, erreaktore nuklearretan neutrino asko sortzen dela konturatu ziren; 1953an, Reines-ek eta Cowan-ek erreaktoreetan neutrinoak detektatzeko esperimentu bat proposatu zuten. Ondorengo zazpi urteetan Savannah River-en egindako saioetan $\bar{\nu}$ antineutrinoaren existentzia frogatu zuten. Gaur egungo notazioan, honela adieraziko genuke aztertu zuten erreakzioa:



Clyde L. Cowan 1974an hil zenez, ezin zezakeen Nobel Saria jaso.

Gaur egun oinarrizko partikulen fisika ulertzeko erabiltzen dugun "eredu estandarrean", partikulen funtsezko osagaiak hiru familian banatzen dira, bakoitzean bi leptoia eta bi quark daudelarik. Lehenengo familia elektroia, neutrino elektronikoa eta "gora" eta "behera" quarkak biltzen ditu eta 1970eko hamarkada hasi zenerako ezaguna zen. Lau urte geroago bigarren familaren osagaiak ere erabat onaturik zeuden zientzilarien artean. Inork espero ez zuenean ordea, 1974-1975 bitartean Perl-ek Stanford-eko azeleragailu linealean zuzendu zituen esperimentuetan hirugarren familaren lehen osagaia aurkitu zuen: tau leptoia, hain zuzen. Energia handiko elektroiak eta positroiak elkarrekin topo egitean agertu ziren τ partikula horiek eta dagozkien $\bar{\tau}$ antipartikulak,



erreakzioan. Elektroien bigarren anaia astuna eta ezegonkorra da τ partikula (lehenengoa muoia da). Aurkikuntza horrez gero, hirugarren fami-

liaren beste osagaiak ere aurkitu dira. Azken elementua "gain" quarka izan da eta bere existentzia iaz berretsi zen.

CERN-en azken urteotan egindako esperimentuen arabera, ez dago beste familiarik. Laugarren bat agertuko balitz, eredu estandarrak berriztapenen bat beharko luke.

* **Juan M. Agirregabiria**
Fisikaria eta EHUko irakaslea

Fisiologia eta Medikuntza

- ✓ **C. Nüsslein-Volhard**
- ✓ **E. Wieschaus**
- ✓ **E. Lewis**

Lehen bereiztuta zeuden biokimika, genetika, biologia zelularra eta garapen-biologia deritzen arloen oinarri teorikoak eta ikerketa-metodologiak azken urteotan asko hurbildu direnez, beraien arteko mugak difuminatuz joan dira, eta horren ondorioz, disziplina horiek baterakuntza nabaria eza-gutu dute. Bestalde, biologiako disziplina guztiak kontzeptualki blaitzen dituen teoria ebolutiboa gehitzen badiegu osagai horiei, mosaikoaren pieza guztiak elkarturik geratuko zaizkigu. Aurtengo Medikuntza eta Fisiologiako Nobel Sariak banatzerakoan, aipaturiko baterakuntza horren ikurtzat har daitezkeen hiru ikerlari saritu nahi izan ditu Suediako Zientzia Akademiak. Sarituak izan direnak, Tübingen-go Max Planck Institutuko Christiane Nüsslein-Volhard izeneko emakume alemana eta bi gizonezko estatubatuar, Edward Lewis eta Eric F. Wieschaus, lehenak Californiako

Unibertsitateak Pasadenan duen Teknologia Institutuan, eta bigarrenak New Jersey-ko Princetongo Unibertsitatean, EEBBetako beste muturrean hain zuzen ere, lanean dihardutenak. Mende honen hasieran Estatu Batuetan T.H. Morgan *Drosophila melanogaster* izeneko eulian gertatzen diren mutazio genetikoei buruz lanean hasi ondoren, mota horretako ikerketak egiteko intsektu horrek eskaintzen dituen abantailak argi eta garbi agertu ziren. Giro horretan hasi zen Edward Lewis lanean 1946. urtean, gene homeotikoetan (zeintzuek organo homologoen garapen enbrionarioa kontrolatzen duten) gertatzen ziren mutazioek, eulietan beha zitezkeen ondorio morfologikoetara iristeko, garapen enbrionarioaren fase desberdinak nola eraldatzen zituzten ikertzen hasi zelarik. Adibidez, horrelako gene homeotiko (*Hox* laburdura erabiltzen da gene hauek izendatzeko) mutaturen bat zeraman euliaren buruan antenaren orde, gehiago edo gutxiago garaturiko hanka ager zitekeen; edo toraxean halterioen orde bigarren hego-parea. *Hox* geneek "hegoa egin" edo "hanka egin" bezalako instrukzio-sortarik ez dute osotzen, baizik eta beraien lana tokian tokiko "garapen enbrionarioaren programa" aldatzean datza, gorputzeko toki desberdinen morfologia *Hox* gene desberdinek kontrolatzen dutelarik. Hortaz, *Drosophila*-n behaturiko akats morfologikoak enbrionarioaren tuki desegokian *Hox* gene desegokiaren eraginez agertzen dira. Horrela, euliaren toraxeko lakain batean berez hegoa izango zena, filogenetikoki horrela markatuta datorrelako alegia, ontogenetikoki, *Ultrabithorax* gene homeotikoaren eraginez, halterio bihurtzen da; edo, ontogenia eta filogeniaren alderantzizko adibidean, *Antennapedia* gene homeotikoaren eraginez, buruan antena eratu beharrean, hanka agertzen da, edota, harri-garriago dirudiena, *Ophthalmoptera* deritzonaren eraginez begien orde hegoak. Lewis-ek ikerketa-lerro honi hasiera eman arte, inork ez omen zeukan ornogabeen garapen enbrio-



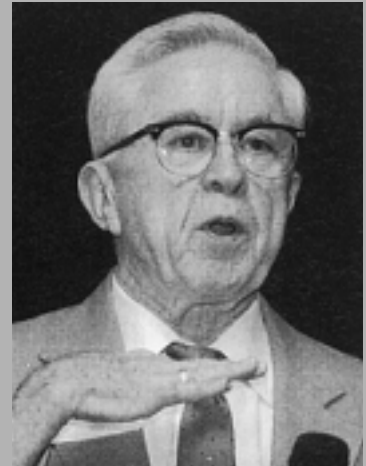
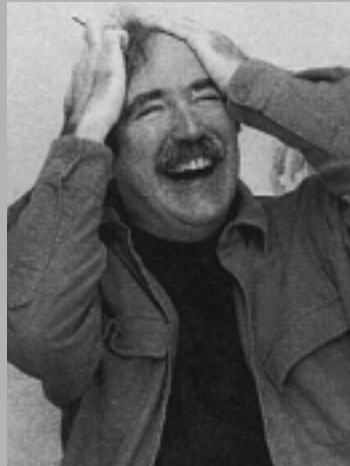
narioari buruzko ikerketa genetiko-rik eginda.

Edward Lewis-ek 1978. urtean *Nature* aldizkarian argitaraturiko berri-kustapenak oihartzun eta eragin handia izan zuen, bertan, *Hox* geneei buruz 30 urte luzetan lorturiko emaitza arrakastatsuak laburbiltzeaz gain, *Hox* geneen agerpen ebolutibolari eta funtzionamenduari buruzko hipotesi bat plazaratu zuelarik. Lewis-en argitarapen horrek beste ikerlari askoren lana suspertu zuen, horien artean aurtengo beste bi Nobel saridunena, ordurako *Drosophila*-ren genetikan lanean ziharduten Nüsslein-Volhard eta Wies-

besteko lana eskatuko zuen, baina gainerako genetiko adituen aholkuei entzungor egin, eta adore miressgarritz ekin zioten lanari.

Geroago jakin ahal izan denez, aipaturiko hierarkia genetiko horren maila gorenean *Hox* geneak daude. *Hox* geneen ondorio morfologiko handiek iradokitzen dute, ezen, zuzenean zein zeharka, *Hox* geneek beste gene asko erregulatzen dituztela, transkripzio-faktoreen bidez hain zuzen ere. Adibide gisa, berrikitan eginiko estimazioari adituz, *Ultrabithorax* gene homeotikoaren produktuak, DNARA lotzen den transkripzio-faktoreak alegia, *Drosophila*-ren genomako 85-170

komun teorikoak sei *Hox* genez osoturiko bilduma izango zukeen, *Drosophila*-k zortzi *Hox* genez osotutakoa duen bitartean. Gonbaraziorako, saguak, gu bezalako ugaztunak alegia, bederatzi edo hamaika *Hox* genez osoturiko lau bilduma ditu, kolektiboki HOM-C (homeotic complex) bezala ezagutzen direnak. Hau dela eta, *Hox* geneen bildumetan gertaturiko bikoizketek eta ondorengo dibertsifikazioek gene berrien agerpena edota erregulazio genetikoan sorturiko elkarrekintza berriak posibilitatu dituzte, eta berorien ondorioz animalien plan morfologikoetan beha daitekeen erantzitasun itzela. Baina, *Hox* geneen hari



Arlo desberdinetako sintesian C. Nüsslein-Volhard (ezkerrean), E. Wieschaus (erdian) eta E. Lewis (eskuinekoa) ikerlariak egin duten ekarpena saritu nahi izan dute aurtengo Medikuntza eta Fisiologiako Nobel Sariarekin.

chaus-ena alegia. 1978. urte hartan hain zuzen ere, Nüsslein-Volhard eta Wieschaus bakterioekin erabiltzen ziren agente mutagenikoak euli helduei aplikatu zizkieten, eta, ondoren, beroriengandik sorturiko hurrengo belaunaldian agertzen ziren larba mutanteen ikerketari ekin zioten, nahiz eta esperimendu horietatik emaitza esangarririk lor zitekeen inor gutxik espero. Eulien ehundaka mila batzuk aztertu ondoren, bi urteren buruan *Drosophila*-ren garapen enbrionarioan parte hartzen zuten 139 gene identifikatuta zeuzkaten. Esan gabe doa, horiek gene guztiek elkarrekiko zituzten loturak eta hierarkiak argitzen saiatze hutsak genetiko ausartena kikiltzeko bezain

gene eraentzen dituela esan daiteke. Datu soil honek erakusten digu, ezen, erretroelikadura-zirkuituen bidez elkarren menpeko diren gene guzti horiek eraturiko mataza deskorapiltzeak zer nolako lan nekeza eskatzen zuen, eta aurrerantzean eskatuko duena ere bai, arazoa ez baitago erabat argituta.

Hox geneen garrantzia ez da *Drosophila*-ren garapen enbrionarioan duten eraginera mugatzen, izan ere, animalien eskala filogenetiko osoan barrena, belakitatik gizakiraino, aurkitzen baitira *Hox* gene homologoak, 600 milioi urtetan zehar gertaturiko eboluzioan *Hox* geneetan bikoizketak eta desagerpenak gertatu diren arren. Horrela animalia guztien arbaso aman-

ebolutiboari esker, denak ahaide eta elkarren artean sendoki loturik.

Aurtengo Medikuntza eta Fisiologiako Nobel Sariarekin, beraz, hiru ikerlari horien planteamendu teoriko iraultzaileak, ikerketa injeniosoa, lan-ahalmen ikaragarria, etsipenik onartzen ez duen ausardia tematia, abstrakzio- eta sintesi-gaitasun itzela, eta seguru asko beste zeozer gehiago ere bai, saritu nahi izan da. Gure uste apalean, eta idatzitakoak idatzita, ondo merezitako saria delakoaz ez dugu zalantza-izpi bakarria ere ez.

* Ana Zubiaga eta J.M. Txurruka
EHUko irakasleak