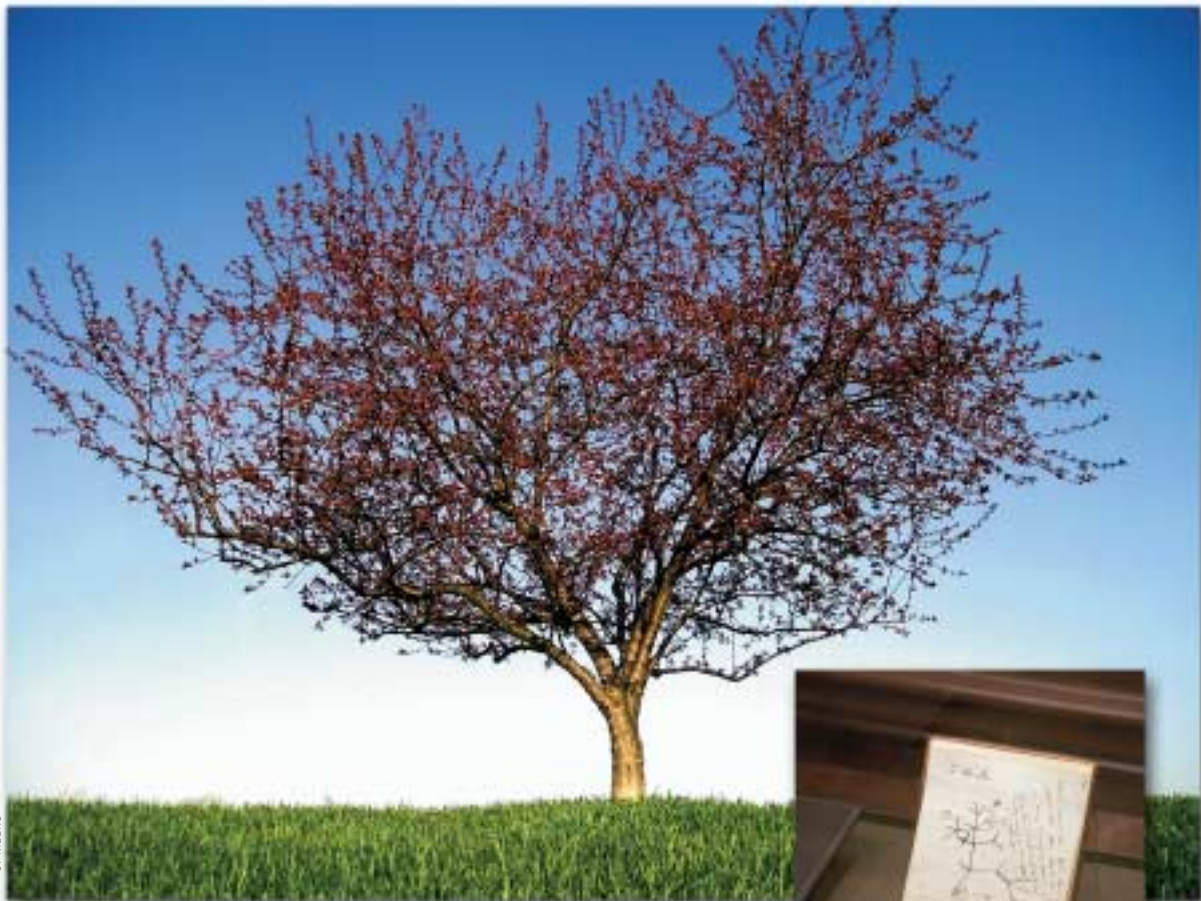


# Sustraietatik adarretara, teoria eraikiz

Galarraga Aiestaran, Ana

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



C. MEEKS

AUCKLAND MUSEUM

**Eboluzioaren teoria duela 150 urte jai zen. Geroztik, aldatuz, eraldatuz eta garatuz joan da, diziplina askotako zientzialarien ekarpenei esker: paleontologoak, genetistak, biologo molekularrak... Denen artean, sustrai sendoko eta adar ugariko zuhaitza eraikitzen ari dira.**

Darwinek bere koadernoan irudikatutako eboluzioaren zuhaitza.

DUELA 150 URTE, 1858KO UZTAILAREN 1EAN, HAIN ZUEN, Charles Darwin eta Alfred Russel Wallace zientzialarien lanak aurkeztu zituzten Linneoren Elkartean. Lan haietan, espezie batetik bariatateak nola sortzen ziren azaldu zuten, eta baita nola irauten zuten eta desagertzen ziren ere, hautespenaren eraginez. Horrela esanda, ez dirudi

gauza handia izan zenik, baina, izatez, garai hartako pentsamoldean izugarritzko eragina izan zuen. Hain zuzen ere, Jainkoa hil zuten.

Darwinek urtebete geroago argitaratu zuen *Espezieen jatorria hautespen naturalaren bidez* liburu ospetsua, baina 'bekatua' egina zegoen: Darwinek eta

Wallacek ez zuten jainkoaren beharrik izan mundu osoan barreiatuta zeuden espezie guztiak nola sortu ziren azaltzeko. Eta horrek iraultza ekarri zuen garai hartako gizartera. Izan ere, oso errotuta zegoen Jainkoak mundua eta munduko bizidun guztiak sei egunean egin zituelako ustea. ➔



AUCKLAND MUSEDA

Charles Darwinek ez zuen jainkoaren beharrik izan mundu osoan barreiatuta zeuden espezie guztiak nola sortu ziren azaltzeko.

Hala ere, eboluzioaren ideia ez zen erabat berria, eta sinestun batzuek ere onartzen zuten espezie batzuetatik beste batzuk sortzen zirela. Adibidez, ideia hori nahiko zabaldua zegoen XVIII. mendeko geologo eta pentsalari batzuen artean; horietako bat Charles Darwinen aitona zen, Erasmus Darwin.

Eta hori baino askoz lehenago, hemezortzi-hemeretzi mende lehenago, Anaximandro filosofo greziarrak eta Lucrecio erromatarrak ere proposatu zuten espezieak elkarrekin erlazionatuta zeudela, eta denborarekin eraldatu egiten zirela. Harritzekoa ere bada garai hartako ideia batzuk eta gaur egungoak hain antzekoak izatea. Tartean, ordea, bi mila urte igaro dira, eta, ia joan den mendera arte, bizidun guztiak Jainkoak orain diren bezala kreatu dituelako ustea nagusitu da.

### Hautespen naturala

Gaur egun ere bada eboluzioa ukatzen duenik, edo horren atzean Jainkoa dagoela sinesten duenik, baina, Darwinez geroztik, ez dago jainkoen beharrik espezieak nola sortu diren eta nola eboluzionatzen duten azaltzeko. Hain justu, horixe izan zen haren (eta Wallaceren) ekarpen handiena: eboluzioa

azaltzen duen mekanismoa proposatu zuen. Eta mekanismo hori ez zen batere zerutiarra, alderantziz baizik. Hautespen naturala zen.

Ordurako, Thomas Malthusek idatzia zuen *Populazioaren printzipioari buruzko saiakera*. Malthus kezkatuta zegoen gizakia janaria baino azkarrago ari zelako ugaltzen. Horretan oinarrituta, Darwinek proposatu zuen bizidunek baliabideak lortzeko borrokatzen dutela elkarren aurka, eta abantailaren bat dutenek egiten dutela aurrera. Nolabait esateko, haiek dute ugaltzeko aukera gehien, eta, beraz, haien ezau-garriak hurrengo belaunaldira transmititzen dira.

“*espezie guztiak jatorri bera dute, izan zelulabakarrak, gereziondoak, marmokak zein txakurrak*”

Horri esker, espezieak hobetu egiten dira, eta prozesu horretan gertatzen diren aldaketa morfologikoen ondorioz sortzen dira espezie berriak. Dena den,

espezieak hobetzeak ez du esan nahi helburu bat dutenik; Darwinentzat, hobeia izatea da hobeto moldatzeko gai izatea, besteak baino hobeto egokitzea ingurura.

Hautespen naturalaz gain, beste konzeptu garrantzitsu bat ere plazaratu zuen Darwinek: espezie guztiak jatorri bera dute, izan zelulabakarrak, gereziondoak, marmokak zein txakurrak.

Eta genetikak hori frogatzea lortu du, bizidun guztiok kode genetiko berbera baitugu; hau da, zelulen bihotzean DNA dago, eta haren osagaiak berdinak dira bizidun guztietan. Tamalez, Darwinek ez zuen hark proposatutakoa baieztatzen zuen molekula ezagutu, bera hil eta 71 urte geroago aurkeztu baitzuten James Watsonek eta Francis Crickek DNAREN egitura.

### Mutazioaren indarra

Noski, ez dira alferrik 150 urte igaro Darwinek Espezieen jatorria idatzi zuenetik, eta, ordutik, hark proposatutako teoriari zuzenketa eta ekarpen ugari egin zaizkio. Genetikaren bidetik etorri dira asko, baina paleontologoen, biologo molekularren eta beste dizipline-tako ikertzaileek ere lagundu dute eboluzioaren teoria garatzen eta aberastan.



ARTXIBOKOA

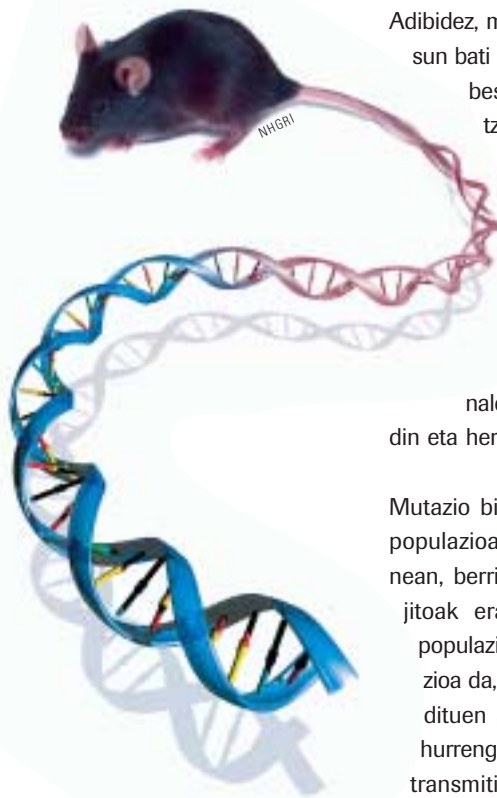
Eboluzioa azaltzeko, hautespen naturalaren mekanismoa proposatu zuen Darwinek.

Hala, XX. mendearen lehen erdialdean, Mendeleetik aurrera genetikan izandako aurrerapenak eta Darwinen ideiak uztartuta, eboluzioa azaltzeko eta ulertzeko beste modu bat sortu zen. Theodosius Dobzhansky-k, Ernst Mayr-ek, George Gaylord Simpson-ek eta beste hainbat zientzialarik garatu zuten, eta sintesi berria edo neodarwinismoa deitu zioten.

*“mutazioa da eboluzioaren eragile nagusia, sintesi berriaren edo neodarwinismoaren arabera”*

Sintesi berriaren arabera, eboluzioaren eragile nagusia mutazioa da. Mutazioak material genetikoan zoriz gertatzen diren aldaketa iraunkorrak eta heredagarriak dira. Batzuek (gehienek) ez dute aldaketa nabarmenik sortzen,

baina beste batzuek mutazioa jasan duen banakoaren bizirauteko edo ugaltzeko gaitasunari eragiten diote, onerako zein txarrerako.



Adibidez, mutazio horri esker gaixotasun bati aurre egiteko gai bada, edo beste nolabaiteko onura ekartzen badio, hautespen naturalarengatik, banako horrek ingurukoek baino aukera gehiago izango ditu aurrera egiteko. Horrenbestez, mutazio horrek ‘arrakasta’ izango du, hau da, hurrengo belaunaldietan ere azalduko da; baldin eta heredagarria bada.

Mutazio bidez sortutako ezaugarriek populazioan izango duten hedapenean, berriz, gene-fluxuak eta gene-jitoak eragiten dute. Gene-fluxua populazioen arteko geneen migrazioa da, eta, gene-jitoa, gene berak dituen aldaeretatik, gurutzaketan, hurrengo belaunaldira zein aldaera transmititzen den. Bi mekanismo horien bitartez, ezaugarri baten maiztasun genetikoa txikitu edo handitu egiten da. ➔

### **Kreazionismoa ez da teoria bat**

Kreazionismoaren arabera, Lurrean dauden bizidunak Jainkoak kreatu ditu. Kreazionista batzuek onartzen dute bizidunak aldatu egiten direla denborarekin, eta espezie berriak agertzen direla, baina hori ere Jainkoaren gidaritzapean gertatzen da. Eta, noski, kreazionistak eboluzioaren teoriaren aurka daude.

Leporatzen dien gauzetako bat horixe da, hain justu, teoria bat dela. Haien ustez, teoriak oinarri sendorik gabeko kontuak dira. Alabaina, zientzialarientzat, eboluzioaren ideia ez da iritzi edo hipotesi bat; teoria bat da. Horrez gain, teoria ez ezik, egitate bat ere bada, gertaera bat.

Grabitatearen teoria ere egitate bat da. Egitateak inguruaren datuak dira; teoriak, berriz, egitateak azaltzen eta interpretatzen dituzten egiturak dira. Teoriak ezeztatzen direnean ere, egitateak ez dira aldatzen. Grabitatearen teorian, Einsteinek landutakoak Newtonena ordezkatu zuen, baina, hala ere, sagarra lehen bezalaxe erori zen lurrera. Hori egitate bat da.

Egitateak ez dira, dena den, ukaezinak berez. Zientzialariek ez dute ukatzen egunen batean sagarra lurrera erori beharrean gorantz joan daitekeelako aukera. Baina, teoriaren arabera, lurrera eroriko dela aurreikusten dute, eta, oraingoz behintzat, hala gertatzen da.

Izan ere, teoriak ez dira espekulazio hutsak. Zientzian, teoria izateko, ideiek ebidentzian oinarrituta egon behar dute, arrazonomendu garbiekin garatu behar dira, zorrotasunez eta independenteki probatu behar dira, eta aurreikuspenak egiteko baliagarriak izan behar dute. Eboluzioaren teoriak baldintza horiek guztiak betetzen ditu; kreazionismoak, aldiz, ez. Hortaz, kreazionismoa ez da teoria bat.



## Geneen berekoikeria

Bestalde, geneen garrantzia muturrera eramanda, 1976an *Gene egoista* idatzi zuen Richard Dawkins etologoak. Haren esanean, eboluzioak ez du banakoetan eragiten, geneetan baizik. Hala, genea herentziaz transmititzen den informazio-unitatea da, eta geneak gordetzeko makinak besterik ez dira organismoak.

*Gene egoista* esapidearen bidez, berriz, iradoki zuen gene baten 'arrakasta' ingurura egokitzeko duen gaitasunaren baitan dagoela. Banakoari ugalteko aukera gehien ematen dion genea gero eta maiztasun handiagoz azalduko da hurrengo belaunaldietan.

Gene egoistaren teoria azaltzeko, arrautzaren eta oiloaren dilema erabili izan da. Nolabait esateko, Dawkinsen ikuspuntutik begiratuta, arrautzak sortzeko arrautzak berak erabiltzen duen bitartekoa da oiloa.



Eboluzioaren mekanismoak ulertzeko eta ezagutzeko, ezinbesteko datuak ematen ditu paleontologiak eta fosilen azterketak.

H. YOUNG/CORBIS/SCIENCE

*“Richard Dawkinsen arabera, eboluzioak ez du banakoetan eragiten, geneetan baizik”*

Dawkinsen lanak kritika asko jaso ditu, eta ezin da sintesi berriaren maila berean jarri, inondik inora, baina baliagarria izan daiteke ikusteko zenbat eztabaida sortzen dituen eboluzioaren teoriak. Izan ere, oraindik ez dago dena frogatuta. Sintesi berriak ere izan ditu kritikak, eboluzioan aldaketak pixkanaka gertatzen direla proposatzen duelako, besteak beste.

## Eboluzioa, sendagileen kalterako

Eboluzioaren ahalmena inon baino garbiago ikusten da gizakiei gaitzak eragiten dizkieten mikroorganismoetan; adibidez, bakterioetan. Pertsonekin alderatuta, bakterioak izugarri azkar ugaltzen dira, eta horrek eraldatzeko eta mutatzeko gaitasun ikaragarria ematen die. Hala, inguruko egoera aldatuta ere, erraz sortzen da egoera berrira ondo moldatzen den bariatateren bat. Eta hori arazo larria da bakterioen aurka borrokatu behar duten sendagileentzat.

Hain zuzen ere, sendagileek antibiotikoen bitartez borrokatzen dute gaitzak sortzen dituzten bakterioen aurka. Baina, zoriz antibiotiko baten aurrean erresistente den bakterio bat azaltzen denean, laster bere ahalmena galtzen du antibiotiko horrek, populazio erresistenteak aurrekoa ordezkatzeko baitu. Antibiotikoak oker erabiltzeak erresistentziak garatzen laguntzen du.

Birusak bakterioek baino are aukera gehiago dute mutatzeko: birus batek infektatutako zelula bakar batetik milioika birus atera daitezke. Gainera, beren genoma kopiatzeko

prozesuan, akats ugari gertatzen dira, eta hori abantaila bat da, hainbesteren artean beti baitago ingurura ondo egokitzen den birusen bat azaltzeko aukera. Horrenbestez, erraz eskuratzen dute botikak gainditzeko gaitasuna, zelulak infektatzeko beste era bat garatzekoa edo espezie bategatik bestera jauzi egitekoa. Horregatik da hain zaila, besteak beste, hiesaren aurkako txerto bat sortzea.



J. N. CARR/CDC

*Staphylococcus aureus* bakterioak arazo larriak sortzen ditu, batez ere ospitaleetan, antibiotiko askorekiko erresistentea baita.

## Bat-bateko aldaketak

Hain zuzen, 1972an, Niles Eldredge eta Stephen J. Gould paleontologoek oreka taiduna izeneko teoria plazaratu zuten. Teoria horren arabera, eboluzioa ez da pixkanakako moldatze geldoen ondorioa bakarrik; bat-bateko aldaketa bortitzak ere gertatzen dira.

Horrek azaltzen du, neurri batean, zergatik dauden hutsuneak erregistro fosilean. Izan ere, fosilek ez dute erakusten espezieak pittinka aldatzen doazen segida jarraitu bat. Alderantziz, geruza geologikoetan ikusten da espezieak berez egonkorrak direla, eta aldaketa gehienak espezie berriak sortzen direnean gertatzen direla.

Dena den, oreka taiduna ez doa sintesi berriaren ez darwinismoaren aurka; aitzitik, Darwinek berak ere ikusten zuen erregistro fosila ez zertorela bat espezieak gutxika eraldatzen diren ideiarekin, eta denborarekin erregistro fosila osatuko zela espero bazuen ere, bazuen kezka

hori. Gainera, Eldredge eta Gould espezie berriak sortzeko eredu alopatrikoan oinarritu ziren.

Eredu alopatrikoa sintesi berriaren teorikoetako batek proposatu zuen, Sewall Wright matematikariak, eta Ernst Mayr omitologo eta eboluzionista ospetsuak garatu zuen. Eredu alopatrikoaren arabera, espezie berriak ez dira sortzen aurreko espezie oso baten pixkanakako eraldaketa batetik. Aldiz, populazioaren bazter batean bizi den talde txiki bat bakartuta geratzen denean, aldaketa azkarrak gertatzen dira, eta, horren ondorioz, espezie berri bat sortzen da.

Kontuan izan behar da, hala ere, Eldredge eta Gouldentzat espeziazio azkarrak 10.000 urte edo gehiago iraun dezakeela. Eskala geologikoan denbora gutxi da, baina nahikoa hautespen naturalak eragina izan dezan.

## Aurka baino gehiago, elkarrekin

Horrenbestez, teoria kontrajarriak baino gehiago, eboluzioaren teoria berritzen eta aberasten duten ideiak sortzen dira askotan. Batzuk baztertuak izan dira plazaratu diren garaian, baina behin baino gehiagotan gertatu da gerora aurkitu direla baliogarriak direla erakusten duten frogak.

Hautespenaz gain, mutazioek eragin handia dute barietate eta espezie berrien sorreran.



J.B. WHITTALL/NATURE



HEALESVILLE SANCTORY

Berriki ornitorrinkoaren genoma deskodetu dute. Horri esker, animalien eboluzioaren zuhaitzean duen kokapena zehazteko bidea izango dute ikertzaileek.

Gutxi gorabehera hori gertatu da Richard Goldschmidtten *munstro itxaropentsuekin*. 1940. urtean, eboluzionista hark makromutazioaren teoria

proposatu zuen: espezie berriak bat-bateko jauzien bidez sortzen ziren. Darwinismoaren pixkanakako aldaketetatik oso urruti zegoen, eta askok baztertu egin zuten munstroak sortzen zituen fenomeno hori.

“orain garbi dago genoma lehen uste zen baino askoz ere plastikoagoa dela”

Azken urteotan, ordea, genetistek ikusi dute mutazio txiki batzuek ikaragarriko aldaketa morfologikoak eragiteko gaitasuna dutela. Batzuek ez dute uste halako mutazioek eboluzioan eraginik dutenik, mutazioa jasan duen banakoak arazoak izaten dituelako askotan irauteko edo ugaltzeko. Alabaina, orain garbi dago genoma lehen uste zen baino askoz ere plastikoagoa dela. Adibidez, frogatuta dago posible dela genomaren zati batean baino gehiagotan aldi berean gertatzea aldaketak. Oraindik ez dakite, hala ere, halako fenomeno bidez espezie berriak sortzen ote diren, edo zenbaterainoko garrantzia duten eboluzioan.

Ikertzaileek galderak egiten jarraitzen dute, eta, sortzen diren erantzun guztietatik, errealitatera eta errealitateaz dugun ikuspegira ondoen egokitzen direnek egiten dute aurrera. Nolabait, bizidunek eboluzionatzen duten bezalaxe. 