



Urriaren erdialdean, ohi bezala, Nobel Sarien hotsa iritsi zitzaigun Suediatik:

aurrena Literaturakoa eta azkena Bakearena, komunikabideetan arreta

eta toki gehien hartu zutenak. Tartean Ekonomia, Fisika, Fimika eta

Medikuntzakoak iragarri ziren. Azken hiru hauek ditugu hizpide.

1998ko Nobel Sariak

Fisikako Nobel Saria

MATERIAREN EGITURAN UXARREAN

Aurten, maiz gertatzen den legez, Suediako Zientzien Errege Akademiak urtero ematen duen Fisikako Nobel saria Estatu Batuetara joan da. Eta, azken urteotan gertatu ohi den bezala, sariduna ez da bakarra, zientzia eta ikerketa ez baita bakarkako lana, talde-lana baizik. Aurtengo saridunak hiru dira: Robert. B. Laughlin, Horst L. Störmer eta Daniel C. Tsui. Azkenik, iaz eta orain dela bi urte bezala, Fisikako saria materiaren jokaera oso tenperatura txikian aztertzen dutenek eskuratu dute. Hiru ikerlariok aurkitu dute elektroiek, eremu magnetiko baten eraginpean daudela, elkartu, trinkotu eta "partikula-mota" berriak sor ditzaketela. Partikula berri horien karga elektrikoa elektroien kargaren zatikiak dira. Bestela esan, elektroien jokaera kolektibo berri bat aurkitu da, ikerketa-bide berri asko zabaldu dituen.



Robert. B. Laughlin

1950ean Visalian, Estatu Batuetan, jaioa. Fisikan doktoratu zen 1979an eta 1989az geroztik Fisikako irakaslea da Stanford Unibertsitatean.



Horst L. Störmer

1949an Frankfurt Main-en, Alemanian, jaioa. Fisikan doktoratu zen 1977an eta 1992-98 bitartean Bell laborategietako Ikerketa Fisikoen Laborategiko ikuskatzailea izan da; gaur egun New York-eko Columbia Unibertsitateko irakaslea da.

Aurkikundea 1982an Störmer-ek eta Tsui-k Massachussets-eko Institutu Teknologikoaren magnetismo-laborategian egindako esperimendu batean jazo zen: oso eremu magnetiko handia eta

oso tenperatura txikia erabiliz (gradu-hamarren batzuk zero absolutuaren gainetik), elektroiek, trinkotuta, solido kristalino bat osatuko zutela uste zuten, baina Hall efektu kuantikoaren

antzeko jokaera aurkitu zuten, hau da, Hall konduktantziaren balio berriak aurkitu zituzten (oraingoan ez tenperaturaren arabera, baizik eta eremu magnetikoaren intentsitatearen arabera), von Klitzing-ek aurkitutako balioen artekoak eta, beraz, konstante fisikoen eta zenbaki osoen arteko biderkadura ez zirenak. Balio berri horiek lehenengo konstante berak hartuta, baina oraingoan biderkatzeko zenbaki osoak ez eta zenbaki zatikiarrak ($1/3$, $2/3$, $3/4$...) erabiliz adieraz daitezke. Hori dela eta, aurkikuntza berriari *Hall efektu kuantiko zatikiarra* izena eman zitzaion. Aurkikuntza ustekabe handia izan zen ikerlarien zatit, balio berri horiek nola ager zitezkeen azaltzeko eredu teori-



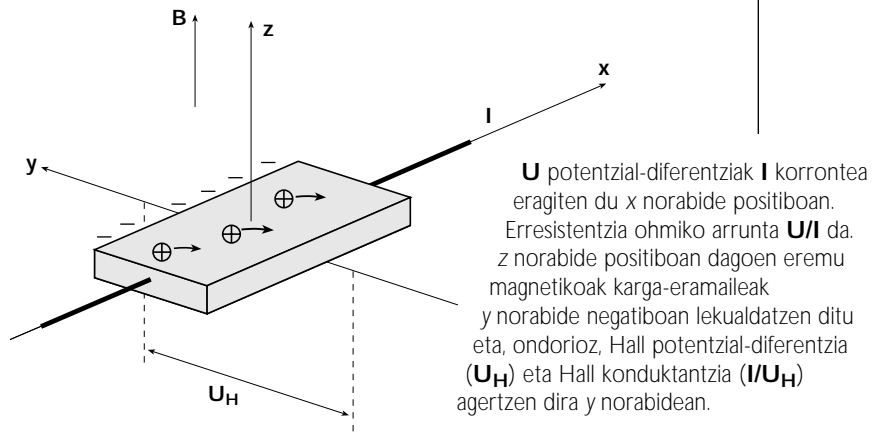
Daniel C. Tsui

1939an Henan-en, Txinan, jaioa. 1976an Fisikan doktoratu zen eta 1982az geroztik irakaslea da Princeton Unibertsitatean.

korik ez baitzuten. Izan ere, horren arabera eta ordura arte ezagutzen zenaren kontra, higitzean korrante elektrikoa sortzen duten entitateen gutxienezko karga ez baita bat (elektroia-

Hall efektua eta Hall efektu kuantikoa

Metalezko xafla mehe bat eremu magnetiko baten barnean xaflaren azalak eremuaren norabidearekiko angelu zuzena eratzen duela kokatuz gero, eta xaflaren luzetarako ardatzaren norabidean korrante elektrikoa iraganaraziz gero, eremu magnetikoarekiko eta korrante elektrikoarekiko 90° -ko angelua osatzen duen eremu elektriko bat, hau da, potentzial-diferentzia bat agertzen da. Eremu elektrikoa korrante-dentsitatearekiko eta indukzio magnetikoarekiko proportzionala da. Fenomeno honi *Hall efektua* deritzen, Edwin H. Hall-ek aurkitu baitzuen 1879an. Karga elektrikoak duten partikulak (elektroiak kasu honetan) eremu magnetikoaren barnean higitzean elektroiak alboratu desbideratzen dituen indar bat agertzen delako gertatzen da fenomeno hori.



Hall efektua karga-eramaileen (elektroi negatiboak edo hutsune positiboak) dentsitatea neurtzeko erabil daiteke eta gaur egun mundu osoko laborategietan Hall efektuan oinarritutako neurgailuak erabiltzen dira.

Temperatura txikiak (-272°C) eta eremu magnetiko handiak erabiliz (30 tesla ingurukoak) Hall efektua aztertu da material erdieroaleetan (hau da, oso material-geruza meheak erabiliz) eta hor Hall efektuaren izaera aldatu egiten dela ikusi da. 1980an Klaus von Klitzing-ek aurkitu zuen Hall konduktantzia ez dela materialaren ezaugarrien arabera, baizik eta kuantizatuta dagoela, esan nahi baita elektroiaren ahalmena karga elektrikoa garraiatzeko kuantizatuta dagoela eta tenperaturaren arabera linealki ez baizik eta jauzika aldatzen dela. Gainera, jauzi horien magnitudea ez dago materialaren ezaugarrien menpe, baizik eta oinarritzko konstante fisiko batzuen konbinazioa (elektroiaren karga eta Planck-en konstantea) bider zenbaki oso bat eginez lortzen direla Hall konduktantziaren balioak. Aurkikuntza honi *Hall efektu kuantikoa* deritzen (temperatura horretan erresistentzia ohmiko desagertu eta materiala supereroale bilakatzen da). Efektu hori fisika kuantikoaren legeak erabiliz uler daiteke. ^

ren karga elektrikoa hutsean), txikiagoa izan daiteke, elektroiaren kargaren herena adibidez. Aurkikuntzatik urtebetera, Rober B. Laughlin-ek saiakuntzaren emaitza teorikoki azaltzea lortu zuen: horren arabera, eremu magnetiko handi baten pean eta oso tenperatura txikian elektroiak trinkotu egiten dira fluido kuantiko mota berri bat osatuz. Horretarako (elektroiak

ezin baitira besterik gabe trinkotu), elektroiak eremu magnetikoaren "fluxu-kuantuekin" konbinatu egiten dira, trinkotu daitezkeen partikula konposatuak (bosoi-motakoak) eratuz. Fluido kuantiko motak lehenago ere behatu izan dira oso tenperatura txikian helio likidoan eta supereroaleetan. Guztiek zenbait ezaugarri komun badituzte ere, hala nola superjariartotasuna, portaera

desberdina dute. Laughlin-ek proposatutako fluidoak ezau-garri bereziak ditu. Adibidez, konprimiezina da. Gainera, elektroi bat eransten zaione-an fluidoa kitzikatu egiten da eta hainbat "kuasipartikula" sortzen dira. Hain zuzen ere, kuasipartikula horiek dira Störmer eta Tsuiren emaitzak azaltzeko behar den karga zatikiarra dutenak. Geroztik egindako neurketetan Hall konduktantziaren balio berri gehiago aurkitu dira, Laughlin-en eredu teorikoa frogatu dutenak. Nobel saridun hauen 1982-83ko lanen ondoren mikroelektronikaren arloan izandako aurrerakadei esker, kuasipartikulen existentzia, zeharka bada ere, frogatu eta karga zatikiarra neurtu ahal izan da, hiru ikerlarien aurkikuntzak egiaztatuz.

Beraz, aurkikuntza fisika kuantikoaren arloan urrats garrantzitsua izan da, hari esker fisika kuantikoaren adar askotan kontzeptu teoriko berriak garatzeko oinarria ezarri baita. Oinarrizko ikerketa da, berehalako ondorioak izango ez dituen, baina zientzialariak aplikazioak ikusten, aurreikusten hobeto esan, hasiak dira dagoeneko. Gaur egun ordenadoreetan, telefono mugikorretan eta mikroelektronikaren beste esparru askotan ikusten hasia zen miniaturizazio-prozesuaren mugak hautsi egin litezke aurkikuntza horren haritik, hau da, etorkizuneko osagai elektronikoa orain arte uste zena baino are txikiagoak izateko bidea ireki egin da.



Kimikako Nobel Saria

KIMIKA, LABORATEGITIK ORDENADORERA



Walter Kohn

1923an jaio zen Vienan, familia judu batean, eta 1939an, nazismotik ihesi, Estatu Batuetara emigratu zuen. Pittsburgh-eko Carnegie Institute of Technology-n lan egin zuen 1950-60 bitartean eta Kaliforniako Unibertsitatean, San Diego-n, 1960tik 1979ra. Santa Barbarako Fisika Teorikoko Institutuko zuzendaria izan da 1979-84 bitartean eta bertan lan egiten du oraindik, 75 urte baditu ere.



John A. Pople

1925ean jaio zen Burnham-on-Sea herrian, Somerset-en. Cambridge-ko Unibertsitatean matematikan doktoratu zen 1951n eta 1964az geroztik Estatu Batuetako Pittsburgh-eko Unibertsitatean Fisika Kimikoa irakatsi zuen. 1986az geroztik Illinoisko Northwestern University-ko Kimikako katedraduna da.

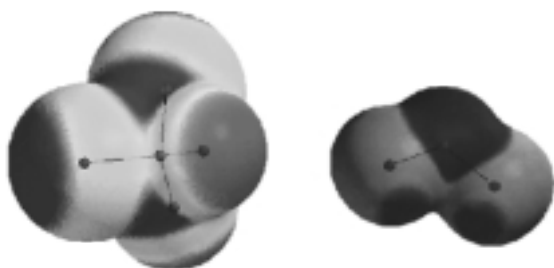
Aurtengo Kimikako Nobel saria, Fisikakoa eta Medikuntzakoa bezala, Estatu Batuetara joan da, baina irabazleak ez dira estatubatuarak, europarrak baizik: Walter Kohn austriarra da eta John A. Pople britainiarra. Saridunak aitzindariak izan dira molekulen propietateen eta molekulen artean gertatzen diren prozesu kimikoen azterketa teorikoak egiteko kalkulu-metodoak garatzen eta horixe izan da Suediako Zientzien Errege Akade-

miak bi ikerlariei saria emateko arrazoia.

XX. mendearan hasieran fisika kuantikoaren garapenak aukera berriak ireki zituen egitura molekularra ulertzeko eta, horren bidez, molekulen propietateak eta beraien arteko elkarrekintzak kalkulatu ahal izateko. Baina aplikazio praktikoak urruti zeuden artean, ezinezkoa baitzen fisika kuantikoaren formulazio matematiko korapilotsuak hain sistema konplexu diren molekuletan erabiltzea. Gauzak aldatzen hasi

Kimika kuantikoaren aplikazioak: adibide bat

Gauza jakina da goi-atmosferan ozono-geruza mehe bat dagoela, Eguzkiaren erradiazio ultramoretik babesten gaituena. Lurretik aieratzen ditugun substantzia batzuk, hala nola freoiek, ozonoarekin erreazionatu eta ozono-geruza suntsitu ahal dutela entzun dugu guztiok. Baina nola gertatzen dira erreakzio horiek zehatz-mehatz? Bide bat, ozonosferako baldintzak laborategian itxuratzea eta saiakuntzak egitea da. Baina kimika kuantikoaren kalkulu-sistemak erabiliz, erreakzio horiek xehe-xehe azter daitezke teorikoki ordenadorean, laborategia erabili gabe, erreakzioaren mekanismoa ondo ulertu ahal izateko.



CF_2Cl_2 molekulak (freoia, ezkerrean ordenadore-irudian) eta O_3 molekulak (ozonoa, eskuinean ordenadore-irudian) bata bestearekin erreazionatzen dute eta, ondorioz, ozono-molekula suntsitu egiten da. Prozesu hori ordenadorean azter daiteke kimika kuantikoaren kalkuluaren bidez.

ziren 1960ko hamarkadan, ordenadoreak ekuazio konplexuak ebazteko erabiltzen hasi zirenean; orduan, kimika kuantikoa hasi zen garatzen kimikaren adar berri gisa. Geroztik, adar horrek berebiziko garapena izan du eta kimikan benetako iraultza eragin du. Eta garapen horretan Walter Kohn eta John Pople-ren lanak funtsezkoak izan dira.

Walter Kohn-en lana guztiz teorikoa izan da: berak ezarri zituen atomoen arteko loturak deskribatzeko eredu matematikoa sinplifikatzeko eta errazteko oinarriak. Lehenago, molekulen propietateen kalkulu konbentzionala elektroiak banaka hartuta deskribatzean oinarritzen zen eta, horregatik, kalkuluak oso konplexuak ziren. W. Kohn-ek erakutsi zuen elektroiak banaka hartu

beharrrik ez zegoela, nahikoa zela espazioko edozein puntutan zegoen batez besteko elektroikopurua jakitea, dentsitate elektronikoa, alegia. Atomo eta molekulen edozein propietate dentsitate honen funtzioa (funtzionala, hobeto esanda) dela frogatu baitzen. Honi esker, atomo bat beste batekin molekulak sortzeko eta gero eta sistema konplexuagoak sortzeko zergatik elkartzen den hobeto ulertzeko urrats garrantzitsua eman zen. *Dentsitate funtzionalaren teoria* deritzo berak garatu zuen bideari eta, horri esker, oso molekula konplexuak, atomo asko dituztenak alegia, askoz modu errazagotan azter daitezke. Horri esker, eta geroztik ikerlari askok W. Kohn-ek irekitako ildoari jarraitu diotelako, kalkulu-sistema findu

eta garatu egin da eta gaur egun kimika kuantikoan gehien erabiltzen den kalkulu-tresnetakoa da. 1960ko hamarkadan Europan eta Estatu Batuetan ikerlari askok ekin zioten ordenadorearen erabilera zabaltzeari eta kalkulu-metodoak sortzeari. Arlo horretan John Pople goren mailan jarri beharrekoa da. Haren metodoei esker, molekulen propietateak eta molekulek erreakzio kimikoetan nolako elkarrekintzak dituzten teorikoki azter daitezke. Metodoak fisika kuantikoaren funtsezko legeetan oinarrituta daude. Ordenadoreari molekula edo erreakzio kimiko jakin baten oinarritzko datuak ematen zaizkio eta ordenadoreak molekula horren propietateen deskribazioa itzultzen du edo erreakzio kimiko hori nola gertatzen den azaltzen du. Esperimentu-mota askoren emaitzak aurreikusteko balio du eta, gainera, esperimentu konplexu eta garestirik gabe, teorikoki eta fidagarritasun handiz aurreikus daitezke molekula askoren egitura eta propietateak. J. Pople-k metodoa garatzeaz gainera, metodo hori erabiltzen duen aplikazio praktikoa diseinatu zuen, *Gaussian* ordenadore-programa alegia, mundu osoko ikerlariak erabil zezaten. Lehen bertsioa 1970ean kaleratu zen eta geroztik, azkena aurten bertan atera delarik, etengabe findu eta hobetuz joan da. 1990eko hamarkadaren hasieran Gaussian programak W. Kohn-en dentsitate funtzionalaren teoria inplementatu zuen, molekula gero eta konplexuagoak teorikoki analizatu ahal izateko bidea zabalduz. Gaur egun, milaka kimikariek erabiltzen dute programa hori mundu osoko unibertsitate eta kimika-enpresetan.



Medikuntzako Nobel Sarria

OXIDO NITRIKOA: KANPOAN OTSO ETXEAN USO

Urtero Medikuntzako Nobel sarria banatzen duen Stockholm-eko Karolinska Institutuak Estatu Batuetako hiru farmakologo sari-tu ditu, oxido nitrikoa sistema kardiobaskularreko seinale-molekula dela aurkitzeagatik. Hiru ikerlariek nork bere aldetik lan egin dute, inoiz ez elkarrekin, nahiz eta elkarren berri bazuten. Robert F. Furchgott-ek zenbait botika eta drogaren eragina odol-hodietan ikertzen ari zela, emaitza kontrajarriak erdietsi zituen: substantzia berak odol-hodia uzurtzea eragiten zuen batzuetan eta zabaltzea besteetan. Furchgott-eko jokaera-aldaketa odol-hodien barneko azaleko (endotelioko) zelulak hondaturik edo onik egotearen arabera gerta zitekeela pentsatu zuen. 1980an, esperimentu baten bidez, substantzia batek, baldin eta endotelioa hondatuta ez bazegoen, odol-hodiak zabaltzen zituela frogatu ahal izan zuen. Bera ondorio honetara iritsi zen: odol-hodiak zabaldua daude endotelioko zelulek seinaleak transmititzeko balio duen molekula ezezagun bat ekoizten dutelako eta molekula horrek hodietako zelulak erlaxatu egiten dituelako. Artekari kimiko ezezagun horri endoteliotik eratorritako erlaxazio faktorea deitu zion eta bera identifikatzeari ekin zion hurrengo urteetan. Ferid Murad-ek 1977an, Virginia-ko Unibertsitatean nitroglizerinak eta bestelako konposatu



Robert F. Furchgott

1916an Charleston-en jaioa, Estatu Batuetako Hego Karolinan. Biokimikan doktorea. Orain jubilatuta dago eta 1988az geroztik New York-eko estatuko Unibertsitateko irakasle emeritua da. Belgikako Gand-eko, Estatu Batuetako Ipar Karolinako, Suediako Lund-eko eta Espainiako Madril-eko Unibertsitateetako *honoris causa* doktorea da.



Ferid Murad-ek

1936an Whiting-en jaioa, Estatu Batuetako Indiana estatuan. Medikuntza eta Farmakologian doktorea da eta Houston-en lan egiten du, Texasko Unibertsitateko Biologia Integratu, Farmakologia eta Fisiologiako Departamentuan.

hodi-zabaltzaileek nola lan egiten duten aztertzen ari zela, konposatu horiek oxido nitrikoa askatzen dutela eta honek muskuluetako zelulak erlaxatu egiten dituela aurkitu zuen. Gas batek —oxido nitrikoak alegia— zeluletako funtzio garrantzitsuetan eragin zezakeelako ideiak txunditu egin zuen eta faktore endogenoek ere, hala nola hormonek, NO-aren bidez eragin zezaketela iradoki zuen, baina ezin izan zuen esperimentalki frogatu. Louis J. Ignarr, R. Furchgott-en ikerketen ildoan, aipatu erlaxa-

zio-faktorearen osaera kimikoa bilatzeari ekin zion. Analisi asko egin ondoren, 1986an Furchgott-en erlaxazio-faktorea oxido nitrikoa zela aurkitu zuen. Bere aldetik, eta urte berean, ondorio horrexetara iritsi zen R. Furchgott bera ere. Biek nazioarteko konferentzia batean (1986) aurkeztu zuten beren konklusioa eta, ondorioz, ikerketa-pilo bat abiarazi zen mundu osoko laborategietan. Izan ere, horrelako gas-molekula xume batek (nitrogeno-atomo bat eta oxigeno-atomo bat baino ez ditu) orga-



Louis J. Ignarro

1941ean New York-en jaioa. Farmazian eta Farmakologian diplomatu zen eta 1979-85 bitartean New Orleans-eko Tulane Unibertsitatean lan egin ondoren, 1985az geroztik Farmakologiako irakaslea da Los Angelesko Kaliforniako Unibertsitateko (UCLA) Medikuntza Eskolan.

nismoan seinale-molekula gisa jokatzen duela, hau da organismoan barrena seinaleak transmititzen dituela, aurkitzen zen lehen aldian zen.

Oxido nitrikoaren paradoxa

Kanpoan otso: Oxido nitrikoa (NO) gas koloregabea eta toxikoa da. Tenperatura eta presio handiko erreakzioetan errotzen da —adibidez, automobiletako ihes-hoditik kanporatzen da— eta, aire-ratzen denean, nitrogeno dioxido

bihurtzen da. Oxido nitrikoak sudurzuloak eta begiak narritatzen ditu eta atmosferako poluitzaile garrantzitsua da, batez ere poluzio-gertakari askotako erreakzioetan parte hartzen duelako. Adibidez, estratosferako NO-a ozono-geruza urritu izanaren erantzuleetako bat da.

Etxean uso: euskal esaera zaharrek dioenaren alderantzizkoa, hain zuzen ere airean (kanpoan)

poluitzaile kaltegarria den oxido nitrikoa ongilea baita organismoan (etxean). Eta hori harrigarria da, NO-a gainerako seinale-molekulen aldean guztiz desberdina delako batetik eta guztiz ezegonkorra delako bestetik; izan ere, 10 segundo baino gehiago ez du irauten, berehala konbinatzen baita nitrato eta nitritoak sortzeko. Jakina zen bakterio batzuek oxido nitrikoa sintetizatzen zutela, baina molekula xume honek

Aurkikuntzaren garrantzia medikuntzan

Sistema kardiobaskularra: arteroesklerosiak endotelioaren NO-a ekoizteko ahalmena murrizten du. Hortaz, gaixoari nitroglizerina emanez, honek organismoan hain onuragarria den NO-a askatzen du. NO-a seinale-molekula dela jakinez geroztik, ahalegin handiak egiten ari dira laborategietan bihotzeko gaixotasunen aurka borrokatuko diren droga berri eta ahaltsuak sortzeko.

Shock-a: bakterioek eragindako infekzioa orokortzen denean, gure zelulek askatzen duten NO-a kaltegarria izan daiteke. Izan ere, globulu zuriek bakterioen aurka borrokatzeko NO-kopuru itzela ekoizten dute, odol-hodiak zabalaraziz eta odol-presioa biziki jaitsiaraziz; ondorioz, gaixoak konortea gal dezake. Egoera honen aurrean, NO-aren ekoizpena inhibitzen duten substantziak eman dakizkioke gaixoari, shock-egoeratik aterarazteko.

Birikak: arreta intentsiboko unitateetan gaixoei NO gasa eman dakieke inhala dezaten. Tratamendu honek emaitza onak izan ditu eta biziak salbatzeko balio dezake; adibidez, pediatrian, odol-presio handia eta arriskutsua duten haurrak NO-arekin trata daitezke odol-presioa jaistarazteko, baina oso kontuz ibili beharra dago dosiarekin, kontzentrazio handian oxido nitrikoa toxikoa baita.

Minbizia: globulu zuriek NO-a erabiltzen dute kanpoko bakterio, onddo eta bizkarroiak hiltzeko, baina baita organismoa tumoreen aurka babesteko ere. Hori dela eta, gaur egun zientzialariak probak egiten ari dira NO-arekin tumoreen hazkundea galarazteko erabil daitekeen jakitearren, gas honek zelulen heriotza programatua eragiteko erabil litekeela uste baita.

Diagnosi-analisia: gaixotasun infekziosoen, hala nola heste eta biriketako, diagnosa egin daiteke NOaren ekoizpena analizatuz. Adibidez, kolitisa, asma eta beste gaixotasun batzuen diagnostikoa egiteko erabiltzen ari da.

Inpotentzia: NO-ak zakilaren ereakzioaren mekanismo molekularrean parte hartzen du, zakileko odol-hodiak zabaldu egiten baititu. NO-aren eginkizuna ezagututa, ereakzioaren mekanismoa hobeto ulertu ahal izan da eta inpotentziaren aurkako botika berriak sortzeko bidea ireki da. Hori dela eta, aurtengo Nobel saria Viagra ospetsuarekin lotuta ageri da prentsan, zeharka bada ere, Viagra sortzeko bidea ireki baitzuen aurten saritutakoen aurkikuntzak.



goi-mailako animalietan, hala nola ugaztunetan, hain garrantzitsua izan zitekeen inork ez zuen uste.

Aurkikuntzaren ondoren egindako ikerketek berehala berretsi zuten NO-ak sistema kardiobaskularrean duen garrantzia. Baina ez hor bakarrik. Gaur egun NO-ak nerbio-sisteman ere seinale-molekula gisa jokatzeko duela frogatu ahal izan da, bai eta infekzioen aurkako arma gisa eta odol-presioaren erregulatzailerako gisa ere. NO-a bizidun gehieneko organismoan dago eta zelula-mota askok ekoizten dute arginina aminoazidotik abiatuta.

NO-a arterietako zelula-geruza barnekoenean, endotelioan, sortzen denean, azkar barreiatzen da zelula-mintzetan barrena muskuluetakoko zeluletaraino, uzurtuta dauden muskuluak lasaituz eta, ondorioz, arteriak ere zabalduz. Horrela, NO-ak odol-presioa eta odolaren banaketa kontrolatzen du. Gainera, tronboak —odolbelduak— eratzea galarazten du.

NO-a nerbio-zeluletan sortzen denean bizi azkar hedatzen da norabide guztietan, inguruko zeluletan eraginez eta funtzio asko modulatu. Eta infekzioetan, adibidez, odoleko globulu zurietan oxido nitriko asko sortu eta askatzen da eta, toxikoa denez, bakterio eta bizkarroiei erasotzen die.

Aurtengo Nobel saria ez da ezustekoa izan arloko adituentzat eta nazioarteko komunitate zientifikoa nolabait horren esperoan zegoela esan daiteke, aurkikuntzak garrantzi itzela baitu alderdi kontzeptualetik fenomeno kardiobaskularrak azaltzeko eta, bestetik, ikerketa-lerro askori bidea ireki diolako.



1998ko

Matematikarien Nazioarteko Kongresua Berliner ospatu zen joan den abuztuan. Mundu osoko matematikarien topaleku izaten den Kongresuaren sarrera-ekitaldia abuztuaren 18an izan zen eta, ohi denez, bertan eman ziren aditzera Fields sarien irabazleak.

Jabier Duoandikoetxea*

Sari hauek oso garrantzitsuak dira Matematikaren munduan eta Nobel sariaren ordezkotzak ere hartzen dira nolabait (ikus 1997ko abenduko *Elhuyar. Zientzia eta Teknika*, 126. zenbakia, 7. or.). Aurten hurrengo matematikariei egokitu zaie: Richard Borcherds, Maxim Kontsevitch, Tim Gowers eta Curtis McMullen-i. Lehen biak ingelesak dira eta Cambridgeko Unibertsitateko irakasleak hirugarrena, errusiarra da jaio-tzaz, Bonn-en doktoratua eta gaur egun Frantziako IHES (Institut des Hautes Etudes Scientifiques) delakoan eta Estatu Batuetako Rutgers Unibertsitatean ari dena; laugarrena, estatubatuarra, Harvard-en da irakasle orain.

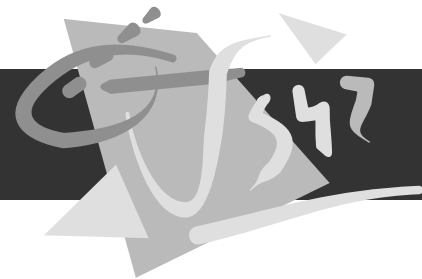
RICHARD Borcherdsen lana Aljebra eta Geometriaren alorretakoa da eta ospetsu egin duen emaitza *moonshine* izenaz bataiatu zuten aieruaren frogapena izan da. Berba hori, ingelesez, ideia bat zoroa eta zentzubakoa dela adierazteko erabiltzen da eta



Richard Borcherds

Taldeen teoria eta funtzio eliptikoak, itxura batean elkarrengandik urrun dauden egiturak lotzen dituen emaitza delako jarri omen zioten. Egin zuen lanean, Fisika Teorikotik datozen metodoak ere erabili zituen; korden teoria-tatik datozenak, hain zuzen.

FISIKA Teorikoa da Maxim Kontsevitchen lan-arloa, Richard Feynmann eta Edward Wittenen ekarpenen ildotik. Duela zortzi urte Fields saria eskuratu zuen azken honen aieru bat frogatuz,



grabitazio kuantikoaren eredu biren baliokidetasuna erakutsi zuen. Halaber, Topologiaren atala den Korapiloen teoria ere landu du. Topologian ohi den bezala, propietate aldaezinak aurkitu behar dira, egitura desberdinak zeintzuk diren zehazteko. Korapiloen sailkatze bidean,



Tim Govers



Maxim Kontsevitch

oraindik bukatu gabeko lanean, Kontsevitchek aurkitu du gaur egun ezagutzen den aldaezinik emankorrena.

TIM Goversek Analisi Matematikoan egin du bere lana, Analisi Funtzionalean zehatzago esan. Mende honen hasieran bideratutako alor hau ezinbesteko bilakatu da, oinarrizko kontzeptuak Matematikako edozein ikaslek ezagutzen dituelarik. Hala ere, oinarrizko egitura horietan badugu oraindik zer ulerturik eta Goversek Banach-en espazioen egitura geometrikoa hobeto ulertzeko bidea egin du, simetria gutxi duten espazioak egon daitezkeela erakutsiz, hain zuzen ere. Konbinatoriako metodoak erabiltzen ditu bere lanetan eta azkenaldian metodo hauek erabiliz Szemerediren teorema deitzen denaren frogapen berria eskaini du. Teorema ezaguna izanik, beste frogapen bat ematea

bigarren mailako gauza dela pentsa daiteke, baina ez da horrela, kasu honetan gertatzen den bezala, emaitza oparoak eskain ditzakeen bide berria irekitzen bada.

CURTIS McMulleni emandako sariak, duela lau urte Yoccoz-i eman zitzaionak bezala, sistema dinamikoen teoriaren garrantzia azpimarratzen du. Azken hogeitau urteotan edo, kaos hitzak dibulgioko aldirik zientifikoetan leku nabarmena hartu du. Horren atzean sistema dinamikoen inguruko lana eta ezagutza ezkututzen dira eta indarberritu den alorra izan arren, erroak mende hasierako matematikariengan aurki dai-

Curtis McMullen



Zilarrezko plaka

AZKEN hamarkadan Matematikan lortu den emaitzarik sonatuenaren falta somatuko zuen irakurleak, 1995ean Fermaten azken teorema frogatuta utzi zuen Andrew Wiles ingelesa ez baita aurreko zerrendan agertzen. Sarituak nortzuk diren erabaki behar duen batzordeak zalantza gutxi izango zuen horrelako emaitzaren egilea hautatzeko, baina Fields saria berrogei urtetik beherakoei baino ematen ez zaienez, Wiles, 1953an jaioa izanik,



Andrew Wiles

ez zen hautagaietako. Hala ere, Matematikaren Nazioarteko Elkarteak ezin zezakeen ahaztu gertakaria eta ekitaldi berean, Wiles-i Elkartearen zilarrezko plaka eman zion saritzat. Gero, Kongresuko hitzaldi nagusietako bat eskaini zuen. ^

tezke. McMullenen lana ekuazioen ebazpen hurbilduari eta Mandelbroten multzoa ulertzeari buruzkoa da.