

A. Zabala



Cepaea nemoralis larre marraskiloaren polimorfismoa: kolore eta apaindura desberdinetako maskorrek eduki arren, denak dira espezie berdinekoak.

Engainuaren artea: kamuflajea eta mimetismoa

Alexander Zabala Arteaga*

Natura, gaur egun ezagutzen dugun moduan, milioika urtez eman eta oraindik ematen ari den eboluzio-prozesuaren ondorioa da. Eguneroko bizitzarekiko lehian, ugalketan arrakasta lortzeko eta inguruneari aurre egiteko moldaketak, janaria eskuratzeko mekanismoak eta harrapaketa ekiditeko sistemak hobetu egin dira eta horien artean, hainbat aldaketa etologiko, babes-estrategia, kamuflajea eta mimetismoa.

Alabaina, moldaketa horietako asko ulergaitzak dira guretzat. Esaterako, hartz polarra (*Ursus maritimus*) zuria da, baina kolore hori kamuflaje-kolorea al da? Ez al luke beroa hobe gordeko beltza balitz? Harrapakinengana errazago hurbiltzeko balio al du koloreak? Saia gaitezen, bada, galdera horiei erantzun zuzena ematen.

Kamuflajea

Kamuflajea ingurunearekin nahastu eta somezin bihurtzeko estrategia da. Estrategia horren helburuak era askotakoak izan daitezke eta harrapakinek defentsarako erabiltzen badute ere, harrapakariak ehizarako moldatu izan dute.

Landarediak eraginda, ingurune-kolore arruntenak berdea eta arrea dira eta beraz, ez da harritzekoa kamuflaje-kolorerik arruntenak hauetan oinarritzea. Hala ere, badira kolore bereziko inguruneak, ezagunak direlarik kolore biziko loreetan egokiro kamuflatzen diren armiarmak. Gauza bitxia da bestalde, ugaztun berderik ez ezagutzea, nahiz eta hegaztien harrapakin diren batzuentzat kolore hau arras aproposa izan. Dirudienez, ugaztunek ezin dute ilaje berderik lortu. Hala ere, nagiaren (*Bradipodidae* fam.) ile gainean kamuflajea errazten duten alga sinbiotiko batzuk hazten dira.

Kamuflajea aztertzerakoan, animaliek pertzepzio-mekanismo desberdinak erabiltzen dituztela kontuan izan behar da. Harrapakari batzuek entzumena edo usaina erabiliz ehizatzen duten bitartean, beste batzuk ikusmenaz baliatzen dira. Horrez landa, ikusmenaz aritu arren ikusteko modu desberdinak daude. Intsektu, arrain eta hegaztiak koloreak bereizten badituzte ere, ugaztun gehienek, primateak salbu, zuri-beltzez ikusten dute. Bestalde,

kolorez ikusten duten animalien artean ere, guztiek ez dituzte kolore berberak bereizten; erlek esaterako, guretzat ikustezi-nak diren ultramoreak ikusten dituzte. Hori dela eta, kamuflajearen egokitasuna bere balizko harrapakarien zentzumen-organoen garapenaren arabera neurtu behar da.

Kamuflajearen egokitasuna frogatzeko, kamuflaje-patroi bat baino gehiago duten espezie polimorfikoekin egindako ikasketak oso aproposak dira. Matxinsalto arre eta berdeak daudeneko kaiola batean horietaz elikatzen den

Hainbat esperimentu egin ondoren, zera baieztatu da: harrapakin kamuflatu asko dagoenean, kamuflaje-kolorea egokia izanik ere, harrapakariak ehizaki horiek harrapatzen trebatu egiten dira. Pentsa daitekeenez, harrapakariak lehenik ehizaki ikuskorrenak harrapatzen dituzte, baina horiek falta direnean, kamuflatutako harrapakinak aurkitzen ikasten dute. Kasu horietan kamuflaje-eredu desberdineko espezie polimorfikoek abantaila dute eta horixe izan daiteke espezie horien iraupena azaltzeko arrazoietako bat.

aldaketari aurre egin behar diote eta kasu horretan polimorfismoa estrategia ezin hobea da.

Gure larreetako *Cepaea nemoralis* marraskiloa polimorfikoa da eta beren maskorra horia, arrosa edo arrea izan daiteke, banda gabea edo batetik bost banda arteko kopuruaz hornitua. 1940ra arte, aldakortasun hori mutazioen ondorio zela uste zen; geroago behatuenez ordea, tenperaturak maskorraren koloreak aldatzea eragiten du eta horregatik, tenperatura altuetan arre kolorekoak eta bandadun marrazki-loak ugariagoak dira. Dirudienez, polimorfismo hori gertatzearen arrazoia beraien harrapakari diren zozo (*Turdus merula*) eta birigarroak (*Turdus philomelos*) egiten duten ehiza selektiboa da.

Intsektu askoren krisalidek aldizkako polimorfismoa erabiltzen dute ingurunearen kolore-aldaketari aurre egiteko. Udaberrian berdeak dira eta arreak uda eta udazkenean. Dirudienez, espezie desberdinetan badira ingurunean dauden kolorerik egokieneko pupa lortzeko mekanismoak. Pupa batzuek argia erabiltzen dute ingurunearen kolorea somatzeko, argi horietan pupa berdea garatuz eta argi urdinetan arrea. Landaredia berdea denean, argi urdina xurgatu egiten da eta argi horia baino ez da bertatik iragaten. Beste espezie batzuetan bestalde, sustratoaren zimurtasuna da puparen kolorea zehazten duena, sustrato zimurtsuetan (enborra eta adarrak) arre kolorea eta sustrato lehunetan (hostoak) berdea hartuz. Azkenik badira haizearen hezetasuna atzematen dutenak ere eta garai hezeetan, hots, landaredia berde dagoenean, berdeak dira eta garai lehorretan berriz, arre.

Eper zuriak (*Lagopus mutus*) ere udan kolore arreko lumajea du, baina neguan elurrak dena estaltzen duenean, lumajea zuri bihurtzen da. Kolore-aldaketa gradual hori neguaren iraupenak berak

A. Zabala



Sepiak (*Sepia officinalis*) kolorazio disruptiboa agertzeaz gain, kolorea aldatzeko ahalmena du.

hegazti bat askatzen badugu, lehen-lehenik gutxien kamuflatzen direnak jaten dituela behatu da. Kaiola berean jarritako satitsuak ordea, proportzio berean jaten ditu bi koloretako matxinsaltoak. Harrapakaritzamotan datza desberdintasuna, hegaztiak ikusmenaren bidez ehizatzen baitu eta satitsuak usaimenaren bidez. Beraz, matxinsaltoaren kamuflaje-koloreak hegaztiarengandik babesteko balio du, baina ez satitsuarengandik.

Polimorfismoa ezkutaketarako

Lehenago aipatu bezala, naturan kolore berdea eta arrea dira nagusi, baina horien proportzioa aldatu egiten da urtean zehar. Gainera, batzuetan elurteen ondorioz ingurunea zuri bihurtzen da eta beraz, animaliek kolore aldaketa horiei aurre egin behar diete. Batzuk neguan hibernatu egiten dute janari urritasuna eta hotza saihestearren, baina badira neguan aktibo dauden animaliak ere. Horiek, ezkututzen segitu ahal izateko, inguruneako kolore

A. Zabala



Kataginetak (*Genetta genetta*) gaeko itzal-argiekin bat eginez, ehizarako lagungarria den kolorazio disruptiboa aurkezten du.

Salamankesak (*Tarentola mauritanica*), kamuflajerako kolore egokiaz gain, hori indartzen duen gorputz zimurtsua du.

A. Zabala



arautzen du eta egunak 12 argi-ordu baino gutxiago duenean, lumaje zuria garatzen du.

Ugaltunen artean ere, badira kolorea aldatzen duten espezieak; esate baterako, erbinude zuriak (*Mustela erminea*) udan ilaje arrea du eta negu aldean zuria. Animalia horietan ilearen kolore-aldaketa genetikoki araututa dago eta aldaketaren eragilea tenperatura da. Erbinudearen eta hartz polarraren kasuetan, ilaje zuria egokia da elurretan ezkutaturik harrapakinengana hurbiltzeko. Hartz polarrak ilaje zuriaren

azpitik larru beltza du eta egindako ikerketen arabera, ile zuriak larru beltzara bideratzen du eguzkiaren berotasuna. Horrela, beltza balitz adina bero xurgatzea eta kamuflatua egotea lortzen du hartzak. Ugaltunen artean arrunta da urtean zehar gertatzen den ile-aldaketa: batzuk, oreina (*Cervus elaphus*) edota azeria (*Vulpes vulpes*) kasu, ilearen tonoa aldatzen dute, nahiz eta erbinudearen kolorazio-aldaketa nabaria lortu ez.

Badira bestalde, kolore-aldaketa azkarra burutzeko gaitasuna

duten animaliak eta horien artean kamaleoia (*Chamaeleo chamaeleon*) dugu ezagunena. Ezezagunagoa bada ere, ibaiko arrain askok bizi diren sustratoaren koloreak har ditzakete eta horixe da adibidez, amurrairenen (*Salmo trutta*) kasua. Bestalde, itsasoko arrain gehienek sabelaldea zuriska dute eta horrela, igerian ari direla azpialdetik ia ikustezinak dira, goitik datorren argiak sortzen duen itzala ezabatu egiten baitute.

Hegazti askotan dimorfismo sexuala agertzen da: gehienetan, arra kolore bizikoa da eta emea kamuflaje-kolorekoa. Kasu horietan, arraren kolore deigarriek ezkutatzeko ahalmena gutxiagotzen dute. Hori guztia ikusita, galdera asko datorkigu burura berriro ere: zergatik bihurtu ikuskor? Zergatik mantendu du ezkutaketarako hain desegokia den kolore hori eboluzioan zehar? Zergatik ematen da kasu horretan polimorfismoa?...

Bada kolore horiek eboluzioan zehar gorde izanaren arrazoirik. Espezie horietan emeek arrik ikuskorrenekin osatzen dute bikotea eta beraz, kolore biziak izatea emea lortzeko onartu behar den arriskua da. Emeen "gustu" hori dela eta, arrik ikuskorrenak dira ugaltzeko orduan arrakasta gehien lortzen dutenak. Beraz, gutxiago bizi arren, hurrengo belaunaldira beren geneen proportzio handiagoa igarotzen da. Hori dela eta, kolore biziko arren ezaugarriak dira eboluzionatu dutenak. Emeen zaletasun hori azaltzeko kolore biziko arrak ongi elikatutakoak eta osasuntsuenak direla esan ohi da. Emeek ezaugarri horiek bilatzen dituzte kumaldia aurrera atera eta belaunaldi osasuntsua lortzeko denaren ziurtasunaz. Emeen kasuan ordea, kamuflaje-kolorea beharrezkoa da, kumartzeko urratsean kabia arriskuan jarriko bailukete ikusterrazak izanez gero.

Kamuflajearen erabilpena

Kamuflajea izaki heldu askoren defentsa-sistema orokorra bada ere, arrisku handiko uneetan areago egingo da. Honela, hegazti askoren ale gazteak zein ugaztun askoren kumeak ondo kamuflatu-ta agertzen dira. Adibidez, eskaile-ra sugear (*Elaphe scalaris*) gazteen kamuflaje-kolorea helduena baino egokiagoa da.

Asko dira ehizarako kamuflatu-tzen diren harrapakariak, mantido (*Mantidae* fam.), sepia (*Sepia officinalis*), lehoi (*Panthera leo*), kataginetak (*Genetta genetta*), eta abarren kamuflaje-ahalmenak oso ezagunak direlarik. Batzuk kolore uniformeko kamuflajea badute ere, sepiak edo kataginetak puntu eta marraz apaindutako kolorazioa aurkezten dute, hau da, kolorazio disruptiboa. Kolorazio disruptiboa agertzeaz gain, beste animalia batzuk kamuflajearen laguntzen duten gorputz zimurtsuak agertzen dituzten, salamankesa arrunta (*Tarentola mauritanica*) dugularik horren adibide ikusgarria.

Mimetismoa

Mimetismoa beste zerbaiten edo norbaiten itxura hartzea da. Batzuetan, elikatze balio ez

Arrubioak (*Salamandra salamandra*) pozoia jariatzen du azalean zehar eta kolore aposematikoen bidez erakusten du defentsarako ahalmen hori.



A. Zabala

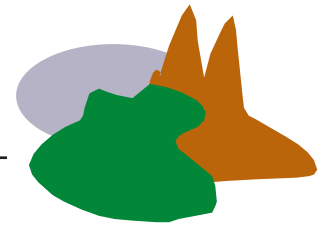


duten objektuen itxura hartzen dute eta horrela lortzen dute babesa. Beste batzuetan, gauza jangarrien itxura hartzen dute ehiza errazteko asmoz.

Mimetismoa harrapakaritzarako erabiltzen duten animalien artean itsas-sapu arraina (*Lophius piscatorius*) dugu. Oso ondo kamuflatu-tzen da eta bizkarraren muturrean amuskia imitatzen duen oso arantza luzea du. Amuski faltsua aho aurrean kokatuz erakartzen ditu arraintxoak eta ahoa irekitzerakoan sortzen den korrontez az irensten ditu.

Harrapakaritzarako ezezik, babesteko ere erabiltzen da mimetismoa. Horixe da homeotipiaren helburua, hau da, inguruneke gauza ez jangarriak imitatuz ezkutatzea. Asko dira makiltxo edo hostoak imitatzen dituzten intsektuak. Tximeleta eta armiarma

batzuk ere hegaztien gorotzak imitatzeke ahalmena dute. Defentsa-sistema hori agertzen da harriak imitatzeke gai diren Afrikako *Lithops* generoko landare espezieetan edota hostoak imitatuz defendatzen den *Megophrys carinensis* Asiako anuroaren kasuan. Animalia batzuk pozoia, zapore txarra edo antzeko babesak dituzte eta kolore biziak erabiltzen dituzte hori adierazteko. Kolore horiei aposematikoak esaten zaie eta gorria, laranja, horia, beltza edo horien konbinazioetan oinarritzen dira. Koloreek izaera arriskutsua adierazten dute eta harrapakariek kolore horietako animaliak bakean uzten ikasten dute. Gure basoetako arrubioak (*Salamandra salamandra*), bere guruinek ekoizten duten pozoiaz defendatzeko gai dela adierazten duen kolorazio aposematiko



Mantido batzuk inguruneke adarrekin nahasten dira ehizarako.

ezagutzen dira: Bates mimetismoa eta Muller mimetismoa.

Bates mimetismoa arriskugarria ez den bizidun batek bere burua babesteko arriskugarria eta aposematikoa den animaliaren baten itxura hartzeari deritzo eta Muller mimetismoa espezie bik itxura berbera izateari, biak arriskugarriak izanik. Harrapakariak ikasia duen itxura arriskugarria eskuratzeko oso onuragarria izan daiteke, era horretan indartu egiten baita aposematismoaren esanahia.

Defentsa bideak ez dira gaindiezinak

Kamuflajeak eta mimetismoak ez dute animalia erabat babesten: harrapakariak kamuflatua dagoen animalia aurki lezake edota gosen harrapakaria kolorazio aposematikodun animaliak jaten saia daiteke, batez ere, horien mimita asko dagoenean. Bestalde, harrapakaririk beldurgarrienak ere, bere bizitzaren uneren batean bere burua defendatu beharra izan dezake. Sabanan jaun eta jabe diren lehoien kumeak esaterako, bere aitaren babesik ezean, ar helduren baten erasoaren aurrean galduta leudeke. Edozein babes-estrategia aurrera eramateko, jokaerak garrantzi

handia du. Adibidez, kolore berdea izatea ez da nahikoa gero beste koloreetako sustratoan kokatzeko joera baldin badago. Kamuflaje-kolorea, mimetismoa, aposematismoa, jokabidea eta gainerako babes-estrategiak ere, hautespen naturalen bidez finkatzen joan dira eboluzio luzearen ondorioz, gaur eguneko garapen-mailara heltzea lortu duten arte. Hala ere, defentsa-sistemekin batera eboluzionatzen dute sistema horiek gainditzeko bideak eta beraz, ez dago erabatekoa den babesarik. Bizidun orok, defentsa-bideen etengabeko garapena dela eta, eboluzioan zehar konpontzen saiatzen den bizitzaren atal bulnagarriaren bat daukagu. Babes-estrategiak gero eta egokiagoak badira ere, harrapakariek egindako ehiza-presio selektiboaren ondorio zuzena direla ezin da ahaztu. Tira-bira horretan, eboluzioak berak du azken hitza. Utz diezaiozun beraz, bere lana betetzen.



* CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako artikulua.

Tximeleta honek sustratoaren antzeko kolorea du eta bere soina horretara doitu, ezkutatze ahalmena areagotu egiten du.

hori-beltza du. Animalia batzuk kolorazio aposematiko hori duten beste batzuk imitatuz defendatzen dira. Erleek (Apoidea fam.) eta erlestarrek (Vespidae fam.) ziztagailuak dituzte eta bere burua kolore aposematikozko bandez apainduz ohartarazten dute arrisku horretaz; euli batzuk (Conopidae fam.) horixe imitatuz defendatzen dira.

Kolorazio aposematikoa duten animaliek harrapakarien erasorik jasotzen ez dutenez, beste animalia batzuk horiek imitatzen dituzte, hau da, aposematikoen mimita bihurtzen dira. Aposematismoaren bi mimetismo-mota

A. Zabala

