

Axolotearen historia gora-beheratsua

Behin azteken inperioa menperatu eta gero, soldaduez gainera funtzionari-, merkatori- eta miolari-oste galanta zabaldu zen Mexikoko lurraldean, horiekin batera prestakuntza zientifikoa zuen lagunen bat edo beste ere bazegoelarik. Berauek izan ziren Mundu Berriko naturaren azterketaz arduratu ziren lehenak. Horietariko bat Francisco Her-

nández (1517-1587) izan zen, Felipe II.aren (1527-1598) ganbara-medikua. Jakingura handiko gizona zen, antza, zeren Mexiko Hiri inguruetakoko zokomoko guztiak arakatu baitzituen, are eta putzuak ere, bertako bizidun guztiak harrapatu eta miatuz. Behatutako gauza harrigarrienen berri eta deskribapena utzi zigun, 1570ean argitaratutako bidai kontakizunean: "arrain gisako kreatura bat dago azal bigunekoa eta lau hanka dituena, muskerrak dauzkanen parekoak, eta arrabeteke luzera du; **axolotl** deritzo. Mexikarrek haren okela jan egiten dute frijituta, egosita edo erreta; gozoa da eta ona". Berrehun eta hogeita hamar urte beranduago, Alexander Humboldt-ek (1767-1835) Mexiko bisitatu zuenean xehetasun gehiago erantsi zizkion axolotearen deskribapenari. Haren esanean, axolotea ez zen arraina uhandrea baino, berde ilun kolorekoa eta orbain beltzez txipristindua. Bazeuden guztiz albinoak ere, hau da, kolorez zuriak. Nolanahi ere, batzuek eta besteek buruaren albo bietan kanpo-brankia gorri-

Axolote mexikarra eta eboluzioaren zokondoak

Kepa Altonaga*

Axolotea, luzeraz 30 cm-raino ailega daitekeen anfibio mexikar baten izen arrunta da (*Ambystoma mexicanum*). Axolotea anfibio urodeloa da, hau da, larba-aldian bezala isats luzea du bizitza osoan zehar, arrabio eta uhandreen antzera (gogoratu, apoa eta igela anfibio anuru direla). Haragi gozokoa ei da axolotea, jadanik azteka zaharrek mokau delikatutzat zutelarik. Mendebaldeko zientzilariek Hernán Cortésen (1485-1547) konkistaz gero ezagutu badute ere, axolotearen bizi-zikloa lanbro usu batek inguratu du eta animalia benetako estatusa misterios eta ulertezin mantendu da luzaroan. Alabaina, teoria ebolutiboaren ikuspeirik ausartenaren abiapuntu bilakatu da gaur egun.

A. Elozegi



Irudiko axolote mexikarra *Ambystoma* generoan kokatuta dago. Genero honek 25 bat uhandre-espezie ditu, denak Iparramerikakoak, Alaska eta Labrador-ko hegoaldetik Mexikoko mesetaraino zabaldua daudelarik. Genero honetako helduak lurtarrak dira eta negua bukatutakoan uretara joaten dira, bertan elkarbatuz. Ehunen bat arrautza erruten dituzte, eta mukizko lingirda batez ur-landareetara itsasten. Handik 30 egunera larbak guztiz itxuratuta egongo dira, hankak eta brankiak edukirik. Hazkunde azkarrekoak dira, ehungarren egunerako 12 cm-koak izan daitezkeelarik.

A. Elozegi

ak zeuzkaten, motots nabariak itxuratuz. Hala ere, eta hau ezaguna zen Humboldt-en garaian, arrainak dira zakatzen bidez arnasa hartzen duten ornodun bakarrak, eta oster, anfibio helduek benetako birikak dauzkate. Gaur egun ezagutzen ditugun salbuespen bakanak geroago idoro ziren: XIX. mendean aurkitu zen badaudela birika bidezko arnasketa duten arrainak eta bai, alde-rantziz, arnasketa brankiala duten uhandreak ere. Areago, uhandre-espezie batzuk azalean zehar arnasten dute, hau da, arnasketa kutaneo deritzona dute. Beraz, Humboldt-en garaiko giro zooloigikoan txundigarria izan zen, oso, axolotea: ordura arte anfibioen larben ezaugarritzat jo zen kanpo-brankiak edukitzea, baina horra hor non axolotea brankiaduna zen nabarmenki.

Hortaz, axolotearen brankiak direla eta ez direla eztabaida luze-sakona sortu zen. Izan ere, zer dela eta zegoen hainbesteko antza axolotearen arnas organoen eta uhandreen larben eta igelen apaburuaren brankien artean? Ez zen bada, azken batean, axolotea uhandre edo arrabio baten larba izango? Ez, zeren axoloteak ez baitzuen metamorfosirik jasaten: brankia-mototsa galdu barik ugaltzen zen. Edozelan ere, orduko zooloigak bekoki ilun agertzen ziren beti axolotearen kontua zela eta, ezin baitzuten ulertu larba baten itxura osoa zuen animaliak uhandre heldu baten gisara errun zezanik.

Eztabaida biziagotu egin zen, axoloteaz gainera beste zenbait anfibio "perennibrankiatu" (= brankia iraunkorreko) deskribatu baitziren Iparramerikan zein European bertan. Estatu Batuetako hegoaldeko zingiretan aingira-itxurako *Amphiuma* eta *Siren* generoetakoak bizi ziren, eta ibaietan *Necturus* generokoak. Halaber, European ere ezaguna zen antzerako kreatura enigmatiko bat, Esloveniako karstetako leizeetako ure-



Axolote mexikarra eta bere generoko beste zenbait espezie bereziak dira oso: neotenia dute. Hau da, baldintza batzuetan heldu eta ugaltu egiten dira metamorfosia jasan gabe, hots, larbaren ezaugarriak desagertu barik. Axolotea belaunaldiz belaunaldi neotetikoki ugaltzen da Xochimilco lakuan (2.250 m-ko altitudetan), bizi-ziklo osoan uhandre-larbaren itxura mantenduz. Ikusi axolote heldu honen brankiak; albinoa da, bestalde.

Kadrnka



Haitzuloetako proteoak (*Proteus anguinus*) gorputz mehe eta luzeska dauka (30 cm). Soinadarrak delikatuak dira oso, hatz-kopuru murriztua dutelarik: hiru hatz aurrekoetan eta bi atzekoetan. Lurpeko uretan bizi direlarik, larruazaleko pigmentua desagertu egin zaie, eta begiak ere bai. Buruaren atzealdeko brankia firukarak ez zaizkie bizitza osoan desagertzen, animalia neotetiko hertsia dira eta.

tan bizi zena; ilunpetako animalia zuriska hori itsua zen, begibakoa, eta zer esanik ez, brankia-mototsak zeuzkan. Lorenz Oken (1779-1851) zooloigoa alemanak "haitzuloetako proteo" izenez batatu zuen, taxonomikoki *Proteus anguinus* deritzolarik. Esan bezala, orduko Austriako probintzia ziren Karniola, Istria eta Dalmaziako biztanleek aspalditik ezagutzen zuten animalia hori; alabaina,

era guztietako sinesmenak zituzten proteoa zela eta. Esate baterako, dragoi baten kumetzat zeukaten. Bestetik, gatibu mantenduz gero zinkuri-zotinka negarrez aritzen zela esaten zen; horregatik "giza arraintxo" zeritzoten. Dena den, naturalistek ez zuten proteoa 1770. urte inguru arte zehazkiago aztertu. Esan gabe doa, ikerketa horiek ere eztabaida sortarazi zuten, axolotearekin beza-

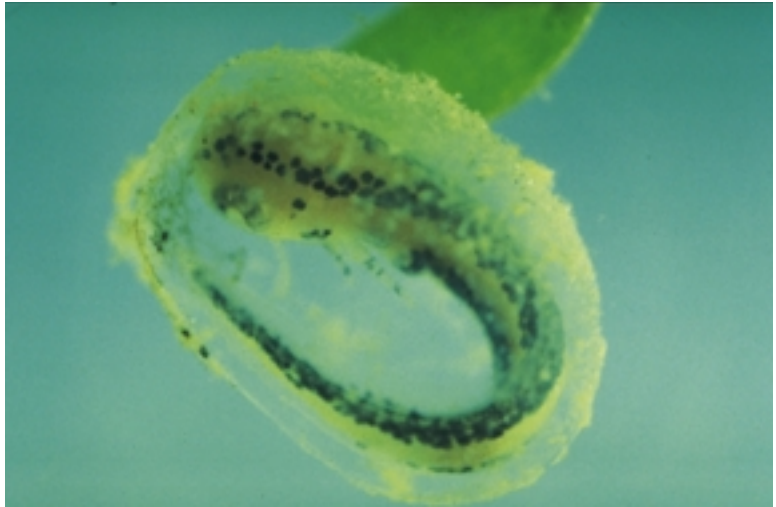
BIOLOGIA

laxe: Linnaeusek (1707-1778) uhandreren baten larba zela uste izan zuen; ospe gutxiagoko beste zenbait zoologok, larba barik, ugaldtu egin zitekeen animalia heldu brankiaduna zela ikusi zuten.

Kontuak horrela zeudelarik, axolotea, proteoa eta gainerako perennibrankiatuak arrainen eta anfibioen artean sailkatu ziren, talde biotako ezaugarriak erakusten baitzituzten. Eta Darwinen "Especieen jatorriaz" argitaratu zenean (1859), ikuspegi eboluzionistaren eraginez **missing link** modura interpretatu ziren, hau da, katenmaila galdutzat: hasierako eboluzionismo findugabe honen ustearen baitan, arrainetatik abiatuta kanpo-brankiak zeuzkaten anfibioak garatuko ziren lehenago, geroago barne-brankiadun anfibioak eta, azkenik, birika bidezko arnasketa garatuko zen. Testuinguru horretan, axolotea eta proteoa bizimodu urtarretik lurtarreranzko bidean ornodunek egindako lehen urratsaren lekuko biziak dira.

Aitzitik, Charles Darwinen (1809-1882) liburua kaleratu eta sei urte beranduago, Pariseko Museum d'Histoire Naturelle-an arazo ebazteko behaketa erabakiorrak burutu zituen Auguste Duméril-ek. Izan ere, 1864.eko urtarrean sei axolote jaso zituen. Urtebete geroago larba-itxura galdu gabe heldutasun sexualera iritsi eta elkarbatu egin ziren; errundako arrautzen eklosioa jazo zen iraila aldera. Hau da, axolotea heldu eta ugaldtu egin zen larba-aldian eta, beraz, afera argitu egin zela zirudien. Alabaina, irailaren 28an, Duméril erabat harrirituz, axolote-kume haietako lauk brankiak galdu, ura utzi eta lurrera irten ziren, birika bidez arnasten duten *Ambystoma* genero iparramerikar ezaguneko uhandre bihurtu zirelarik. Eta 1866.eko hasierarako hamaika kumek jasan zuten metamorfosisa, nahiz eta gurasoek larba-itxurarekin zirauten. Ondorioa garbi

J. R. Aihartza



J. R. Aihartza



J. R. Aihartza



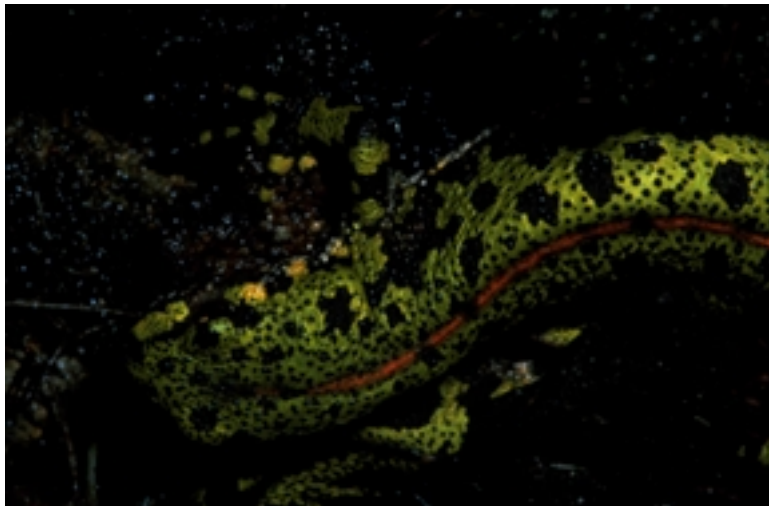
zagoen: axolotea larba zen izatez. Bai, axolotea uhandre baten larba zen, sexualki heldua baina. Behaketa horiek egin ostean, Duméril metamorfosisa deskatea-

tzen ahalegindu zen. Artaziak hartu eta gurasoen brankiak moztu zituen, uhandre bihurtzen zirenentz ikusteko. Ale gehienek brankiak birsortu egin zituzten.

J. R. Aihartza



J. R. Aihartza



Uhandre marmolaireak erakutsiko digu anfibio urodelo baten bizi-ziklo normala. Errundakoan (ezkerreko zutabearen goikoa) 2-3 mm inguruko arrautzetik aste batzuen buruan 7-10 mm-ko larba (ezkerreko zutabearen erdikoa) aterako da, jaiorako aurreko hankak eratuta dituen (ezkerreko zutabearen behekoa). Ehitaria da bizimoduz. Apo eta igelen apaburuek ez bezala, morfologikoki helduaren antza du oro har, brankia gorririk salbu (ezkerrekoa). Hilabete-edo beranduago metamorfosis hasiko da, kanpo-brankiak galduz eta airetik arnasketarako egokituz; orduko 5-8 cm-ko luzera du (eskuineko zutabearen goikoa). Heldua lurra eta ugaltzaile izango da, 12-14 cm-ko tamainakoa (goikoa).

Nolanahi ere, aleren batengan induzitu zuen metamorfosis, baina brankiak bospasei biderrez ebaki eta gero. Antzerako makina bat esperimentu burutu ziren axolotearekin, baina arrakasta portzentualki txikia lortuz. Proteoarekin egindako esperimentueta ez da sekula erdietsi metamorfosi hori.

Axoloteak irakatsitakoa: neotenia

Honenbestez, kontakizun honen hari nagusitzat koiu dugun protagonistak, axoloteak, fenomeno biologiko guztiz interesgarria erakutsi digu: heldutasun ugaltzailearen lorpena, baina kanpo-morfologia larbarena den bitartean!

Fenomeno horri neotenia deritza normalean. Hau da, helduaren itxura osoa lortu barik animaliak ugaltzeko gaitasuna duenean, animalia neotenikoa dela esaten da. Kasu honetan, axolotearen larbak anfibioetan gertatu ohi den metamorfosis jasan gabe, eta beraz, heldutasun kanonikora iritsi aurretik ugaltzen dira. Gehiago zehaztuz, hemen neotenia garapen somatiko atzeratu baten emaitza gisara kontsideratuko dugu (alegia, gorputzaren hazkundetasa astiroagotu egin dela) eta ez garapen ugaltzaile goiztiarren ondorioa bailitza. Dena den, eta harrigarria bada ere, nahikoa zabaldua dago neotenia anfibio urodeloen artean, berrogei bat espezie neotenikotik gora deskribatu direlarik.

Baina, aurreko lerroetan ikusi dugunez, neotenia hori itzulezinekola izan daiteke proteoaren kasuan bezala, edo itzulgarria zenbait baldintzatan. Izatez, serie gradual bat irudika dezakegu gaur egun ezagutzen diren espezieez eta, dirudienez, serie hori korrelazionatuta dago hormona tiroideoekiko sentikortasunaren murrizpenarekin. Hiru segmentu bereiztuko ditugu seriean. A/ Bate-tik, espezie neoteniko hertsia daukagu; antza denez, animalia-aren ehunak hormona tiroidea-arekiko sorgortuta egotearekin lotu behar da metamorfosiaren desagerpena, eta hormona hori txertatzen zaienean hasiera batean zakatzak txikiagotu eta metamorfosis abiatzera doala ematen badu ere, tratamendu esperimental luzea letala da. Mota honetakoa da proteoa. B/ Bestalde, espezie neoteniko fakultatiboak daude, berauen artean multzo bi bereiz daitezkeelarik. Espezie batzuk zeharo neotenikoak dira populazio naturaletan, baina metamorfosis deskatea daiteke esperimentaliki, tiroxina xiringatuz adibidez. Espezie neoteniko fakultatiboaren bigarren multzoan, bai populazio neotenikoak eta

bai populazio normalak aurkituko dira lurralde bakoitzeko baldintzen arabera; metamorfosia artifiziauki induzi daiteke. Azken multzo honetan sartuko genuke axolotea. C/ Serie gradualaren muturra, jakina, inolako neoteniari ez dutenek osotzen dute; metamorfosi bidez garatzen diren espezie normalek, alegia.

Anfibioen metamorfosia dela eta

Teorian behintzat, populazio jakin bateko aleen larba-aldiaren iraupena, lortu beharreko gorputz-tamaina minimoak eta metamorfosirako gaintitu ezin den gorputz-tamaina maximoak determinatuko dute. Mutur bi hauek artean, itxarotekoa litzateke metamorfosiaren abiapuntu endokrinologikoa larbaren garapen-historia indibidualarekin erlazionaturik egotea. Hau da, ingurune urtar iragankorrek ustiatzen dituzten espezieetan, esate baterako urtaroko putzuetan bizi direnetan, tamaina-espektro zabala ikusiko dugu metamorfosi-hasierrari dagokionez, eta osterantzean, ingurune erlatiboki egonkorretan garatzen diren espezieek tamaina-aldakortasun askozaz estuagoa izango dute prozesu hori hasteko orduan. Beste modu batetara adieraziz, ingurune baldintzak oso oszilakor direnean metamorfosiaren hasiera-tamaina ere oso gora-beheratsua izango da, eta osteran, ingurune aldagaitzetan tamaina finko samarra izango da metamorfosia urratzerara doanean.

Izan ere, janari-ekasiala eta habitatu urtarraren lehorketa dira apaburuak metamorfosira derrihortzen dituzten faktore nagusiak, baldin eta larbak tamaina kritikoa minimora eta maila hormonal premiazkoraino iritsi badira. Larba-fasea elikadura etengabeko eta hazkunde azkarreko aldia denez, metamorfosi goiztiar



Bizkaiko Zierbenako itsaspean ikusitako *Clavelina lepadiformis* aszidiaren taldekamendua. Hondoan finkatuta bizi dela, aszidia heldu batek zakuto gardenaren itxura du, irekiune biko dauzkalarik: bata ura sartzeko eta bestea ateratzeko. Horrela, ur-korronteak bahe moduko egitura zeharkatuko du, janari-kiziak bertan iragaziko direlarik. Alabaina, aszidien larbak apaburu-itxurako eta igerilariak dira eta ornodunen ezaugarri nagusien hasikinak dituzte, nahiz eta guzti hori metamorfosian galdu. Zenbait autorek proposatu dutenez, aszidien larbak ornodunen arbaso izan zitezkeen, horretarako azalpena neoteniak eskainiko ligukeelarik.

rrak gazte ahul-txikia, bizirik irauteko makala, halabehartuko du, eta aurrera ateraz gero ere denbora luzea beharko du ugaltzeko heldutasuna lortzeko; metamorfosia tamaina handiaz jasan zuten apaburuak baino dexente luzeagoa. Hala ere, arestian aipaturiko janariaren eskuragarritasuna eta ur-putzuaren iraunkortasuna ez dira metamorfosiaren deska-teamenduaren erantzule bakarrik. Esate baterako, espezie batzuetako altitudetako populazioetan uraren tenperaturak determinatzen du metamorfosiaren hasiera-tamaina eta bai iraupena ere. Larben hazkunde-tasak goratu egiten dira tenperatura altuen arabera eta, modu berean,

metamorfosiaren hasiera-tamaina beheratzen. Beraz, korrelazio negatiboa dago hazkunde-tasa eta metamorfosiaren hasiera-tamainaren artean altitudetako populazioetan.

Uretako larbatik lurreko heldurainoko trantsizioa anfibio urodeloetan aldaketa graduala da, zeinean zehar animaliek etengabe jaten baitihardute, eta zeinean ez baita lokomozioaren inolako inhibizio-aldirik nabaritzen. Ostera, anfibio anuruetan, hau da, apo eta igeletan, elikadurarako ezintasun-tarte bat dago, apaburuaren aho-osagaiak endurtu eta helduaren barailak eratu behar baitira. Denbora-tarte horretan apaburuaren hazkundera gelditu



egiten da eta elikagaiak apaburuaren buztanaren erresortzioz erdiesten dira. Jakina, animaliaaren superbizipenerako epealdi kritikoa izaten da, uretan barrena buztan bidez igeri doan apaburu izatetik airean jauzika diharduen apo bilakatzerainoko transformazioa. Izan ere, egin diren zenbait behaketak erakutsi dutenez, suge askoren urdaileko jakirik arruntetarikoak metamorfosia jasaten ari diren anfibio anuruak izan ohi dira. Hortaz, harraparitzarekiko bulneragarritasuna saihestu beharreko oztopo ekologikoa da, berau minimizatu egingo delarik, besteak beste, metamorfosia ahal denik eta arinen burutuz. Eta zalantzarik gabe, metamorfosirik laburrena egiten ez dena da.

Neoteniaren zergatikoen gainean

Atzera ere neoteniara bueltatuz, berau agertzeko (dela neotenia hertsia zein fakultatiboa) baldin-

tzarik egokienak goi-mendietako edo inguru siku eta idorretako ur-putzu iraunkorretan bizi diren populazioek aurkitzen dituzte, areago arrainak arraro edo absente baldin badira. Horrela, *Triturus* generoko uhandreen edo *Ambystoma* generoko uhandreen populazioak neotenikoak dira aipatutako habitat-motetan, baina altuera txikiagoetan edo ingurune hezeagoetan espezie bereberak metamorfosia jasan ohi dute; esandakoa oso nabarmena da *Ambystoma* generoko espezieetan (gogoratu axolotea ere tartekoa dela). Izatez, baldintza latzak dituzten lurraldeetan, hala nola tenperatura-aldaketa bortitzak, landaredi- edo janari-eza eta hezetan urria, neotenia agertuko da, zeren eta, larba gisa putzuetako uretan bizitza osoa igaro duten uhandreek abantaila adaptatiboa baitaukate metamorfosia jasan eta horrelako toki desfaboragarrietan lurtar bihurtzen direnekin konparatuz.

Aurrekoa azpimarratzea komeniko litzateke. Izan ere, neotenia fakultatiboaren esangura adaptatiboa zuzena ikusirik, oso tentagarria da hipotetizatzea, ezen anfibio urodeloen neotenia-kasu guztiak ingurune lurtar desfaboragarriarekiko erantzun modura lortu direla: uretan gelditu bizitza osorako larba modura, eragozpenez beteriko lurrera irten bari. Hari beretik segituz, habitat akuatikoen iraupen eta egonkortasuna (esate baterako, lurpeko ur-korronteak) babesleku etengabea ziratekeen, horrela bertan bizi ziren urodeloen metamorfosirako ahalmena desagertuko zelarik, beharbada, euren ehunek hormona tiroideoekiko sentikortasuna galdu zutela eta. Planteatutakoa zuzena balitz, Kretazeoko ingurune lurtar desfaboragarrietatik iheska gauzatu ziratekeen urodelo neoteniko hertsia, gorago "a" segmentuan sailkatu ditugunak. Halaber, serie gradualeko "b" segmentuko

uhandreen eta axolote eta *Ambystoma* generoko gainerako uhandreen neotenia fakultatiboa eta bai banaketa geografikoa ere, berauetan neotenia berriagoa dela iradokitzen dute, ziur aski Pleistozenoko aldaketa klimatikoekiko erantzuna delarik.

Neotenia eta eboluzioaren ikuspegi berria: heterokronia

Orain artekoa interesgarria izan bada, interesgarriago bihurtuko da kontua gizakiok ere neoteniko izan gaitezkeela jakinda. Izan ere, konturatzen bagara, nabari samarra da gizaki helduaren eta txinpantze, gorila edo orangutanaren kumeen arteko antzekotasuna: geu ere ugaltu egin daitekeen larba ginateteke, axolotea den bezala.

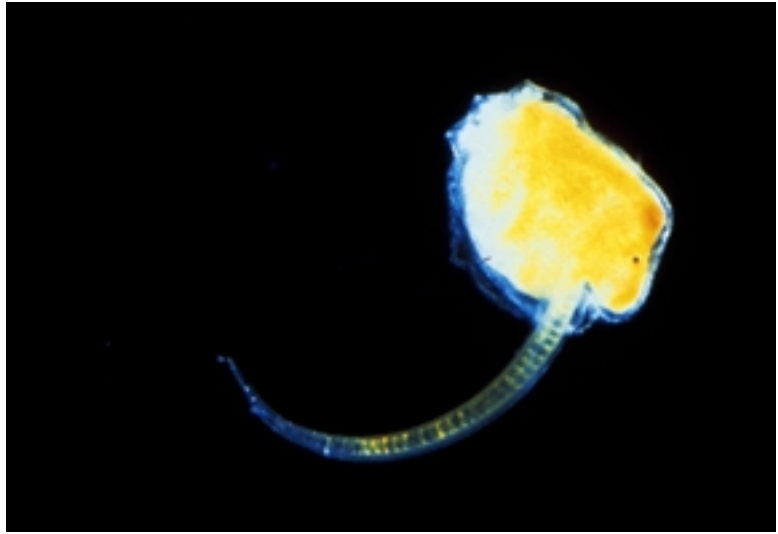
Dena den, hurrengo lerroetan neotenia bestelako ikuspegi ebolutibo batetik aztertuko dugu, gaingiroki bada ere. Lehenago azaldu dugunez, uhandre heldu normala lor daiteke axolote brankiadun neoteniko bati erauzkin tiroideo bat txertatuz. Beste irakurketa bat eginez, esperimentu horrek honakoa diosku nolabait: axolotearen eboluzioan zehar, bizi-zikloan ugalketari dagokion epea aurrerantz mugitu da garapenaren sekuentzian. Bestela ez legoke arrazoirik, axoloteak uhandre lurtarren informazio genetikoa espresatu gabe edukitzeko. Hau da, "heldutasun sexual" jazokunea lekuz aldatu da axolotearen bizi-zikloan, "metamorfosi" jazokunea baino lehenago gertatuz, berau espresatzen bada behintzat.

Oro har, kidetuta dauden espezieen garapen-sekuentzietan jazokune berbera une berean gertatzen da normalean, baina batzuetan jazokune jakin baten gertaera-unearen desplazamendu erlatiboak gerta daitezke sekuentzia horretan: heterokronia deritzo fenomeno horri. Zer esanik

ez, axolotearen neotenia heterokronia-kasu bat da, ugalketaren eta metamorfosiaren uneak aldatuta baitaude garapen-sekuentzian.

Dirudienez, axolotearen neotenia, hormona tiroideoaren jariataren gain eragiten duen P geneak kontrolatzen du, eta seguruenz gainerako anfibio urodeloen kasuan ere antzerako zer edo zer gertatuko da. Gene erregulatzailerik bakar batek, beraz, aldaketa sakonak ekarri ditu axolotearen garapen morfologikoko jazokuneen tenporizazioan, bizizikloa aldatuz eta "animalia helduaren" itxura guztia bestelakotuz (animalia heldu berria larba-itxurakoa bilakatu baita). Alegia, aldaketa genotipiko txiki batek aldaketa fenotipiko galanta ondoriozta dezake heterokronia bidez. Axolotearen adibideak erakusten duenez, heterokronia-fenomenoek (= lerro hauetan azal dutako neotenia eta beste zenbaitzuek) garrantzi ebolutibo ikaragarri handia eduki lezakete, zeren, apurka-apurka mamitutako eboluzio astitsu eta gradualaren aldamenean, salto morfologiko azkar eta bortitzez gertaturiko beste eboluzio drastikoago bat ahalbidetzen baitute, beronetan estadio ebolutibo desberdinen arteko fenotipo bitartekaririk beharko ez litzatekeelarik. Hau da, heterokronia bidez animalia talde berriak ager daitezke "bapatean" kasik. Ornodunak dira esandakoaren adibide klasikoa. Ikus dezagun.

Ziurrenez, ornodunak arbaso ornogaberen batetatik eratorriko ziren, baina dituzten ezaugarri bereizgarriak —bizkarrezurra edo notokorda, nerbio-kordoi dorsala eta muskulu segmentatuak— ornogabeek ez dituzte. Hala ere, Tunicata deritzon itsas taldeko animalien, hots, aszidien, apaburu-antzeko larbek notokorda dute (berau ornorik gabeko "bizkarrezur" primitibo biguna da) eta hori dela eta tunikatuen



Perophoridae familiako aszidien "apaburu". Larba hauek planktonikoak dira, gehienez egun biko bizimodu igerilaria dutelarik. Gero, itsaroaren hondoan ezarri eta metamorfosi korapilatsua jasaten dute, heldu erabat desberdina garatuz. Areago, familia honetako aszidiek koloniak eratzen dituzte, bertako ale berriak zihiliketaz, hots, ugalketa asexualaz sortuz.

ornodunekin batera sailkatu dira, tunikatu helduak guztiz "ornogabe" eta bizkarrezurrik gabekoak izan arren. Nolanahi ere, aszidia itsasoko substratuan tinko bizi da eta larba planktonean flotatuz. Walter Garstang-ek (1868-1949) ondokoa proposatu zuen 1929an: lehenengo eta behin hautespen naturalak larbaren higikortasuna faboratuko zuen, sakabanakuntza-ahalmena handiagotzeko buztan igerilari luzeagoa gauzatu; geroago, uretan hobeto moldatu-eta, larbaren denbora-tartea handiagotu egingo zen eta azkenik neotenia bidez ugaltzailerik bihurtu (igerilari izaten segituta, jakina), substratuko heldua desagertu egingo zelarik. Axolotearen kasuan bezalaxe nolabait. Eta larba neoteniko hori zatekeen ornodunon arbasoa! Alabaina, hipotesi hau ez dago frogatuta, ez baitakigu zelakoa zen orain 500 milioi urteko tunikatuen larba, ezta bazenik ere. Heterokronian oinarritutako antzerako mekanismoak postulatu dira hainbat animalia talderen agerpen ebolutiboaz azaltzeko. Horien artekoak liriateke, ezagunenak aipatzearen, trilobiteak,

intsektuak, ornodunak azaldu bezala, hegazti erratiteak eta bai hominidoak ere. Ornodunen kasuan adierazi dugunez, oraindik ez dago hori horrela izan denik frogatzerik, baina gero eta datu gehiago daude hipotesi heterokronikoen alde mintzo direnak. Maila genetikoraino jaitsez, makromutazio fenotipikoak bide dira berrikuntza ebolutibo horien iturria: gene erregulatzailerik gertaturiko aldaketa txikiak, fenotipo erradikalki berriak sortuko dituzte, berauek izango direlarik animalia talde berrien jatorria. Arestian esandakoa ez da ulertu behar, noski, populazioen genetikak azal dutako mikromutazio fenotipikoen kontrakoa balitz bezala, haren osagarri gisa baizik. Hitlerren Alemaniatik ihesi joandako Richard Goldschmidt (1878-1958) ikerlaria izan zen lehenetarikoa horrelako makromutazioen garrantzia adierazten (1940). Beraren ustez, espezieek aldaketa gradual etengabea jasaten dute ingurunera ondo egokitzeke, baina, bestalde, talde zoologiko berriak makromutazioz sortuak dira. Zer esanik ez, makromutazio gehienak hondagarriak zirela



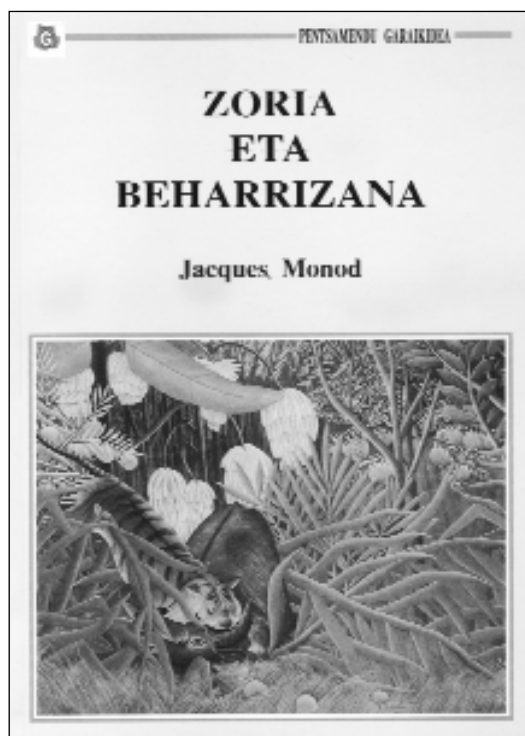
onartzen zuen, munstroak itxurazten dituztelarik. Alabaina, lantzean behin makromutazio batek organismo berri bat bizimodu berri batera molda dezake zorte on hutsez: haren hitzak erabiliz, "munstro itxaropentsu" bat gauzatuko da. Ideia honen ikuspegitik, eboluzioak munstro itxaropentsu horien agerpen esporadikoak egiten du bidea gehienbat, eta ez mikromutazio fenotipiko askoren metaketaz.

Eboluzioa ulertzeko era heterodoxo hau, egiazkoa izan zein ez izan, guztiz baliagarri suertatu da biziak ibili izan duen bidea berreraikitzeke eta orain arteko hainbat datu kontraesankor endeleгатzeko: ikerketarako alor berriak irekitzeko azken batean. Eta, izan ere, eskolan irakatsi ziguten eboluzioaren eredu gradualista kolokan utzi du interpretazio berri honek.

Axolotearekin hasi dugu autua eta berarengana itzuliko gara bukatzeko. Axolotea ez da munstro itxaropentsu bat, gainerako anfibio urodeloen eredu kanonikotik nahikoa hurbil baitago, baina duen neotenia ikusgarri hori, luzaroan behaztopo, bestelako sakontasunetarako abiapuntua izan da. Izatez, biziaren mekanismoen labirintoan aurrera egiteko lagungarri gertatu zaigu, eta bai berriki abiatu diren eboluzioaren perspektiba berrietara hurreratzeko ere.

* E.H.U.ko irakaslea.

PENTSAMENDU GARAIKIDEA



1. **Unibertsoaren hasierako hiru minutuak**
Weinberg, S.
2. **Erdi Aroko Historiarako 50 hitz nagusi**
Bonnassie, P.
3. **Lurreko Zientzien Iraultza: Kontinenteen jidotik, plaken tektonikara**
Hallam, A.
4. **Zoria eta Beharrizana**
Monod, J.

Harpidedun egin zaitez gure liburuak merkeago lortuz.

HARPIDETZA-TXARTELA

Izen-deiturak _____

Helbide _____ Tel. _____

Herria _____ Post. Kod. _____

Bankua/Aurrezki Kutxa _____

Sukurtsala _____

Kontu-zenbakia _____

GAIK argitaldaria / S. Bartolome, 36-behea / Tel. 471304/
20007 - DONOSTIA

