

Irakasleentzako gida



DINOSAUROAK GURE ARTEAN

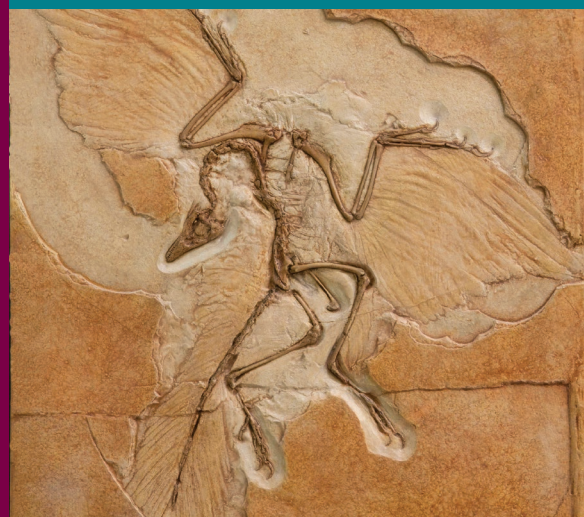


LIBURUXKA HONETAN

- Deskribapen orokorra
- Bisita nola prestatu
- Glosarioa
- Galdera garrantzitsuak
- Zer ikas dezakete ikasleek

ONLINE

- Zientzia- eta alfabetatze-jarduerak
- Baliabide gehigarriak



DESKRIBAPEN OROKORRA

2023ko urriaren 6tik azaroaren 25era, Nafarroako Unibertsitateko Zientzia Museoak ekarriko du Espainiara «Dinosauroak gure artean» erakusketa.

Hegazti modernoek eta 170 milioi urtez planeta menderatu zuten dinosauroen arteko lotura ebolutibo etengabea azalduko du erakusketak, **euskaraz** eta **gaztelaniaz**. Panelek paleoartistek koloretan eta eskala handian sortutako irudiak erakutsiko ditu, bizitza errealean desagertutako dinosauroen espezieak nola ikusiko ziren erakusten dituztenak.

«Dinosauroak gure artean» New Yorkeko American Natural History Museum-ek antolatu du NorthMuseum of Nature and Science (Estatu Batuak), Philip J. Currie Museum (Kanada), Nafarroako Unibertsitateko Zientzia Museoa (Espainia) eta Universum Museo de Ciencias UNAM (Mexiko) erakundeek laguntzarekin.

Erakusketa honek Nafarroako Unibertsitateko Zientzia Museoak 2023ko udazkenerako antolatutako programazio zabalago baten hari komun gisa balio du, hainbat mailako elkarrizketa zientifikoa sustatzeko helburuarekin.

1. Sarrera



2. Habiak, arrautzak eta kumeak



3. Hezurrak, mokoak eta atzaparrak



4.1. Lumak eta hegaldia (1)



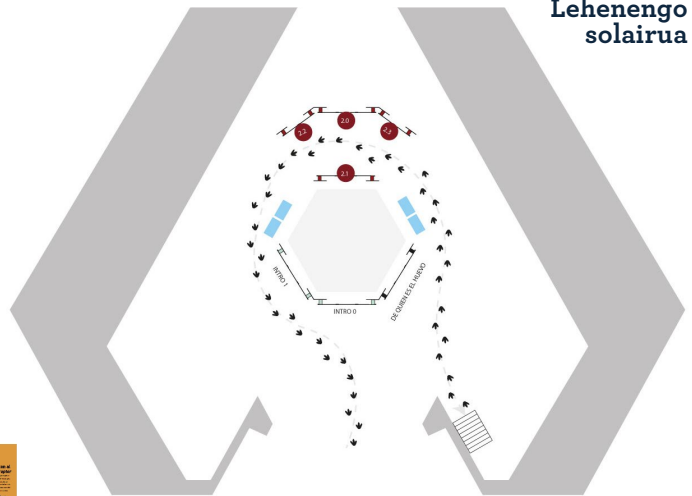
4.2. Lumak eta hegaldia (2)



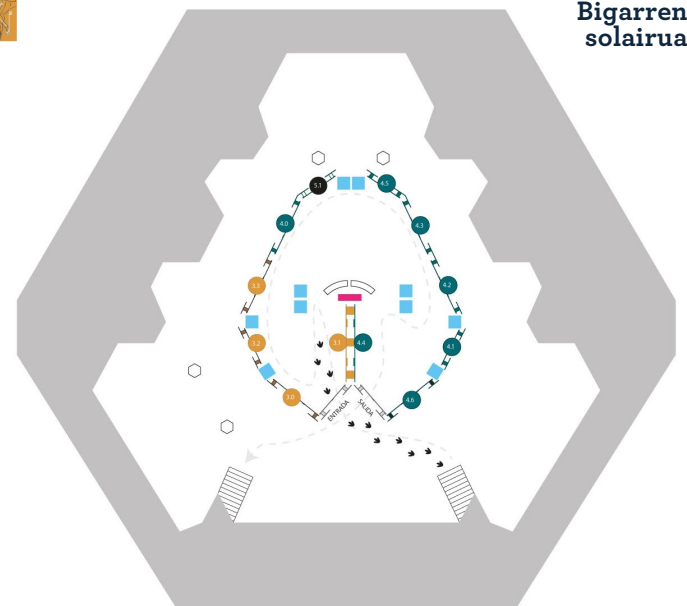
5. Epilogo



Lehenengo solairua



Bigarren solairua



NOLA PRESTATU BISITA

Nola prestatu bisita

Nafarroako Unibertsitatearen Zientzien Museok prestakuntza eta jarduera programa bat prestatu du irakasleentzat, bisitari ahalik eta etekinik handiena ikasleekin ateratzeko.

1. Irakasleentzako tailerra profesionalekin:

- paleontologo bat.
- geologian aditu bat
- eboluzioan aditu bat.

Tailerra aurrez aurre eta *online* ere emango da.

2. Bisita (urriaren 6tik aurrera). Ezinbestekoa da aldeaz aurretik izena ematea.

- Eskola bisiten ordutegia: 9-11 eta 11-13 (astelehenetik ostiralera)
- 60 ikasleko taldeak gehienez.
- 20 ikasle taldeko irakasle arduradun bat.
- Arreta ikasleen behar bereziei.

3. Bisitaldiko tailerrak:

- Hezkuntza-premia bereziak dituzten pertsonen egokitutako tailerra.
- Paleontologia tailerra.
- 3D betaurrekoak (talde txikiak).

4. Horrez gain, Natur Historiaren Amerikar Museok material didaktikoa jartzen du ikastetxeen eskura, irakasleek bisita aldeaz aurretik presta dezaten ikasleekin: <https://www.amnh.org/exhibitions/dinosaurs-among-us/educator-resources>

Informazio gehiago eta izen ematea:

museociencias@unav.es
museodeciencias.unav.edu

Glosarioa

txitatu: arrautzen gainean pausatu, jaio arte

tomografia konputarizatua (TK): hiru dimentsioko irudi bat sortzen duen X izpi ugari eskaneatzeko prozesua

barne-moldea: objektu huts baten barruko moldea edo inprimaketa

bizirik dagoena: oraindik existitzen dena; ez da desagertu

fosilak: antzinako organismoen aztarnak, hala nola hortzak, hezurak, zura edo txirlak, edo jardueren frogak, hala nola aztarnak eta gordelekuak

primitiboa: jatorrizkoa; antzinakoa. Jatorrizko ezaugarriak ezaugarri aurreratuak baino lehen ematen dira, eta horiek aldatuagoak daude eta jatorrizko baldintzetatik desberdinagoak dira.

teropodo: dinosauro haragijale, hankabiko eta azkarrez osatutako talde anitza. Hegaztiak teropodoak dira.

Zer da hautespen naturala?

Espezieak dibertsifikatu egiten dira denborarekin, eta prozesu horri “eboluzioa” esaten zaio. Hau erregistro fosiletan aurkitzen ditugun frogetatik dakigu. Denborarekin, organismo batean metatutako mutazioek belaunaldiz belaunaldi heredatzen diren ezaugarri berriak sor ditzakete. Batzuek, hala nola beroa mantentzeko luma leunak edo abiadura eta erresistentzia handitzeko jarrera tenteak, ingurune aldakor batean bizirauten laguntzen diete banakoei. Ezaugarri onuragarriak edo egokituak dituzten banakoek ondorengo gehiago izango dituzte, harik eta espezieko kide gehienek edo guztiek ezaugarri horiek eduki arte. Prozesu horri hautespen naturala deitzen zaio, eta eboluzio-mekanismo garrantzitsua da.

KREDITUAK

ARGAZKIEN KREDITUAK: Cover: Taiwan, *Gigantoraptor* and *Confuciusornis* illustrations, by Zhao Chuang; Courtesy of Peking Natural Science Organization; *Archaeopteryx* fossil, © AMNH/C.Chesek; Weaverbird, © J&C Sohns/AGE Fotostock. **Essential Questions:** *Xiaotingia* illustration, by Zhao Chuang; Courtesy of Peking Natural Science Organization; cladogram, © AMNH/M.Ellison; *Archaeopteryx* CT scan. **Teaching in the Exhibition:** model of *Citipati* nest, © AMNH/R.Mickens; “Baby Louie” fossil, © AMNH/C.Mehling; *Khaan mckennai* fossils, © AMNH/M.Ellison; *Psittacosaurus* feather fibers, © Gerald Mayr/Senckenberg Research Institute Frankfurt; *Microraptor* illustration, by Zhao Chuang, Courtesy of Peking Natural Science Organization; symmetrical and asymmetrical feathers, © AMNH; Bird wing illustration, © Farish A. Jenkins Jr.; hummingbird image, © Glenn Bartley/Minden Pictures; Southern Screamer, Rod Williams/Alamy; **Back Cover:** feathers, © CSP/AGE Fotostock.

PATROCINADORES PARA LA EXPOSICIÓN EN NAVARRA



COLABORA

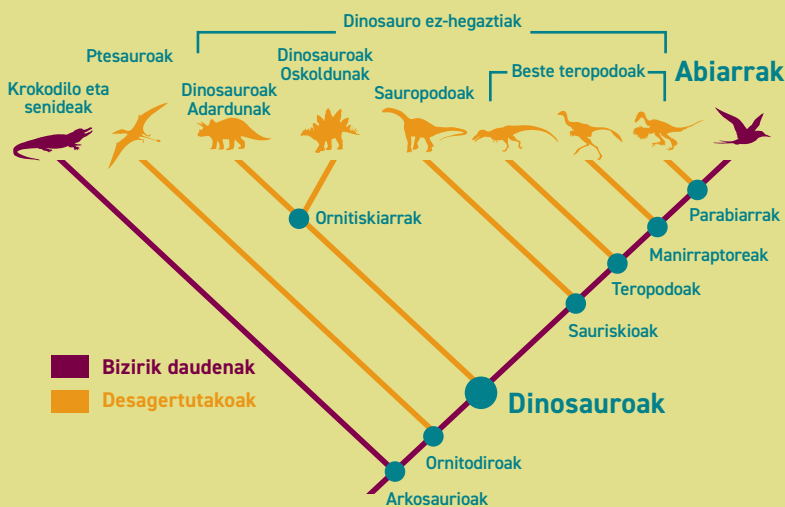


Galdera garrantzitsuak



Zer dira dinosauroak?

Dinosauroak kolibrietatik ostruketara doazen hegazti eta *T. rex* eta *Stegosaurus* bezalako dinosauro ez-hegaztien animalia talde bat dira. Dinosauro gehienak beste animalia guztietatik bereizten dituen ezaugarrietako bat aldakaren hezurrean daukaten zulo bat da, zutik egoteko aukera ematen diena, hegaztien ahaiderik hurbilenak diren krokodilei ez bezala.



Dinosauria taldeak desagertutako dinosauroak eta haien ondorengo bizidun guztiak biltzen ditu. Taldeko kide guztiak, bizirik dauden hegaztiak barne, lehen dinosaurotik datoz: beraien arbaso komuna. Horregatik hegaztiak dinosauro moduko bat dira (gizakiak primate espezie bat diren bezala).

Ezagutzen den dinosaurorik zaharrena duela 228 milioi urte baino gehiago agertu zen. Dinosauroek eboluzionatu zuten eta ezaugarri fisiko ugari zituzten animalien talde oso anitz bat bihurtu ziren. Baziren dinosauro txiki, haragijale eta lumadunak, Xiaotingia bezala, eta dinosauro handi eta belarjaleak, titanosauroak bezala. Lehen hegaztia, dinosauro teropodo espezie bat, Aro Jurasikoan agertu zen (duela 150 milioi urte inguru). Hau da hegazti guztien arbaso komuna. Agian gaur egun bizirik dauden 18.000 espezierekin, hegaztiak, bizirik dauden dinosauro bakarrak, kontinente guztietan bizi dira eta ia nitxo ekologiko guztiak okupatzen dituzte.

Zein da hegaztiak dinosauroak direnaren frogak?

Hegaztiak dinosauro ez-hegaztien fosiletan ikusten diren ezaugarriak eta portaerak dituzte:

- **Lumak:** Hegaztiak dira lumak dituzten animalia bizi bakarrak, eta horiek hegan egiteko berariaz eboluzionatu zutela uste zen.

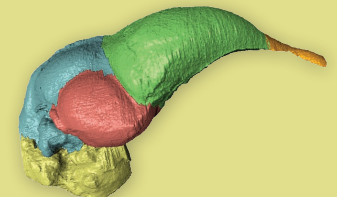
Dinosauro lumadun eta ez-hegaztien aurkikuntza geroz eta ugariagoek teoria hori ezeztatu zuten. Lumek, hegan egiteko aukera emateaz gain, funtzio asko betetzen dituzte, hala nola, lokomozioa, isolamendua, babesa eta erakusketa.

- **Habiak eta arrautzak:** Habiak eraikitzea, arrautzen errunaldia eta txitatzea hegaztien ezaugarri nagusitzat jotzen dira, baina jokabide horiek dinosauro ez-hegaztien taldeetan ikusi dira. Ondo kontserbatutako fosil batzuek, adibidez, *Citipati* dinosauro ez-hegaztiak, erakusten dute ia hegazti bizi guztiek duten portaera bera zuela (gurasoen zaintza).

- **Barne-organoak:** Ehun bigunak, hala nola garunak, ia inoiz ez dira fosilean kontserbatzen, baina batzuetan aztarnak kontserbatzen dira. Hegaztiekin zerikusia zuten dinosauro ez-hegaztiak kaskezur osoa hartzen zuten garun bereziki handiak zituzten, eta kaskezuraren barruan uzten zuten beren marka. Zientzialariek kaskezur fosilen eskaneatze digitalak erabiltzen dituzte dinosauroen burmuinen tamaina eta forma zehazteko. Kaskezur horiek aztarna garrantzitsuak dituzte animalia horiek munduan nola bizi ziren jakiteko. Zientzialariek aurkikuntza horiek hegazti bizi burmuinekin alderatu zituztenean, antzekotasun harrigarriak eta desberdintasun interesgarriak aurkitu zituzten.

Zenbat eta gehiago konparatu hegaztiak beren dinosauro ahaide ez-hegaztiekin, orduan eta lotura gehiago aurkitzen ditugu.

Zientzialariek dinosauroen kaskezurretako tomografia konputarizatuak (TK) erabiltzen dituzte barnealdeak 3Dn zehatz-mehatz berreraikitze. Hemen *Archaeopteryx* antzinako hegaztiaren kaskezuraren barruko espazioa ikusten da.



Nola berreraikitzen dute zientzialariek dinosauroen bilakaeraren historia?

Lurreko bizitzaren historia ulertzeko, zientzialariek espezie biziak eta desagertuak aztertzen dituzte. Antzinako bizitzari buruz ikasteko, zientzialariek fosilak bildu eta aztertzen dituzte. Hegazti biziak eta haien ahaide narrastiek, beraien anatomia, genetika eta portaera ere aztertzen dituzte, elkarrekin nola erlazionatzen diren ulertzeko. Prozesu hori (biologia konparatiboa) ikuspegi boteretsua da bilakaeraren historia ulertzeko. Zientzialariek proba horiek guztiak antolatu eta interpretatzen dituzte dinosauroek, hegaztiak barne, bizitzaren zehazteko duten lekua zehazteko.

Zer ikas dezakete zure ikasleek

1. Dinosaurioak gure artean sarrera

1a-c. Dinosaurioak gure artean:

Izenburu grafikoa eta sarrera: Erakusketaren atal honetan dinosauro talde bat nola eboluzionatu zuen aztertzen da, “hegazti” izeneko animalia bihurtu arte. Ikasleek atal honen sarrera ikusten dutenean, dinosaurioek denboran zehar izan duten eraldaketari buruzko irudikapen animatua eta informazioa ikusi ahal izango dute.

2. Habiak, arrautzak eta kumeak

2a, c. *Citipatiaren sarrera:* Obiraptorido helduek, beraien arrautza eta kumeak barne, hegazti modernoan antz handia dute habiak zaintzen dituztenean. Ikasleei adierazi Mongoliako Gobi basamortuan aurkitu zen “Big Mama” izeneko molde fosil harrigarria azter dezatela. Hau bezalako fosilek esaten digute ez bakarrik nolakoak ziren jada desagertuta dauden izaki horiek, baizik eta nola jokatzeko zuten. Ezaugarri fisikoak bezala, portaerak ere jatorri komun baten zantzuak dira.



Ikasleei adierazi arrautzak txitatzen dituen *Citipatiaren* molde fosila hegazti modernoan habia-portaerakin konparatzeko.

Citipatiaren habia

2b,d. Arrautzak: Arrautza iragazgaitzek bizitza uretatik lurrera pasatzea ahalbidetu zuten. Oskolak elikagaiak eta ura edukitzeko bezain solidoak ziren, baina oxigenoa sartzen uzteko eta karbono dioxidoa ateratzen uzteko bezain porotsuak. Horri esker, garatzen ari zen enbrioiak “arnasa” hartzen zuen. Ikasleei adierazi lurreko arrautza mota desberdinak aztertzeke.

Ziurtatu “Baby Louie” irudia aztertzen dutela, oso ohikoa ez den obiraptorido enbrioi baten fosil bat. Ikasleek ikas dezakete, halaber, espezie desberdinetako emeek arrautzak nola erruten zituzten hegazti modernoan modu desberdin batean.



“Baby Louie”-aren fosila

3. Hezurak, mokoak eta atzaparrak

3a. *Khaan mckennai* atalera sarrera: Bi fosil horiek paleontologoek “Sid and Nancy” izenez ezagutzen dituzte, eta ondo kontserbatutako hezurdurak dituzte. Bi dinosauro horiek lurperatuta geratu ziren duela 75 bat milioi urte hondarrezko duna bat haien gainera erori zenean. Ikasleei adierazi oso gertutik beha ditzatela hegaztiakin partekatzen dituzten ezaugarrien bila, adibidez, espoletaren bila.



Estos animales pertenecen al grupo conocido como ovirraptoridos: dinosaurios bastante pequeños, parecidos a aves, con picos sin dientes y cráneos llenos de bolsas de aire. Incluso se han encontrado algunos posados sobre huevos, una postura típica de las aves modernas.

3b. Hezur hutsak, espoletak eta hazkunde eraztunak:

Hegaztiak espoletak eta hezur hutsak dituzte, eta horrek hegan egiteko aukera ematen die. Dinosauro ez-hegazti askok ezaugarri horiek dituzte, baina ez dute inoiz hegan egin. Aurkikuntza horiek adierazten dute hegan egiten laguntzen duten egiturak ez zirela berariaz horretarako eboluzionatu. Ikasleei adierazi hezur horiek aztertzeke eta mikroskopio digital bat erabiltzeke, hezur solido eta hutsak alderatu eta kontrastatzeko.

3c. Garun handiagoak: Ehun biguna ez da fosiltzen, eta, beraz, zientzialariek kaskezurrak aztertzen dituzte desagertutako animalien garunen ezaugarriak ondorioztatzeko. Ikasleei adierazi Alioramusaren barne-moldea behatzeko, dinosauro ez-hegaztien eta hegaztien burmuinen artean zer antzekotasun eta desberdintasun aurkitzen dituzten ikus dezaten.

3d. Ezohiko antza, *Velociraptor*: Dinosauro ez-hegazti eta hegaztien arteko antzekotasunak bereziki deigarriak dira hanka, oin eta atzaparrei dagokienez. Ikasleei adierazi ezaugarri horiek eredu eta molde fosiletan erka ditzatela, eta pentsa dezatela nola erabiltzen zituzten eta zergatik duten antza.

3e. “Dinosaurioetatik hegaztietara” bideoa: Ikasleei adierazi AMNHko zientzialariek nola azaltzen duten desagertutako dinosaurioen eta hegazti modernoan ezaugarri fisikoak eta partekatutako portaerak nola laguntzen dieten ikertzaileei konexioak egiten eta komunean duten jatorriari buruz ikasten.

Zer ikas dezakete zure ikasleek

4. Lumak eta hegaldia

4a. *Yutyrannus atalera sarrera*: Lumak kolore, tamaina, diseinu eta forma desberdinetakoak dira eta funtzio desberdin asko betetzen dituzte: hegan egitea bat besterik ez da. Ikasleei adierazi hegazti modernoak eta fosilen lumen ezaugarri desberdinak alderatu eta kontrastatzeko, *Yutyrannus huai*aren ilustrazio moderno bat ikusten duten bitartean. Irudi horrek, mandarinez eta latinez, “tirano lumatu ederra” esan nahi du.

4b. Luma fantastikoak: Dinosaurio espezie askok lumak zituzten eta batzuek ezaugarri primitibo ezohikoak zituzten. Ikasleek dinosaurioen zuhaitz genealogikoaren adar desberdinetako dinosaurio lumadun motak ezagutu ditzakete.

4c. Lumak fosiletan.

***Psittacosaurus*,
Archaeopteryx, *Caudipteryx*:**

Zientzialariek desagertutako dinosaurioen luma fosilak aztertzen dituzte dinosaurio ez-hegaztietatik hegaztiatarako trantsizioa ulertzeko. Ikasleei adierazi fosila eta moldeak aztertzeke luma-aztarnen bila.



Zientzialariek *Psittacosaurus*aren isatsetik zabaltzen ziren zuntz luma-dunak identifikatu zituzten.

4d. Benetako koloreak,

***Anchiornis*:** Zientzialariek zenbait luma fosiletan egitura mikroskopikoak eta pigmentuen arrastoak erabiltzen dituzte antzinako hegaztien lumen koloreak zehazteko. Ikasleei adierazi luma fosilen kolorea ikertzeko metodo horiei buruz irakurtzeko.

**4e. Airatzen, *Microraptor*,
Confuciusornis:**

Animalia hauek antzinako hegazti batetik hasi eta aireko lokomozioaren bat izan zezaketen dinosaurio ez-hegazti lumatuataraino doaz. Lumen eboluzioa hasiera baino ez zen izan: urtetan, gorputzak hobeto egokitu ziren airean mugitzeko. Une horretan, ikasleek luma fosilen irudiak ikusi eta dinosaurioek lumak mugitzeko erabiltzen zituzten moduei buruz ikasi ahal izango dute.



Microraptor irudiak

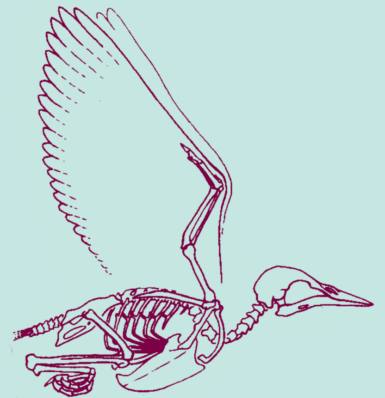
Luma sinple eta simetrikoek eboluzionatu egin zuten dinosaurioek hegan egin aurretik. *Microraptor* airean mugitzeko berariaz egokituak dauden luma asimetrikoekin aurkitutako lehen dinosaurioa da.



simetrikoa asimetrikoa

4f. Hegazti modernoak: Hegazti modernoek gutxienez 70 milioi urte daramatzate zeruan. Hegaz egin ahal izateko egokitzapen guztiak zituzten, hala nola, tamaina handiko hegalkak, hegal-mugimendu asko ahalbidetzen dituzten sorbaldak eta elementu eskeletiko fusionatuak. Ikasleei adierazi hegazti fosilen irudiak azter ditzatela eta “moderno” bilakatzen dituzten ezaugarriei buruz eztabaida dezatela.

Hegazti aurreratuetan, sorbaldako artikulazioa gorantz biratu daiteke, eta, horri esker, hegalkak ia 180 graduko arkuan hegatuta ditzakete.



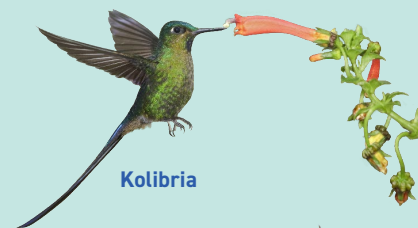
4g. Zer da hegazti bat? Klatugrama:

Ikasleei adierazi hemen erakusten den hegazti-barietatea aztertzeke, bai eta klatugrama aztertzeke ere (“hegan egin al zezakeen?” ilustraziotik gertu). Horrek erakusten du gaur egun zientzialari gehienek nola definitzen dituzten hegaztiak, ez beren ezaugarriengatik, baizik eta jatorri amankomun eta eboluzio-harremanengatik.

5. Dinosaurioen aro berria

5a-b. Epilogoaren izenburuaren grafikoak eta dinosaurioen aro berri bat:

Azken 65 milioi urteetan hegaztien dibertsifikazio ikaragarria eman da; gaur egun, agian, 18.000 bat espezie egon daitezke. Atal honetan, ikasleek ezaugarri eta trazu bereziak dituzten hainbat hegazti mota moderno aztertuko dituzte.



Kolibría



Chaja