
5. EL COLOR A LA NATURA: ESTRATÈGIES DELS ANIMALS

Albert Masó* i Manuel Pijoan**

5.1. INTRODUCCIÓ

El color dels ésser vius no és un element superflu, ja que intervé directament i essencial en llur supervivència. En efecte, llur capacitat d'adaptació i integració a un ecosistema i llurs possibilitats d'evolució depenen del fet que disposin d'una coloració adequada. Això s'observa en tot el regne animal —i evidentment en el vegetal—, i es pot entendre especialment bé en el cas dels lepidòpters, a causa de les ales acolorides, que són una autèntica tela sobre la qual s'expressen els colors seleccionats per les tendències evolutives de cada espècie. Per això —i per centrar el tema— la il·lustració es basa en els imagos d'aquest grup.

Val a dir que, a vegades, el color que veiem nosaltres no és el que perceben les espècies directament implicades a les quals va «dirigit» el missatge cromàtic. Per exemple, la freqüència de les flors vermelles a la pluvisilva cal entendre-la en funció del que vegin els ocells —diceids, troquilids (colibrís) i d'altres— o els insectes que hi acudeixen, el quals precisament capten millor altres colors, de manera que sovint detecten taques i dissenys que nosaltres no distingim. Un cas molt clar d'això el tenim en les flors blanques que són visitades per papallones. Aquestes capten preferentment en la franja ultraviolada de l'espectre, és a dir, el no visible per a l'home; per tant, quan nosaltres veiem moltes espècies de plantes amb flors blanques similars, els lepidòpters

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

** Divulgador científic i escriptor.

les veuen diferents perquè distingeixen els dibuixos de «color ultraviolat».

Una situació extrema de la incorrecta interpretació que hom pot fer dels colors que nosaltres «veiem que tenen els animals» és el color dels que viuen sota l'aigua com, per exemple, els bentònics: corall, esponges... Frequentment, en observar-los en terra ens preguntem per què tindran aquest color vermell tan llampant. Doncs bé, aquest color vermell sovint no existeix, ja que aquesta radiació no els arriba. En efecte, l'aigua actua de filtre selectiu de la llum solar, disminuint progressivament les longituds d'ona altes, és a dir, la presència dels tons càlids: aproximadament a cinc metres de fondària gairebé ja no hi ha radiació vermella, a deu desapareix la taronja i a quinze ja no arriben els grocs. Per tant, qualsevol organisme que miri un corall «vermell» a més de cinc metres el veurà fosquíssim o negre, ja que reflectir aquesta franja de l'espectre allà significa no reflectir-ne cap, o sia, ser negre. Potser no caldria rebatre l'observació d'alguns submarinistes que diuen que és un color real, perquè no solament fora de l'aigua, sinó que, il·luminats amb torxes *in situ*, també es veuen vermells. Òbviament, els qui viuen allà no poden il·luminar.

Hom no pot parlar de color sense fer referència als camaleons, paradigma del canvi cromàtic en el món científic i en el popular (fotogr. 1). Ho assenyallem aquí perquè la creença que aquests animals adopten els colors del lloc on estan no és del tot certa. A vegades ho pot semblar, però és més per una casualitat que per una voluntat d'aconseguir precisament això. És cert que es poden donar coincidències sorprenents, com el cas descrit d'un camaleó africà (*Chamaeleo africanus*) que imità el disseny a quadres d'una cortina de tela escocesa. Tanmateix, encara que és molt atractiva la hipòtesi de la reproducció del substrat, la realitat és molt més complexa i no es coneix del tot. En un estudi de 1.300 exemplars del camaleó ibèric (*Chamaeleo chamaeleo*) es varen trobar cent quatre patrons de coloració diferents: des del groc clar fins al negre carbó, passant per tots els colors del verd, del bru i del blau. Una conclusió obtinguda és que no sempre que canvia de substrat, canvia de color, ni molt menys. El que sí està aclarit és que varia quan es modifica la il·luminació i la temperatura ambiental, i també quan canvia l'estat anímic del protagonista; per exemple, actituds d'agressivitat, de submissió, d'excitació o de por comporten els patrons de color més foscos.

L'explicació biològica dels colors d'un animal pot ser de força

senzilla a molt complicada, gairebé sempre interpretable i a vegades controvertida. Per exemple, una espècie presa pot tenir color apagat perquè així és més fàcil que passi desapercebuda i els depredadors se la menjaran menys que si tingués colors llampants. Així, la selecció natural afavoreix aquests exemplars, de manera que, quan n'apareixen d'altres menys camuflats, no es reproduïxen tant perquè són eliminats pels depredadors. Paral·lelament, un depredador tindrà més èxit si té un color semblant al del medi que l'envolta. Per això un lleó té «color lleonat», és a dir, el de la sorra i l'herba seca de la sabana on viu.

Tanmateix, per què una abella o una serp verinosa posseeixen una combinació de colors tan conspícua? Doncs, perquè advertint de llur perillositat són més respectades que si es confonguessin amb altres espècies. Ara bé, com se selecciona positivament quan l'exemplar acolorit és tòxic i només actua quan és digerit dins l'estómac del depredador? L'explicació no és tan senzilla; la trobareu al capítol 5.3. I per què una mosca o una papallona inofensives adopten els colors llampants d'una vespa o d'una abella? La resposta és encara més complicada i la intentarem donar al capítol 5.5. L'existència de grups d'espècies molt semblants entre si és analitzada al capítol 5.4.

Per interpretar correctament una coloració cal considerar-la sempre en relació al seu entorn, ja que un color pot ser críptic a un ambient i aposemàtic (llampant) a un altre. Fins i tot varia l'efecte segons si es mostra més o menys i segons el lloc concret on se situï. Això queda molt ben il·lustrat amb alguns ocells selvàtics: per una banda, són brillants quan volen ésser identificats pels seus congèneres en la territorialitat (entre mascles) i en el vol nupcial (els mascles vers les femelles), i, per altra banda, poden passar perfectament desapercebuts entre la densa vegetació brillant esquitxada per la llum solar procedent del sostre selvàtic. A més, en aquest entorn, les coloracions brillants de les plomes poden resultar disruptives i, per tant, críptiques (vegeu el capítol següent). Entre les interpretacions més difícils i polèmiques (diversos autors mantenen posicions no coincidents i fins i tot enfrontades) hi ha les dels mimetismes mullerià i batesià, la protecció i selecció de l'espècie o del grup, així com la valoració de l'eficiència de determinats patrons de coloració i llur importància en l'evolució. Això serà tractat en els capítols 5.3 i 5.6.

5.2. CRIPSI

La cripsi (del grec *kryptos*, que significa 'amagat') consisteix a adoptar formes i colors que resultin poc visibles en l'entorn on viu l'espècie. En molts grups d'animals, com el grup emblemàtic dels lepidòpters, la majoria d'espècies viuen sobre el sòl, l'escorça d'un arbre, la fullaraca..., i per això la immensa majoria de colors críptics solen ser marró o gris foscos i apagats, amb zones encara més fosques.

Es tracta probablement del sistema de defensa més estès i un dels més eficients; per a la supervivència d'un animal presa, hi ha res millor que no ésser vist? També es coneix aquest fenomen amb els noms de *homotípia* i *camuflatge*, i, quan es basa en el color, rep el nom de *homocromia* (fotogr. 2). És la situació més freqüent amb gran diferència. Si, a més, l'animal adopta formes del medi, se'n diu *homomorfia* (fotogr. 3). Un cas molt clar d'això és el de la papallona que viu als Països Catalans, *Gastropacha quercifolia*, lasiocàmpid d'activitat nocturna que, en posició de repòs, sembla un pilonet de fulles de roure. No és rar trobar en la literatura aquests fenòmens qualificant-los de «mimetismes», però no convé fer-ho en llenguatge científic perquè l'autèntic mimetisme no és críptic i té un funcionament totalment diferent, com veurem en els capítols 5.4 i 5.5.

Moltes espècies necessiten colors vius per a advertir, espantar o trobar parella, entre d'altres possibilitats, però no per això renuncien al camuflatge. Aleshores, han de tenir unes parts del cos amb uns colors conspicus, les quals es mantenen tapades per altres de colors apagats. Això s'observa en molts grups. Per exemple, els tritons dels gèneres *Triturus* i *Euproctus* i moltes sargantanes del gènere *Podarcis* tenen una part preponderant del cos de tipus críptic i una altra, molt llampant. Aquesta pot restar coberta i mostrar-se només quan l'animal vol sorprendre un possible depredador: això fa la salamandra de llunetes (*Salamandrina terdigitata*) aixecant la cua i cargolant-la cap al davant, alhora que dirigeix el cap endarrere, amb la qual cosa aconsegueix deixar ben visible l'àrea inferior vermella. Encara més espectacular pot ser el flaix que proporcionen els gripaus del gènere *Bombina*, els quals presenten un aspecte molt camuflat, però quan són molestats arquegen la columna vertebral, aixequen el cap i la part posterior del cos, tot girant les potes de costat, de manera que queden a la vista les taques vermelles dels palmells i el dibuix molt contrastat del coll. Els iguànids del gènere

Anolis també espanten els agressors amb el coll, desplegant una mena de sac que té dibuixos molt vistosos a la pell, entre les escames. La part aposemàtica pot estar encara més amagada, com és el cas de la serp mocassí (*Agkistrodon piscivorus*), ofidi nord-americà que té una lliurea fosca, però quan vol espantar algun intrús obre la boca, que és blanca com el cotó (d'aquí el nom de *cottonmouth*) i contrasta força, de manera que augmenta l'efecte sorpresa. Semblant però més espectacular és el mitjà defensiu del llargardaix australià *Trachydosaurus rugosus*, que és molt críptic i amenaça obrint la boca i ensenyant una llampant «combinació blaugrana» (sense possible interpretació futbolística) entre el vermell de carmí de la mucosa i el blau de cobalt de la llengua.

Aquesta estratègia és molt clara en els lepidòpters. Els ropalders, d'activitat diürna, pleguen les ales verticalment. Per això els colors llampants són a l'anvers de les ales, mentre que el revers (el que es veu en posició de descans) és críptic, i especialment el de les ales posteriors, que són les que se superposen damunt les anteriors.

Les nocturnes, en canvi, pleguen les ales horitzontalment al substrat, de manera que han de tenir un altre patró de coloració. Efectivament, el revers no sol tenir un color massa definit perquè el que es veu és l'anvers. En aquest sí que es poden manifestar els colors adequats: diversos grups tenen les ales posteriors de color vermell, groc, etc. i fins i tot ocelees —com veurem més endavant—, mentre que les anteriors són ben críptiques perquè cobriran les altres en repòs. Per aquests motius, els patrons de coloració d'unes i altres són ben diferents i força característiques de moltes famílies. Hom pot observar tot això en la fotografia 4, on hi ha les espècies ibèriques *Vanessa atalanta* (diürna) i *Smerinthus ocellata* (nocturna). D'altres grups de nocturnes tenen altres combinacions de color.

Un disseny eminentment críptic és l'anomenat *disruptiu*, és a dir, que trenca la silueta per tal de dificultar la seva localització. El cas més espectacular és el de les zebres (fotogr. 5), entre les preses, i del tigre (fotogr. 6), entre els depredadors. Molts altres felins tenen taques que també resulten disruptives. Entre les erugues destacarem les del gènere *Cerura* (fotogr. 7) i, entre els adults, els geomètrids (fotogr. 9). Moltes espècies d'aquesta família imiten la textura i tons del substrat amb línies en ziga-zaga i dibuixos disruptius que trenquen el contorn de l'animal, de manera que algunes de les seves parts s'integren i/o barregen visualment amb elements del fons.

Altres espècies de mida petita, amb poc marge per fer dibuixos massa complicats, simplement tenen un color uniforme, per exemple, «de palla», i abracen amb les ales les tiges de gramínies, sobre les quals es col·loquen verticalment. Així doncs, el color críptic constitueix un procediment simple —«si no em veuen, no se'm mengen»— i eficient. La clau del seu funcionament rau en el seu caràcter directe i preventiu: millor que haver de resoldre un problema és evitar-lo.

5.3. APOSEMATISME I PROTECCIÓ DE GRUP

Una espècie és aposemàtica quan posseeix una coloració que destaca en el medi en què viu. Tanmateix, en alguns casos seria lícit parlar de *aposematisme absolut*, ja que es fa difícil imaginar un ambient on resultessin críptics els mantèlids, grup de granotes de Madagascar que destaquen pel seu viu color vermell (fotogr. 10). Acabem d'explicar en el capítol anterior que nombroses espècies tenen àrees de colors llampants, però que només les mostren quan els interessa, essent predominantment i habitual críptiques. En aquests casos no se sol parlar de *animals aposemàtics*, sinó que aquesta denominació es reserva per a aquells que normalment són fàcils de distingir perquè presenten aposematisme generalitzat, és a dir, que estan en la situació oposada a la cripsi. La causa d'això pot estar associada a la protecció pel que fa a l'espècie o pel que fa al grup. El cas més clar i entenedor d'aquest sistema és el de la toxicitat: si un animal presa és tòxic, perquè el depredador ho detecti se l'haurà de menjar, o al menys intentar-ho. Un cop ingerit, el depredador pot tenir problemes, però la presa normalment ja serà morta (o queda tan malmesa que no arribarà a reproduir-se). Aleshores, de què li serveix? A l'individu, evidentment, res, però a l'espècie sí, perquè el depredador, quan hagi provat un o pocs exemplars, ja entendre la causa de la seva intoxicació i respectarà l'espècie. La rapidesa d'aquest procés dependrà de la intel·ligència del predador i del grau de senyalització que tingui la presa. En això darrer intervé de manera fonamental el color: si és poc vistós, el depredador es confondrà força, mentre que si és ben llampant, serà molt més recordat i reconegut i, per tant, respectat. Si la presa posseeix coloracions combinades que particularitzin l'espècie, el resultat encara és millor. Tot això constitueix una causa fonamental de l'existència d'animals amb colors aposemàtics. Per a més explicacions, vegeu Masó i Pijoan (1997).

Val a dir que la toxicitat, en un cert percentatge de casos, pot resultar directament protectora ja en el primer atac; això succeirà quan aquest no resulti mortal. Per altra banda, nombroses espècies aposemàtiques presenten un comportament gregari i, a més, mostren una clara tendència a formar grups de parents. Això, d'antuvi, pot incrementar l'efecte advertidor però, a llarg termini, també beneficia el patrimoni genètic de l'individu, perquè afavoreix els que comparteixen en gran proporció el seu bagatge genètic; hom podria dir que d'alguna manera «l'individu sacrificat es reproduceix una mica a través dels seus parents que han resultat protegits». Per altra part, hi ha depredadors que coneixen de manera innata la toxicitat de determinats animals, però són molt freqüents els que ho aprenen per experiència pròpia o per ensenyament dels pares, com és el cas dels ocells insectívors.

Cal advertir al lector que el tema de la selecció en l'espècie o en el grup ha estat molt debatut des dels anys seixanta i que actualment nombrosos biòlegs dubten de la seva existència. A més, diversos experiments han demostrat que alguns casos d'aposematisme es poden explicar solament amb la selecció individual (Waldbauer, 1988; Wiklund i Jarvi, 1997). Recentment, ha aparegut un article en castellà sobre el tema (Cordero, 1999), on s'exposa un punt de vista oposat a les idees de selecció global defensades per S. J. Gould *et al.* (1979, 1982) i Odum (1992), el qual encara diu que «[...] una espècie que beneficia la seva comunitat té més valor de supervivència [...]». També rebut a V. C. Wynne-Edwards, A. H. Hawley, K. Lorenz, R. Margalef i d'altres. En general estem d'acord que cal defugir de les consideracions dels ecosistemes com una mena de macroorganismes, a què s'atribueix una mena de qualitats que no tenen, i no diguem ja de tractar la Terra com a tal. En tot cas, aquests hipotètics atributs s'haurien de demostrar. També denunciem que amb massa freqüència diversos biòlegs apliquen a la natura escales de valors humans, com una mena d'herència de l'antic i popular concepte de «la mare Natura». Hawley (1991) encara segueix considerant que l'adaptació és més un procés col·lectiu que individual i arriba a dir que «[...] una relació que funcioni amb el medi s'assoleix no per individus, ni tan sols per espècies, sinó mitjançant una activitat concertada a través d'una organització de llurs diverses capacitats, és a dir, constituint un sistema comunal».

Situant-nos, doncs, clarament lluny d'aquestes posicions, tampoc no volem caure en l'altre extrem, que porta a Cordero a acon-

sellar-nos «desconfiar de qualsevol argument basat en la selecció de grup». Pensem que rebutjar-ho tot *a priori* és exagerat; abans caldrà veure de quin grup es parla, i després analitzar els arguments. No és el mateix parlar d'ecosistemes o de tota la Terra (a veure qui la diu més grossa!) que parlar d'espècies, subespècies, poblacions o grups de parents. Potser sí que es pot parlar de processos de selecció a algun d'aquests nivells. Tampoc no s'ha de perseguir tot allò que faci «olor» de grup, perquè s'acaba interpretant erròniament el que alguns autors diuen i fins i tot citant-los equivocadament. En aquest sentit, Cordero assenyala que Masó i Pijoan (1997) titulen un capítol del llibre «Selección a nivel de especie», i això no és cert. El títol és «Protección a nivel de especie» (vegeu p. 188), que no és pas el mateix! Precisament en el llibre es tracta reiteradament la selecció individual (cal llegir-ho tot i no solament una frase extreta del seu context) i només es refereix al cas dels lepidòpters. Sí s'admet —i ho ratifiquem en el present article— que un patró de coloració advertidor de la toxicitat serà més eficient si és comú no ja entre els individus de l'espècie, sinó amb altres espècies (de fet, en això es basa el mimetisme mullerià, capítol següent). No estem dient que la *selecció* es produeixi a aquest nivell, sinó que tots els individus de l'espècie (i no solament els parents) reben —o poden rebre— una protecció quan un depredador intoxicat decideix no atacar més determinat patró de coloració. I això ens sembla indiscutible. El mateix Cordero admet (p. 616) que «aquest fet també permet l'evolució dels animals mimètics que, sense ésser verinosos, es beneficien d'una coloració similar a la dels aposemàtics». Aquí l'autor posa «aposemàtics» quan hauria de dir «amb toxicitat o qualsevol sistema de defensa», ja que els mimètics també són aposemàtics. Però, a part d'aquest error menor, està reconeixent una protecció entre espècies que afecta llur evolució. Aleshores, per què no admetre la protecció entre els individus de la mateixa espècie i que això afecta positivament la seva evolució?

En el mateix sentit volem recordar el que diu Margalef (1981): «[...] la reserva de variabilitat que tota aquesta acumulació d'espècies dóna a l'ecosistema pot resultar beneficiosa en el futur, segons com canviïn les condicions ambientals. Fins a cert punt, és el mateix que succeeix amb la variabilitat genètica dins d'una població. No tota és utilitzada, i bona part pot semblar deletèria, però gràcies a la variabilitat genètica l'espècie conserva una major adaptabilitat en el futur». Margalef no està parlant del fet que existeixi una selec-

ció en els ecosistemes, sinó simplement que aquests es veuen afavorits, igual com passa en l'espècie. Tot i amb això, volem remarcar que l'article de Cordero és clarificador i de lectura aconsellable, perquè desarma velles concepcions que encara perduren i manifestem el nostre acord amb ell en un 90 %.

Sigui com sigui, en el cas dels lepidòpters, hi ha moltes erugues tòxiques i aposemàtiques, les quals solen ingerir la toxina de la planta nutricia. En estat adult no és tan freqüent la toxicitat. Es dona de manera generalitzada en els nimfàlids exòtics de les subfamílies dels heliconins (fotogr. 11) i danains, així com en grups presents als Països Catalans, com els àrctids (fotogr. 12) i zigènids. Aquests darrers no són ropalòcers, però volen de dia. S'ha plantejat la hipòtesi no demostrada segons la qual haurien recuperat l'activitat diürna a causa de l'eficiència del seu pronunciat aposematisme, que adverteix de la presència de derivats de cianur.

En principi, hom podria pensar que els colors aposemàtics i llurs combinacions són il·limitats. En teoria és així, però la realitat és que, en la major part de grups animals, ens trobem un nombre no massa gran de combinacions, amb coincidències en espècies d'ordres, de classes i de sílums diferents. De fet, és lògic, ja que es tracta de lligar colors que resultin ben contrastats i, alhora, que destaquin del medi. Com que aquest sol ser verdós (per la vegetació), marró-rogenç o bru-grisós (pel sòl), l'evolució ha seleccionat un seguit de colors complementaris. Els més efectius i universals són:

— el groc amb el negre: serps del gènere terrestre *Bungarus*, dels gèneres marins *Hydrophis* i *Laticauda*, salamandres, granotes, heloderms —els únics llangardaixos verinosos—, abelles, dípters i altres insectes...;

— el taronja amb el negre: granotes, les serps corall, lepidòpters danains i heliconins...;

— el blau amb el marró «sorra»: els pops australians *Octopus lunulatus* i *O. maculosus*, els peixos elèctrics de les nostres costes *Torpedo torpedo*...;

— el blau amb el vermell: lepidòpters zigènids...

En general, hom podria dir que els animals aposemàtics exploren la tendència innata de força vertebrats de rebutjar preses massa llampants, i en concret aquests colors són especialment ben captats pels seus receptors fotosensibles.

La funció dels colors és d'una multiplicitat enorme, de manera que resulta impossible ésser exhaustius ni de lluny. Tan sols com a

indicació d'aquest gran abast, assenyalarem el cas dels mandrils: les femelles escullen els mascles més acolorits, els quals presenten una cara més aposemàtica com més dominants són, és a dir, com més alt és el seu rang dins del grup. Un cas extremadament curiós es dona a Panamà occidental: la granota *Dendrobates pumilio*, dins de la mateixa espècie, presenta poblacions amb molts patrons de coloració de contrast diferents, i arriba a mostrar gairebé tots els colors de l'espectre visible, del vermell al blau, i, per si no englobava tot el cromatisme, la gota que fa vessar el got és que hi ha una població de «color» blanc i negre! Sembla ben bé com si l'evolució no s'hagués decidit a triar-ne un definitiu.

5.4. MIMETISME MULLERIA

Rep aquest nom en honor a Fritz Müller, zoòleg que va néixer a Alemanya però va viure a Brasil al segle XIX, on va descobrir el fenomen. Consisteix en el fet que diverses espècies adopten combinacions de colors molt semblants —el mateix patró de coloració— per afavorir la seva supervivència. La interpretació que en fem és la que s'exposa en els següents paràgrafs.

Com acabem de veure, les combinacions aposemàtiques no són massa variades: solen concretar-se en un o dos colors vius sobre un fons fosc. La majoria de les que s'aparten d'aquesta pauta transmetran el missatge de perill amb menys eficiència. Per tant, quan una espècie fixa una combinació que funciona, no hi ha cap raó perquè canviï de patró i, si ho fa, el més probable és que no funcioni tan bé. En canvi, és perfectament normal que, en els conseqüents processos d'especiació, sorgeixin petits canvis de colors o d'extensió de dibuixos, de manera que obtindrem nombroses espècies diferents però molt semblants, és a dir, que «porten el mateix uniforme».

Tot això justificaria la possibilitat que existeixi aquest fenomen, però no que hagi de ser afavorit per l'evolució. I ho és pel gran avantatge que ofereix; com diria Ramon Margalef, totes les espècies que comparteixin el mateix patró de coloració «pagaran el tribut per a l'aprenentatge dels depredadors de manera solidària». És a dir, que cadascuna de les espècies del cercle sinaposemàtic (grup de taxons amb el mateix esquema o patró de colors) només contribueix amb una fracció del total d'exemplars necessaris per advertir els depredadors, i que hauria de ser complet si tingués un disseny peculiar.

Als Països Catalans el cas més clar de mimetisme mullerià és el dels zigènids. Hi ha diversos patrons que determinen cercles sinaposemàtics diferents dins d'aquesta família: un és de color verd (subfamília *Procridinae*), però el més conegut és el del gènere *Zygaena* (fotogr. 13). En efecte, moltes de les seves espècies tenen les ales posteriors vermelles i una combinació molt semblant a les anteriors, a base de taques vermelles (a vegades rivetejades de blanc) sobre fons negre o blau fosc, com per exemple, *Z. rhadamanthus* (fotogr. 14). D'altres espècies segueixen essent semblants, però han invertit els colors (*Zygaena hilaris* i *Z. ignifera*), mentre que en d'altres predomina el blau, com per exemple, en *Z. lavandulae* (fotogr. 15) i *Z. ephialtes*. En d'altres latituds hi ha serps, granotes verinoses i fins i tot mamífers (mustèlids, vivèrrids...), que podem exemplificar: molts peixos del corall de sabor desagradable, tòxics o verinosos, alguns dendrobàtids (granotes) que presenten coincidència geogràfica entre si, les serps de corall (gènere *Micrurus*, etc.) i fins i tot mamífers: algunes mofetes dels gèneres *Spilogale*, *Conepatus* i *Mephitis* presenten coincidència geogràfica (Mèxic), coloració molt semblant en blanc i negre, i fins i tot una olor força característica i similar. Per tant, podria tractar-se d'un mimetisme alhora visual i olfatiu.

Encara que, com s'ha dit, el mecanisme més habitual que genera el mimetisme mullerià és el que està lligat a l'especiació, també es donen casos d'espècies de gèneres diferents (com el cas de les mofetes, i fins i tot de famílies i d'ordres) que s'assemblen per beneficiar-se'n mútuament. Aleshores, lògicament, no tenen un origen filogenètic comú immediat. L'única condició ineludible és la coincidència geogràfica, a més que totes les espècies del cercle tinguin el seu mitjà de defensa. Aquest mitjà pot ser ben diferent, però cal que existeixi, ja que si alguna espècie no el tingués (fos perfectament comestible i indefensa), aleshores estaríem davant d'un fenomen totalment diferent: es tractaria del mimetisme batesià, que s'explica tot seguit.

Cal aclarir que a la similitud cromàtica també s'hi pot arribar per convergència evolutiva, és a dir, entre espècies que no tenen relació filogenètica ni viuen a zones molt properes, fins i tot a continents diferents, com és el cas de la gran pitó verda *Chondropyton viridis* i la boa arborícola maragda *Corallus caninus*: les dues són extremadament críptiques, de color verd amb petites taques blanques, les dues tenen cua prènsil i les dues es cargolen sobre una

branca per a descansar. La primera pertany a la família *Pytonidae* i viu a Nova Guinea, mentre que l'altra es classifica dins dels *Boidae* i és sud-americana.

5.5. MIMETISME BATESIÀ

A mitjan del segle XIX, el gran naturalista anglès Henry Walter Bates (1825-1892), en companyia d'Alfred Russel Wallace (1823-1913) —el coautor de la teoria de l'evolució junt amb Charles Robert Darwin—, viatjà a la selva amazònica i l'explorà durant onze anys. Allà, observant diverses espècies de lepidòpters, va descriure «un curiós fenomen d'engany biològic»: papallones perfectament comestibles s'assemblaven molt (fins al punt de canviar el seu aspecte típic de la família a què pertanyen) a d'altres que eren tòxiques. Aquestes podien presentar mimetisme mullerià entre si, de manera que s'afavorien mútuament, però les primeres s'aprofitaven descaradament del respecte que els depredadors mostraven per aquells colors. Es tractava, doncs, d'una altra estratègia de defensa que, en honor seu, rebé el nom de *mimetisme batesià*. Després s'observà que molts insectes inofensius adopten els dissenys i també el comportament d'altres (fins i tot d'ordres diferents) que presenten molt diferents sistemes de protecció: no solament toxicitat o mal gust, sinó agressivitat o fiblons inoculadors de verí.

Aquest fenomen, fruit d'una llarga evolució, s'ha anat detectant en nombrosos grups d'animals. Entre els rèptils destaquen les serps, ja que les verinoses posseeixen un envejable sistema de defensa. A gran part del continent americà i no sols a la zona tropical, sinó també a l'Amèrica del Nord i a l'Argentina septentrional, és ben coneguda la imitació que sofreixen les serps corall (elàpids verinosos del gènere *Micrurus*) per part de diversos colúbrids inofensius dels gèneres *Lampropeltis*, *Simophis*, *Cemophora*... Una mateixa espècie pot ser copiada per més d'una. Per exemple, *Micrurus fulvius*, del sud dels Estats Units, és mimetitzada per *Lampropeltis triangulum elapsoides* i per *Cemophora coccinea*.

Des del punt de vista filogenètic, l'espècie protegida i la còpia poden estar molt allunyades i pertànyer a famílies i fins i tot a ordres i classes diferents. Dins d'una mateixa família, hom pot citar els cas dels nimfàlids danains africans del gènere *Amauris*, que són tòxics i els mimetitzen els nimfàlins dels gèneres *Hypolimnas* i

Pseudacrea, perfectament comestibles. Entre famílies diferents hi ha l'exemple del papiliònid *Papilio dardanus*, les femelles del qual (de formes i colors variables) imiten diverses espècies de nimfàlids danains, en un fenomen que es coneix per plurimorfisme sexual. Entre ordres diferents trobem mimetisme batesià per part dels sè-sids i alguns esfíngids diürns (tots ells lepidòpters) que s'assemblen molt a vespes, abelles i altres himenòpters, amb la qual cosa s'aprofiten del conegut sistema defensiu d'aquests. Als Països Catalans, un dels casos més clars és el de la papallona *Sesia apiformis* (fotogr. 16) i el d'altres sè-sids i diversos dípters que s'assemblen a himenòpters (fotogr. 17). Finalment, entre classes, l'eruga del lepidòpter africà *Phorma pegon* sembla una aranya grossa.

Lògicament, el mimetisme batesià sol detectar-se en el seu aspecte visual i sens dubte aquest és el més important, però també existeix mimetisme sonor, olorós i de comportament. Tenim un cas molt evident al nostre país: els sè-sids no solament han perdut escames alars per poder ser transparents i han adquirit colors groc-negres, sinó que, per augmentar la similitud amb els himenòpters, han adoptat un tipus de vol molt rar en les papallones: el vibrat o estacionari. Aquesta semblança etològica no es queda aquí, ja que també acudeixen a les mateixes flors i es barregen amb les espècies mimetitzades. També fan una remor semblant a la de vespes i abelles: *mimetisme sonor*.

Quan H. W. Bates descobrí aquest mimetisme amb unes papallones que s'assemblaven, segurament no podia imaginar l'abast del fenomen i les múltiples facetes que podia adoptar. Un mitjà de defensa extremadament eficaç per als grups que ho poden fer és el vol ràpid. Doncs bé, un comportament tan important no podia alliberar-se de ser mimetitzat. En efecte, uns corcós (coleòpters) d'Amèrica central tenen una forma i unes marques brillants que els fan molt semblants a unes mosques de vol rapidíssim. Així, tot i ser totalment capturables, dissuadeixen l'atac de molts depredadors perquè aquests saben per experiència que no podrien atrapar les mosques. El mateix fan diverses espècies de papallones mal voladores de Costa Rica, les quals adopten colors, disseny i comportament en repòs semblants a d'altres lepidòpters de vol ràpid.

El mimetisme batesià troba els seus límits en la biogeografia i la dinàmica de les poblacions. Lògicament, la distribució de l'espècie mimètica ha de coincidir (estar inclosa) més o menys amb la de la mimetitzada. També ha de conservar una certa proporció numèri-

ca, en el sentit que ha de ser menys abundant, ja que si no els depredadors tindrien més probabilitat de trobar-se amb la còpia i descobririen l'engany. Finalment, en les espècies que tenen un període de presència (insectes que volen a la primavera o a l'estiu, per exemple), la còpia sol aparèixer més tard que l'original. Tanmateix, aquesta situació general pot trobar-se modificada per diversos factors: que ocupin nínxols ecològics diferents, que tinguin comportaments dissociats en el temps (activitat diürna, crepuscular o nocturna), etc.

5.6. COLOR, EVOLUCIÓ I SISTEMES DE DEFENSA

Amb tot el que s'ha explicat, resulta evident que el color influeix en la supervivència de les espècies. Si l'adopció d'un determinat color significa algun avantatge per als individus, el més probable és que sobrevisqui amb més facilitat. Si l'augment de la supervivència es tradueix en un increment de la seva reproducció, aleshores aquesta coloració se seleccionarà positivament respecte a les altres, és a dir, en la següent generació augmentarà la proporció dels exemplars que tenen aquest nou cromatisme. I si això es manté al llarg del temps, la població o l'espècie globalment canviarà, o sia, haurà evolucionat.

Fixem-nos que perquè hi hagi evolució és imprescindible que s'incrementi la probabilitat de reproduir-se. Si no és així, encara que un canvi impliqui algun avantatge, mai no serà seleccionat. Per això és fàcil de comprendre la importància que té la selecció sexual. Són molt coneguts els casos de selecció dels mascles per part de les femelles. Entre els milers d'exemples hom pot recordar el de les fragates (amb l'enorme pap vermell) i el dels mandrils, en els quals, a més, les coloracions de la cara tenen un valor jeràrquic dins del grup. El rostre del uacaré, el mico sud-americà de cara vermella, és molt acolorit i quan està excitat brilla més. Molts iguànids anolins (llangardaixos) tenen colors aposemàtics a la bossa gular que serveixen, a més de per a la selecció sexual i la jerarquia, per advertir als mascles rivals que el territori està ocupat.

Tots els casos indicats als capítols anteriors demostren clarament la relació que hi ha entre l'evolució i els sistemes de defensa, i en concret que moltes espècies són factor de selecció per a d'altres, ja que s'influencien entre si a base de senyals, cripsis i mimetismes

de diversos tipus, de manera que sovint es pot parlar d'una autèntica coevolució. Com diu el Dr. Ramon Margalef (1981), l'evolució requereix el seu temps. Potser per això els exemples més avançats de coevolució apareixen preferentment en ecosistemes que s'han conservat més o menys invariables durant molt de temps. Així, els casos més sorprenents de crípsis i mimetismes es troben sobretot a les selves tropicals plujoses, als esculls coral·lins i a altres indrets que gairebé no s'han modificat substancialment durant força milions d'anys.

En tots els casos, l'evolució afavoreix un bon sistema de defensa, és a dir, evita l'eliminació d'exemplars, de manera que actua en el sentit d'alentir el flux d'energia d'un graó de la cadena tròfica al següent. A més, en els ecosistemes més antics el nombre d'espècies tendeix a augmentar, a produir organismes molt especialitzats i a generar un gran nombre de relacions complexes entre les espècies. Actualment, algunes d'aquestes relacions són neutres (no aporten cap benefici ni perjudici a les espècies), però persisteixen mentre no impliquin un autèntic inconvenient per a llur supervivència. Una bona comparació d'aquest funcionament és la que fa Cott (1949): una ciutat plena de cotxes en la qual la finalitat no fos aconseguir una major fluïdesa del trànsit, sinó el màxim retard possible de la circulació. L'evolució intentaria «gastar la mínima quantitat de combustible» i, contràriament al que plantegen les fàbriques de vehicles i una certa lògica, acumular més i més cotxes.

Com hem dit, la selecció natural —i per tant l'adaptació— pot actuar a diversos nivells, no solament al d'individu, població i espècie, analitzats aquí. Recordem que no ha quedat mai demostrat, tot i que s'ha proposat per alguns autors, que actuï en nivells superiors. De fet, ja hem tractat la polèmica de la selecció de grups. Sí considerem establert que ho poden fer en els nivells inferiors a l'individual (Dawkins, 1989), però això escapa a les intencions del present article.

En qualsevol cas, la relació entre evolució i sistemes de defensa —exemplaritzada en el mimetisme batesià— ja fou analitzada de manera força precisa per Charles Darwin (1859) en el seu llibre *L'origen de les espècies*, concretament al capítol «Similituds analògiques». Hi cita el cas dels lepidòpters nimfàlids itomins, que presenten toxicitat i són mimetitzats per altres papallones inofensives i comestibles del gènere *Leptalis*, que es barregen en els eixams de les primeres. A vegades, la similitud és tan gran, que costa de distingir

l'espècie mimetitzada de la mimètica, fins i tot en estudi i quan es tracta de diferent família. Probablement, entre els lepidòpters es distingeixen més fàcilment gràcies als colors ultraviolats que nosaltres no veiem. El mateix Darwin assenyalava la dificultat que tenia Henry W. Bates, després d'estar anys a l'Amazònia, per a discernir en el camp entre l'original i la còpia.

5.7. MITE I REALITAT

Amb totes aquestes explicacions, però, pot passar que quan veiem una semblança clara entre dues espècies, de seguida pensem en sistemes de defensa i mimetismes, i no sempre és així. A vegades, l'eficiència d'algunes estratègies és, com a mínim, dubtosa. Per exemple, l'eruga del notodòntid català, *Stauropus fagi* (fotogr. 8), té un color críptic evident, però ja no és tan segur que l'aspecte realment estrany que té espanti els seus depredadors. Un altre cas és el de la crisàlide d'un licènid de les pluvisilves americanes, *Spalgis lemolea*: es col·loca a la part superior d'una fulla de tal manera, que de lluny simula els excrements d'un ocell. Només aquest aspecte, no pas atractiu per a ésser ingerit, ja dissuadeix molts depredadors. Fins aquí correcte, però resulta que, vista de prop, la crisàlide en qüestió recorda estranyament la cara d'un mico. Per a alguns, això podria tenir valor defensiu. Nosaltres preferim pensar que, en tot cas, es tracta simplement d'un efecte sorpresa com succeeix amb tants altres patrons de coloració. Quelcom semblant passa amb una papallona nocturna present a tots els Països Catalans: l'*Acherontia atropos*. Té diversos noms vulgars: *cap de mort*, *esfinx de la calavera*, *papallona de la mort*, etc., els quals ja fan intuir quin dibuix té a la part dorsal del tòrax: una calavera groguenca sobre fons negre. Certes interpretacions que li atribueixen capacitat espasmodica són ingènues, subjectives i antropocèntriques, car cap animal, a part de l'home, pot espantar-se amb la visió del símbol dels pirates. I sí espantava l'home, ja que a l'edat mitjana l'entrada d'aquest esfíngid a una església era auguri de mals presagis. Aquesta creença es veia reforçada pel fet que, quan se l'agafa, emet un xiulet esgarriatós «com d'ultratumba».

Un altre error freqüent consisteix a confondre els mimetismes amb les convergències evolutives. Millor encara que amb el cas abans citat de la boa i la pitó verdes, que estan molt allunyades geo-

gràficament, aquesta diferència s'il·lustra amb l'exemple de la papallona borinot (esfíngid d'activitat diürna) i els colibrís (troquí-lids), els quals viuen en els mateixos indrets. Realment ambdós grups d'animals presenten una morfologia i un comportament molt semblants. A més, els dos utilitzen els mateixos recursos trò-fics i tenen el mateix tipus de vol: l'anomenat *vibrat* o *estacionari*, el qual és molt rar tant entre els lepidòpters com entre els ocells. Aquest sistema de volar els permet quedar-se quiets en l'aire com els helicòpters i així poden alimentar-se del nèctar de moltes flors que són inaccessibles per a gran quantitat d'insectes, perquè es do-bleguen quan un pes petit se'ls col·loca al damunt. Tanmateix, totes aquestes similituds són coincidències, les quals, per moltes que si-guin, no fan que hi hagi mimetisme de l'un respecte a l'altre. I no n'hi ha perquè la convergència evolutiva precisament consisteix en el fet que cada espècie ha evolucionat per la seva banda sense co-piar-se mútuament, entre altres coses perquè no n'haguessin tret cap avantatge. Es tracta, senzillament, que, en ocupar un mateix nínxol ecològic, és lògic que hagin adoptat morfologies i compor-taments semblants; això sí, a vegades massa!

BIBLIOGRAFIA

- AYENSU, E. S. [ed.] (1980). *The life and misteries of the jungle*. Washington, DC: Smithsonian Institution; Nova York: Cres-cent Books; Marshall Editions Limited. 200 p.
- ARAÚJO, J. (1987). «Conducta amorosa». A: *El reto de la vida: En-ciclopedia Salvat del comportamiento animal*. Barcelona: Salvat Editores. 103 p.
- ARNOLD, E. N.; BURTON, J. A. (1982). *Guía de Campo de los Rep-tiles y Anfibios de Europa*. Barcelona: Omega. 276 p.
- BATES, H. W. (1863). *El naturalista por el Amazonas*. Laertes, 1985.
- BEHLER, J. L.; KING, F. W. (1985). *The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles & Amphibians*. Nova York: Alfred A. Knopf. 743 p.
- BREWER, J. (1978). *Butterflies*. Nova York: Harry N. Abrams.
- COLLINS, M. [ed.] (1991). *Las últimas selvas tropicales del mundo*. Barcelona: Folio. 200 p.
- CORDERO, A. (1999). «Adaptación, selección natural y la falacia de «la supervivencia de la especie»». *Bol. S. E. A.*, 26, p. 613-617.

- COTT, H. B. (1949). *Adaptative coloration in animals*. Londres: Methuen & Co. [Reimpressió, 1966]
- DARWIN, C. (1859). *The Origin of Species*. Vegeu versió de Leakey.
- DAWKINS, R. (1989). *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press.
- DOMÍNGUEZ, M. (1990). «La coloración de los insectos». *La Vanguardia: Ciencia y Tecnología* [Barcelona], 30 de juny.
- FERRER, J. A.; MARTINS, A.; PIJOAN, M. [et al.], (1988). *Historia Natural Océano*. Barcelona: Océano.
- FOY, S. [et al.] (1982). *The Grand Design, form and colour in animals*. Nova Jersey: Prentice-Hall: Englewood Cliffs.
- GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. C. (1979). «The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme». *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 205, p. 581-598.
- GOULD, S. J.; VRBA, E. S. (1982). «Exaptation, a missing term in the science». *Paleobiology*, 8, p. 4-15.
- HAWLEY, A. H. (1991). *Teoría de la ecología humana*. Madrid: Tecnos. 198 p.
- KLAUSNITZER, B. (1983). *Beetles*. Nova York: Exeter Books (Simon & Schuster).
- LEAKEY, R. E. (1983). Versió abreujada de DARWIN, Charles. *El origen de las especies*. Barcelona: Ediciones del Serbal. 304 p. [4a reimpressió, 1994.]
- MARDEN, J. H. (1992). «Newton's second law of butterflies». *Natural History*, 1/92.
- MARGALEF, R. (1981). *Ecología*. Barcelona: Planeta. 253 p.
- (1992). *Ecología*. 5a edició. Barcelona: Omega. 960 p.
- MASÓ, A. (1997). *Kalahari. El desierto rojo*. Barcelona: Àmbit. 144 p.
- (1998). «Patrones de coloración en las mariposas». *Mundo Científico (la Recherche)* [Barcelona], 188, p. 52- 55.
- MASÓ, A.; PÉREZ, J. J.; VALLHONRAT, F. (1985). *La vida de les papallones, iniciació a la biologia dels lepidòpters*. Barcelona: Ketres Editora. 316 p. (Col·lecció Ventall).
- MASÓ, A.; PIJOAN, M. (1997). *Observar mariposas*. Barcelona: Planeta. 320 p.
- MERTENS, R. (1959). *La vie des amphibiens et reptiles*. París: Horizons de France. (La Nature vivante).
- NÖLLERT, A.; NÖLLERT, C. (1995). *Los anfibios de Europa*. Barcelona: Omega. 399 p.

- ODUM, E. P. (1992). «Great ideas in ecology for the 1990s». *BioScience*, 42, p. 542-545.
- VANE-WRIGHT, R. I.; ACKERY, P. R. (1984). *The Biology of Butterflies*. Londres: Academic Press: Harcourt Brace Jovanovich.
- VILLEGAS, B.; URIBE, C. [ed.] (1990). *La selva húmeda de Colombia*. Bogotá: Villegas. 198 p.
- WALDBAUER, G. P. (1988). «Aposematism and Batesian mimicry. Measuring mimetic advantage in natural habitats». *Evol. Biol.*, 22, p. 227-259.
- WALLACE, A. R. (1869). *Viaje al archipiélago malayo*. Laertes. [Reimpresió de 1984].
- WIKLUND, C.; JARVI, T. (1982). «Survival of distasteful insects after being attacked by naive birds: a reappraisal of the theory of aposematic coloration evolving through individual selection». *Evolution*, 36, p. 998-1002.
- WILSON, E. O. (1992). *The Diversity of Life*. Harvard University Press. 496 p.



FOTOGRAFIA 1. El camaleó és el símbol del camuflatge i del canvi cromàtic. A la fotografia, *Chamaeleo parsoni*, el camaleó gegant, endèmic de Madagascar, que pot assolir mig metre de longitud. (Fotografia: Albert Masó i Elizabeth Gallo)



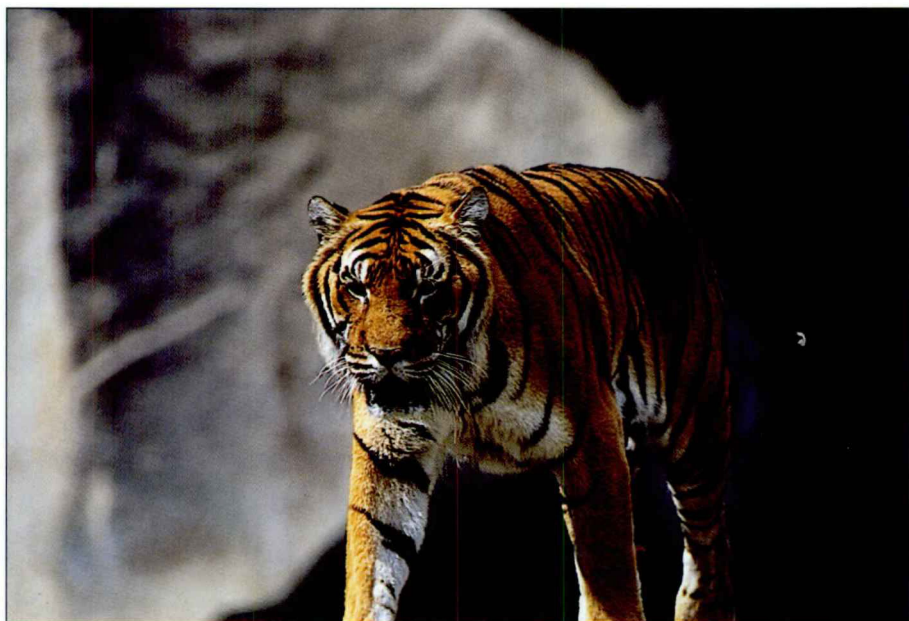
FOTOGRAFIA 2. Eruga del satúrnid ibèric *Graellsia isabelae* (Josep Ylla), que presenta homocromia amb les fulles del pi roig on viu. (Fotografia: Albert Masó)



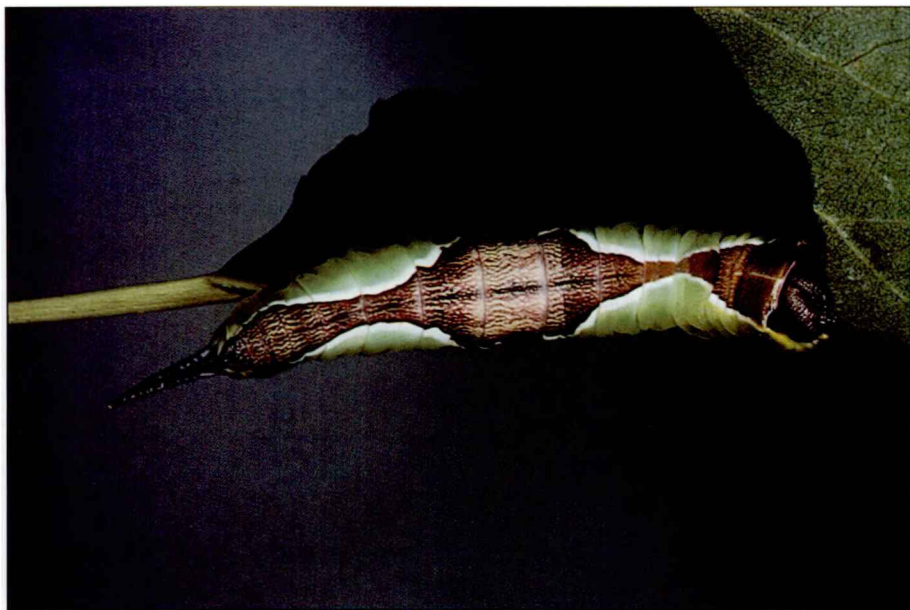
FOTOGRAFIA 3. Imago del lasiocàmpid ibèric *Gastropacha quercifolia* (Pere Ribas leg.), que presenta homomorfia amb les fulles de roure, com el seu nom indica, per la qual cosa incrementa la semblança amb la disposició de les ales, que simulen un pilonet de fulles. (Fotografia: Albert Masó)



FOTOGRAFIA 4. Cripsis i defensa. En els ropalòcers (diürns) (*Vanessa atalanta*, esquerra), la part més acolorida és l'anvers de les ales anteriors. Això permet el reconeixement i la comunicació entre individus. La zona més críptica és el revers de les ales posteriors (al mig), l'única visible en posició de repòs (a baix). En moltes espècies nocturnes (*Smerinthus ocellata*, dreta), que pleguen les ales horitzontalment, la part més aposemàtica és l'anvers de les ales posteriors, que mostren per espantar l'agressor (al mig). L'anvers de les anteriors és el més críptic i cobreix les posteriors en posició de repòs (a baix). (Fotografia: Albert Masó)



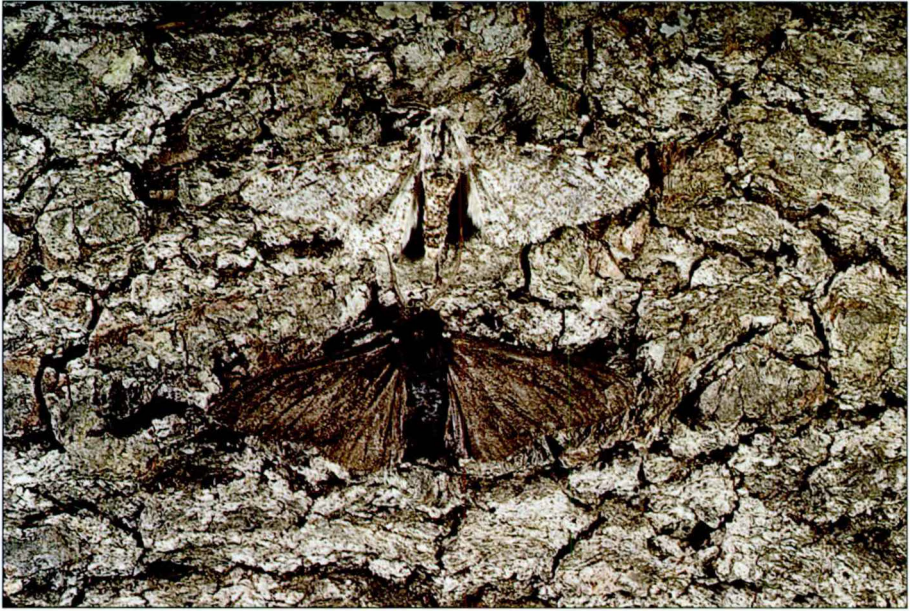
FOTOGRAFIES 5 I 6. El disseny disruptiu és la coloració críptica que trenca la silueta per tal de dificultar la localització de l'animal, cosa que utilitzen tant les preses (zebra comú, *Equus burchelli*), com els depredadors (tigre, *Panthera tigris*). (Fotografies: Albert Masó i Elizabeth Gallo)



FOTOGRAFIA 7. Els dibuixos disruptius són presents en tot tipus d'animals, com ara en les erugues del notodòntid ibèric *Cerura vinula* (Lluís Simó leg.), que dificulten així la localització per part dels depredadors (per exemple, els ocells) mentre resten amagades entre la fullaraca dels arbres. (Fotografia: Albert Masó)



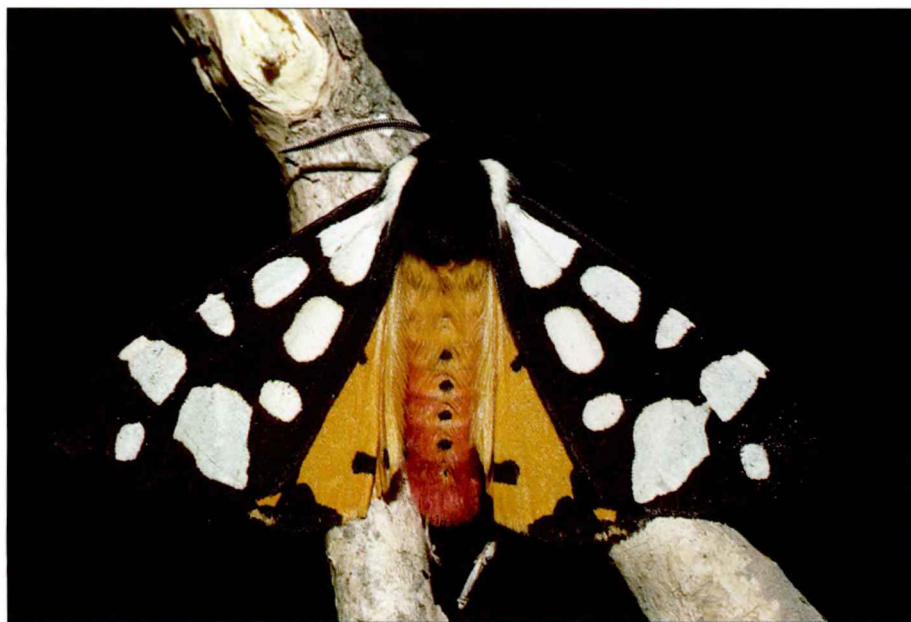
FOTOGRAFIA 8. L'eruga del notodòntid ibèric *Stauropus fagi* (Jordi Martín i Emese Borsiczky leg.) té una coloració eminentment críptica, l'eficiència de la qual s'accentua amb les postures que adopta. El que ja no sembla tan segur és que el seu aspecte (realment estrany i fins i tot espantador per a nosaltres) espanti els seus depredadors, com algunes vegades s'ha suggerit. (Fotografia: Albert Masó)



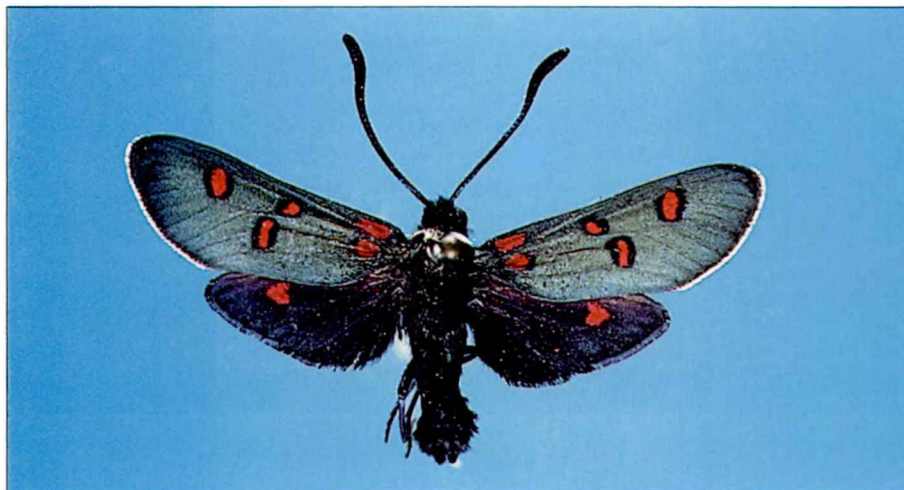
FOTOGRAFIA 9. Molts geomètrids presenten un disseny ple de punts i ratlles que incrementen la seva confusió amb el substrat. L'espècie fotografiada, *Biston betularia* (José Luis Yela leg.), a més, ha protagonitzat el «melanisme industrial», és a dir, el pas de la forma blanca (originalment críptica) a la negra en les zones contaminades, degut a l'enfosquiment dels arbres. (Fotografia: Albert Masó)



FOTOGRAFIA 10. Un cas de coloració «absolutament» aposemàtica és la dels mantèlids, les granotes verinoses de Madagascar, com aquesta *Mantella aurantiaca*. (Fotografia: Albert Masó i Elizabeth Gallo)



FOTOGRAFIES 11 i 12. La viva coloració dels nimfalids heliconins americans (a dalt) i d'alguns àrtids ibèrics com l'*Arctia villica*, a baix (Josep Cuello leg.) és premonitòria de llur toxicitat. (Fotografies: Albert Masó)



FOTOGRAFIES 13, 14 i 15. Els zigènids són un exemple claríssim de patrons de coloració determinats pel mimetisme mullerià. A les fotografies, les espècies ibèriques *Zygaena purpuralis* (a dalt) (Julian Best leg.), *Z. rhadamanthus* (al mig) i *Z. lavandulae* (a baix). (Fotografies: Albert Masó i Elizabeth Gallo)



FOTOGRAFIA 16. El lepidòpter ibèric *Sesia apiformis* (Joaquim Vilarrúbia leg.) ha perdut el seu aspecte de papallona; per això és un bon exemple de mimetisme batesià amb els himenòpters. (Fotografia: Albert Masó)



FOTOGRAFIA 17. Possible mimetisme entre espècies ibèriques d'ordres diferents: l'himenòpter cimbicid *Cimbex quadrimaculata* (a dalt), el dípter sírfid *Volucella zonaria* (al mig) i el lepidòpter sèsid *Sesia apiformis* (a baix). L'únic que presenta perillositat és l'himenòpter; els altres són del tot inofensius i s'aprofiten del respecte que tenen els depredadors per aquests dissenys. (Fotografia: Albert Masó)