

## GAIA 8. DIAPSIDOEN LERROA I.

### Kelonioak, Mesozoikoko diapsidoak eta Krokodiloak

#### 28. ANAPSIDOAK: KELONIOAK

\*Ornodunak liburuan 29. Gaia da.

250sp dituen taxoia. Erlazio filogenetikoak ez dira guztiz argiak, eta izaera anapsidoa sekundarioki lortu dutela uste da; hau da, berez diapsidoekin lotzen den taxoia da. Hala ere, posiblea da izaera anapsido hori amnioto goiztiarretan aurkitutako ezaugarri kontserbatua izatea, jatorrizkoa.

Dordokak edo kelonioak (testudines ordena) narrastien ordenatako bat osatzen dute (Sauropsida barruan). Ezaugarri bereizgarri nagusiak gorputz-enbor zabala eta motza dira, baita eskola eta horri fusionaturik dagoen bizkarrezurra ere. Azken ezaugarri horrek ezinezkoa egiten du dordokek kutxa toraziokoaren bolumen aldatzea, eta arnasketa muskulatura abdominalak egingo du (ugaztunen diafragmaren funtzio analogoa betetzen dute muskulu hauek). Ez dute hortzik, horren ordez egitura korneo bat dute, baraila gaineztatzen duena. Ezaugarri nagusiak zerrendatuz:

- Soin enborra eskolaz estalita, ezkutu dorsale bat osatuz, eta azpialdean plastroi bentrala deritzona.
- Barailetan hortzak ez dira ageri, horren ordez plaka korneoak
- Aho-sabai sekundario txiki bat
- Gerriak sahiets-hezurren azpitik
- Birika bereziak, harroak, ondo garatuak (bentilaziorako muskulatura abdominala erabiltzen dute)
- Ezaugarri nahiz fisiologiko bereizgarri gehienak eratorriak dira, beraz ez dute erlazio filogenetikoak ezartzeko informaziorik eskaintzen.

#### Erregistro fosilean

Triasiko berantiarreko eta ertaineko anapsido lehortarrak: *Proganochelys*, *Odontochelys*, *Pappochelys* (semiakuatikoak). Permiar ertainean *Eunotosaurus* aurkitzen da. Fosil hauetan ez dago ezkuterik, sahiets zabalduak alde dorsalean daude, eta ornoak luzatuak daude, hortzak ageri dira (horregatik esan da gorago egungo ezaugarri bereizgarri gehienak eratorriak direla).

#### Kelonioen sailkapena

-*Pleurodira* subordena (50sp, soilik hego hemisferioan, akuatikoak): talde primitiboa dira, burua izkutatzekoan lepoa lateralki tolesten da eskolaren azpian; gerri pelbiarra eskolari itsatsia dago,; orno zerbikaletan apofisi luzeak muskuluen txertapenerako. Bi familia: *Pelomedusidae* eta *Chelidae*

-*Cryptodira* subordena (200sp, bi hemisferiotan eta akuatiko zein urtarak): burua izkutatzekoan hau bertikalki tolesten da "S" forma eginez eta eskolaren baintan gordez; gerri pelbiar askea dute, eta orno zerbikaletan apofisi txikiak.

- Testudinoen taldea: dordoka semiurtar eta lehortar modernoak *Dermatemyidae*, *Chelydae*, *Kinosternidae* eta *Testudinidae* familiak.
- Chelonoideoen taldea: dordoka itsastar handiak; soinadarrak hegats gisa. *Cheloniidae* familia: *Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys*.
- Dermochelyoideoen taldea :oskol korneorik gabe eta oseorik ez; espezie itsastar bakarra, larruzko dordoka. *Dermochelys coriacea*. Itsaso epel guztietan bizi da.
- Carettochelyoideoen taldea: ezkutu korneorik ez; eskola larru koriazeoz estalia; soinadarrak igeriketarako moldatuak; muturrean sudur trompa. Espezie bakarra, *Carettochelys insculpta*, Ginea Berri eta Australiakoa.
- Trionychoideoen taldea: ezkutu korneorik ez, hezurrezko ezkutu murriztua eta ezkutu dorsale eta plastroia ez estuki lotuak; sudur-tronpa. *Trionychidae* familia.

## **Oskola**

Soinenbor osoa aurretik eta atzetik zabaldurik dagoen oskol bereziaz bilduta dago. Honek erabateko eragina dauka animaliaaren lokomozioan eta barne-anatomia osoan. Oskolak bi egitura nagusi ditu: ezkutu dortsala eta plastroi bentrala. Egitura hauetan bi geruza ezberdin bereiztu behar dira, bata kanpoaldekoa (keratinazkoa) eta bestea barnekoa (hezurrezkoa). Animalia hazi eta zahartu ahala keratinazko geruza berriak gainjartzen doaz.

Elementu osoak hezur dermikoak dira, "plakak" deritze, eta 60 izatera hel daitezke. Ezkutu dortsalean plaka neuralak eta medialak daude, hauek bizkarrezurraren arantza neuralei lotuak daude. Aldiz, sahiets-plakak sahietsezurrein fusionatuak daude. Alboetan "albo-plakak" daude. Plastroiean: epiplastroiak (klabikula zapalak), endoplastroia (interklabikula), eta hioplastroi, hipoplastroi eta xifiplastroiak sahietsezur bentraletik eratorriak dira.

Oskola ebolutiboki abantailatsua izan da, batez ere defentsarako egitura aparta da. Ezkutuaren morfologiak animaliaaren ekologia baldintzatzen du (berez alderatziz gertatzen da, animaliaaren inguruak presio selektibo bat izango du oskolaren morfologiaren gain, eta eredu bat faboratuko du, moldarritasun handiena duena alegia). Oskolaren morfofuntzionalitatea beraz oso garrantzitsua da, eta eredu ezberdinak aurkitu daitezke (itsasora moldatuak, lehorrera...):

- Forma lehortarretan: ezkutu dortsala konbexua eta garaia (ez da hidrodinamikoa). Herman dordoka eta Ipar Ameriketako urtxintxa-dordoka dira mota honetakoak. Salbuespena eskualde harritsuetan bizi den *Malacochersus tornieri* da, arriskua dagoenean harri-tarteetan sartzen da eta presioz hormen kontra itsasten da; horretarako oskol zalua behar du, eta dortsobentralki zapaldua dago. Beraz, animaliaaren inguneak eta presio selektiboak erabat aldatuko dute oskolaren morfologia. Beste eredu bat, kutxa dordokena da: gaiera ertaina dute oskolek, eta giltzadurak dituzte, "itxi" egiten dute oskola; plastroian dituen bi zati mugikorren bitartez ezkutuari itsasten da alde bentrala, kutxa bat osatuz.
- Forma urtar eta semiurtarretan ezkutuak garaiera baxua dauka: apoarmatu Floridarra edota apoarmatu korrontezalea honelakoak dira. Dena den, forma urtar batzuek oskola murriztua dute, Trionikidoak adibidez: hondo lokaztuetan bizi dira, eta ez dute ezkutu korneorik, ezkutua eta plastroia ez daude lotuta, hezurrezko plakak ere murriztuta daude.

Dena den, kelsonio urtarrei begira, modapen ikusgarriena ez da oskoalen hidrodinamismorako moldapena (garaiera baxua), soin adarren moldapena baizik: soin-adarrak hegats bilakatzen dira. *Chelonia midas* dordoka berdea horren adierazle garbia da. Muturreko espezie batzuetan moldapen harrigarriak daude, erabat itsastarrak direnetan. *Dermochelys coriacea* larruzko dordokaren ezaugarriek hori islatzen dute: ezkutu dortsalean ehundaka hezur txiki (hidrodinamikoa), ezkutu korneorik ez da ageri, eta azal koriazoea lodia da. Izugarri itsastarra da, mundu osoko itsaso epeletan ageri da, eta 1200 metroko sakonerara hel daiteke.

## **Beste ezaugarri batzuk**

Sahietsezurrak oskolari itsasita daude, fusionatuta, eta horrek bentilaziorako beste mekanismo bat egon behar duela esan nahi du. Hau da, kutxa torazikoaren bolumena aldatzea ezinezkoa da eta beraz biriketarik airea sartu/ateratzeko beste mekanismo bat dute: eskualde toraziko eta abdominaleko zeinbati muskulu eraldatu eta ponpa muskular berezi bat sortzen da, animaliaaren gorputz barrunbea aldatzen da. Airea kanporatzeko gerri eskapularra atzerantza mugitzen da, erraietarantza, gorputz barrunbea konprimatuz ("pistoia" bezala jarduten du nolabait).

Makina bat dortokek arnasketa kutaneorako moldapenak dauzkate, hori aho barrunbetik edota kloakatik gertatzen da.

- Ura aho barrunbean sartuz nahikoa oxigeno lor dezakete denbora luzean geldirik egoteko
- Kloaka inguruko epitelio bitartez gertatzen da gasen transferentzia motela.

Dena den, animalia aktibo dagoenean beharrezkoa du arnastea ezinbestean.

Zirkulazio aparatuari dagokionez, gainerako marrastietan bezala bata bestearen jarraian jaduten duten zirkuitu bikoitzekoa da: ehun oxigenatua ehunara daraman eta oxigenatu gabekoa biltzen dituen zirkuitu sistemikoa; eta oxigenatu gabeko odola biriketara eramane eta oxigenatua bihotzera daraman zirkuitu pulmonarra. Anfibio eta eskuamatueta gertatzen den bezala, dordoketan ere bi zirkuitu hauen arteko odol transferentzia gerta daiteke, hau da, ez daude erabat bereizita. Horren arrazoia zera da, bihotzeko ganbara bentrikularrak bat eginda daudela: bentrikulu bi daude baina ez daude guztiz bananduta. Beraz, hegazti eta ugaztunetan ezinezkoa den odol oxigenatu eta ez-oxigenatuaren arteko nahastea gertatu daiteke. Honek funtzio gako bat bete dezake: fisiologikoki abantailatsua surtatzen da birikak funtzionamenduan ez daudenean zirkulazio sistemikoa soilik burutzea kloaka bitartez oxigenatzeko odola. Ekotermian ere abantailatsua da gorputza azkar berotzeko, zirkulazio sistemikoa soilik egitea.

Dordoka edo apoarmatuen barailetan ez da hortzik izaten eta likagaiak hartu eta murtxikatzeko plaka korneo edo moko sendoz baliatzen dira. Hau, edonola, ez da beti horrela izan eta Triasikoko dordokek bazeuzkaten albeolotan txertatutako hortzak. Hala ere ehiztari karniboroak, marmokajale edota herbiboroak aurkitu daitezke.

Dordoken entzefaloa- gainerako narrastietan gertatzen den bezala- txikia da. Zerebroa berriz erlatiboki handia da, anfibiarena baino askoz garatuagoa, eta erraztasun handia dute ikasketa espazialerako. Entzumen eskasa dute (nahiz eta erdiko eta barneko belarria izan arren) eta horregatik ez dute ia zaratarik sortzen. Gabezia hori usaimenarekin konpentsatzen dute nolabait, eta ikusmen bikaina dute (koloretan).

Animalia dioikoak dira, eta barne ernalketa bidez ugaltzen dira, kopula gertatzen da. Kopula gertatzeko gorteiu bereziak daude, usaimen, ikusmen eta entzumenezko (hemen bakarrik eginten dituzte soinua, ia gorra baitira) seinaleak sortzen dira. Animalia obiparoak dira, arraultzak lurpean gordetzen dituzte eta ez dago zaintza parentalik.

Sexua ez dago genetikoki determinatua (ez dago kromosoma sexualik), krokodilo eta musker batzuetan bezala. Hala, kumeen sexua habian izango den tenperaturaren arabera izango da: tenperatura baxuak arrak garatzea ekarriko du; aldik, tenperatura altuak emeak ekarriko ditu. Hau ulerpen ebolutibo zaileko fenomeno da. Tenperaturak determinatutako sexua ez da erabat determinista, medioa lehorra/hezea izateak ere eragina dauka, beraz bi parametro horiek determinatzen dute sexua.

Aktibitateari dagokionez, forma lehortar eta ur gezetakoak sedentarioak dira, eta bizi eremuaren ezagumendu oso zehatza dute. Beharrezkoa da hori habiak leku aproposetan egiteko, termoregulaziorako, etb. Aldiz, forma itsastarretan bizi eremua izugarri zabala da, eta baliabideak oso sakabanatuta daude. Espezie itsastarretan migrazio handiak gertatzen dira.

Animalia hauen izaera ektotermoak tasa metaboliko baxuko organismoak direla adierazten du, baina ingurunearen ezagutza handia dute- Forma lehortar eta ur gezetakoak sedentarioak dira, bizi eremuaren ezagutza oso zorrotza dute, eta habia egiteko leku aproposak bilatzen dituzte: animalia hauek medioaren inguruan duten ezagutza horrek moldapen harrigarriak dakartza haien etologian, lekula zehatz meatz aukeratzen dute, tasa metaboliko optimoa izateko (momentu horretan) eta ondoren emango diren baldintzak/ prozesuak aurreikusiz, garai bakoitzean non egon behar den jakitea... hau guztia kutxa kranial minuskulo bat izanda harrigarria da.

Forma itsastarretan bizi eremua izugarri zabala da, mugarri zailak eta baliabideak oso sakabanatuta daude, migrazio handiak egiten dituzte (ehudaka kilometro..milaka kilometro). Dordoka berden kasua berezia da, Atlantikoan bi populazio nabarmen daude, bata Karibean (Nicaragua eta Guatemala kostaldean) eta Costa Ricako kostaldera doaz arrautzak errutera (10-12 errunaldi) eta gero bueltatu egiten dira bazka -guneetara. Kasu horretan migrazioa ez da oso nabarmena. Aldiz, Brazilen bizi den dordoka berdeak Atlantikoaren erdian dagoen Ascension irlan erruten dute. Irla honek 20 km jo erradioa baino ez du, eta horrek orientazio mekanismo oso zorrotzak dakartza. Atlantikoaren hegoaldean kostalde afrikarretik igo eta ondoren hegoameriketara jaisten da. Korrante horrek Ascension irlatik Brazilgo kostaldera joateko baldintza egokiak dakartza, baina puntu batean korrantea utzi beharra dago, eta kostaldera habiatzen dira. Jaioberriei ere hori egiten dute, hainbat hipotesi daude hori azaltzeko baina oraindik ezezaguna da. Eredu magnetikoa, argi polarizatua, itsas korranteen usaina..etab proposatu dira.

*Caretta* jaioberriak Floridan jaiotzen direnean lehenik argia sumatu eta harantza doaz, habitik irtetean argirantza doaz, gero olatuen norabidea, itsaso zabalera. Gulf Stream harrapatu eta horren bitartez mugitua dira. Azkenik magnetismoa erabiltzen dute Karibera itzultzeko. Animalia hauek Azoreetara hurbiltzean, derrigorez egin behar dute hegoalderantza (iparraldera joanez gero ozeanoa hotza da). Itxura denez, magnetoerrezeptzioa oso garrantzitsua izan daiteke (eremu magnetikoran indar-lerroen inklinazioa latitudearen arabera aldatzen da). Dordoka hauek 4-5 urtetan burutzen dute ziklo migratorio hau.

### **Ektotermia vs Endotermia**

Normalean, dordoka txikietan inertzia termikoa txikia da, azkar berotu/hotzitu. Honek moldagarritasun azkarra ahalbidetzen du ( honetarako beharrezkoa da inguruaren ezagutza zehatza, nun jarri berotzeko, nun jarri hozteko, etab). Termoerregulazioa etologiaren bitartez gauzatzen da, gorputzaren tenperatura fluktuzioak minimoak izatea lortuz (homeotermia kondukatala deritzo honeri). Lehorreko dordoka handietan (Galapagoetako dordoka erraldoietan adibidez) bolumen handia dutenez inertzia handia dute, denbora handia behar dute tenperatura igotzeko eguzkipean, eta beroa galtzeko ere energia trukea medioarekin geldoa da. Inertzia termiko handikoa izateak zailtasunak dakartza termoerregulazioa egiteko gunetropikaletan, gehiegi berotu daitezke. Itsas dordoketan arazoa zera da, itsasoaren tenperatura nahiko homogenea dela, eta horrek dordokaren masa ikaragarria izatea dakar, eta nahiko homeotermoak izan daitezke (gigantotermia deritzo, bolumeneko bero kopuru nabarmena sortu daiteke tamaina dela eta). Adibidez, *Chelonia midas* 29°C tan igerian 37°C tenperatura mantendu dezake; edota *Dermochelys coriacea* espeziean igerian dabilen ura baino 18°C gehiagotan dagoela ikusi da, soin adarretan sare baskularrak daude, bero galera munitzatzeko. *Geochelone gigantea* espezie erraldoian eguztian berotuta tenperatura 32-33°C-ra igotzen da, eta gauena ez da 28-30°C-tik jaisten. Beraz, nahiko tamaina handiko ektotermo hauetan homeotermia maila esangarria dagoela ikusi da.

## 29. ARKOSAURUAK ( Mesozoikoko Diapsidoak)

\*Ornodunak liburuan 30. Gaia: Mesozoikoko diapsidoen aniztasuna

### **Mesozoikoko diapsidoen aniztasuna:**

Mesozoikoa hiru aro nagusitan banatzen da, triasikoa, jurasikoa eta kretazeoa. Permiarraren amaierako suntsimen masiboak Lurreko espezieen %90a desagertzea ekarri zuen, eta horrek itsaso eta kontinenteak ia bizirik gabe utzi zituen. Hala, ekosistema berriak berreraikitzeke 10milioi urte inguru behar izan zirela kalkulatu da. Permiarraren amaieran nagusi siren sinapsido gehienak desagertu egin ziren, eta biziraun zutenen kladogenesi berri bat izan zuten, dena den ez zuten lortuko iraganean izandako nagusitasunik. Hala, txoko ekologiko gehienak diapsido berriek hartu zituzten, arkosauruek alegia. Era berean zenbait lerro urtar ere agertu ziren, notosauruak, plakodontoak, eta iktiosauruak besteak beste. Triasikoaren amaieran jauzi ebolutibo handia gertatu zen, airea kolonizatuko zuen lehen ornodune taldea agertu zen, pterosauruena.

Triasikoaren amaieran gertatutako iraungipen ahul baten ondorioz, Jurasikoaren hasieran dinosaurusu talde berriak agertu ziren, lehorrean sauropodo erraldoiak agertu ziren, inoiz munduan izan diren animaliarik handienak (garai honetan gertatzen da ere kondiktioen bigarren kladogenesia, marrazoen urgaritasuna eta arraien agerpena ekarritik). Azkenik, Kretazeoan (dinosauruen "urrezko garaia") forma ugari agertu ziren, eta beste batzuk desagertu (estegosauruak eta sauropodoak). Kretazeoaren amaieran gertatutako suntsimen masiboak amaiera eman zioten diapsidoen nagusitasunari, dinosaurusu guztiak bertan akabatu ziren, baita haiekin erlazioaturiko pterosauru eta forma itsastar gehienak ere.

### **Orokortasunak. Jatorria, erlazio filogenetikoak etab.**

Arkosauruena diapsido amnitoen talde bat da, egungo ordezkari bakarrak hegaztiak eta krokodiloak direlarik. Talde honetan sartzen dira ere desagertutako dinosaurusu ez-abianoak, krokodilido desagertuak eta baita pterosauruak. Talde honetan dauden animaliak zenbait ezaugarri propio dituzte (=sinapomorfien bitartez arkosauruak gainontzeko tetrapodoetatik bereizi daitezke):

- Hortzen parakera tekodontoa (hegazitak sekundarioki hortzak galdu)
- Lehio anteriorbitala, eta fenestra mandibularra (pisua galtzeko hasierako arkosauruetan)
- Lugarren trokanterra (femurreko apofisi berezia, muskuluen txertapenerako. Ezaugarri honek ahalbidetu zuen hasierako arkosauruetan -Triasiko hasieran- bipediarazko joera izatea)

Arkosauruen jatorria eztabaidatua den arren, askok Permiarraren amaieran kokatzen dituzten lehengo arkosauruak; dena den, ikertzaile batzuek "arkosauriformeen" barruan sartzen dituzte espezie horiek, ondoren, Triasikoan, Arkosaruen taldea emango zutenak izanik. Triasikoan sartu ahala, Arkosauruak lehorreko ornodun dominanteak bilakatu ziren, eta hau azaltzeko hurrengo hipotesiak plazaratu dira:

-Arkosauruak gorputz-eredu tente bateranzko aldaketa azkarragoa izan zuten sinapsidoak baino. Honek abantailak ekarri zituzten, batez ere arnasketari begira.

-Triasikoko klima lehorra zen, eta arkosaruruak uraren ekonomia hobea zuten sinapsidoak baino (uriketelikoak vs ureotelikoak).

### **Eskema:**

Amniotoak (bi lerro ebolutiboetan banatu ziren Karboniferoan)

- Sinapsidoak (ugaztunak emango dituen lerro ebolutiboa)
- Sauropsidoak
  - Anapsidoak (sauropsido primitiboenak, Permiarrean nagusi)
  - Diapsidoak
    - Arkosaurumorfioak

-Lepidosaurumorfoak

### **Diapsidoen sailkapen sinplifikatua**

Forma goiztiarrak: *Petrolacosaurus*, *Askeptosaurus*

Arkosaurumorfoak:

-Forma goiztiarrak: Errinkosaruak, Prolazertiformeak

-**Arkosauruak:**

-Krokodilotarsoak: krokodilo eta fitosauruak

-Dinosauruak:

-Sauriskioak: Sauropodomorfoak, Teropodoak (hegaztiak barne)

-Ornistikioak: Ornitopodoak, Pakizefaloak, Estegosaruak, Zeratopsidoak

-Pterosaruak

Lepidosaurumorfoak:

-Lerro itsastarrak: Plakodontoak, Plesiosauruak, Iktiosauruak, Mosasauruak eta Pliosauruak

-Lepidosauruak:

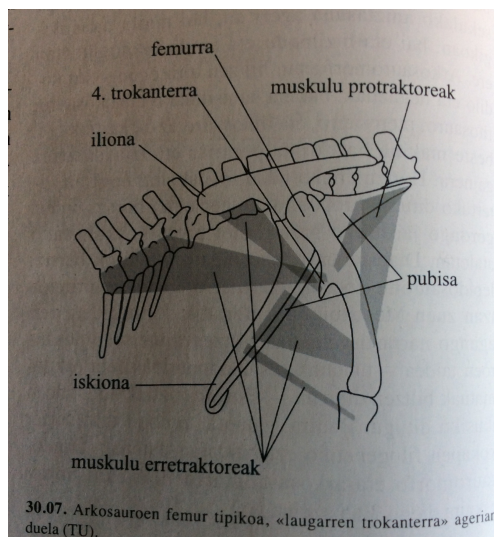
-Esfenodontidoak: Tuatarak

-Eskuamatuak: Muskerrak, Anfisbenidoak eta Sugeak.

### **Arkosauruak (Ornodunak liburua, 375 orrialdea)**

Arkosaurumorfoetan nahiko zaila da lerro ebolutibo nagusitik at forma goiztiarrak sailkatzea. Ezaugarri bereziak dituzten Diapsidoen taldea dira:

- Gehienak kranioan fenestra preorbitala dute, hau da, triapsidioak dira.
- Orbitak "gorantza iraulitako tanta" itxura dauka
- Kranio garaia eta hortzak lateralki zapalduta
- Bidepalismorako joera dute, eta hori femurreko apofisi baten bitartez inferitu da (4. Trokanterra).



30.07. Arkosauruoen femur tipikoa, «laugarren trokanterra» agerian duela (TU).

Arkosaurumorfoen barruan arkosauruak dira talde nagusia (Errinkosauru eta Prolazertiformeak honen talde anaiak dira). Arkosauruaren barruan sailkatzen dira Krokodilotarsoak (egungo krokodiloak), Pterosauruak (KT mugan suntsitu ziren), eta Dinosauruak (Sauriskioak, Orniskioak eta hegaztiak -azken horietatik eratorriak-). Hala, Mesozoikoko tetrapodoen dibertsifikazio handia aipatzean, zentzu hertsian Arkosaurun dibertsifikazioaz mintzo da.

### **Krokodilotarsoak (377 orrialdea)**

Arkosauruen arteko bi lerro ebolubiok bizimodu arrainjalea garatu zuten. Bi lerro ebolutibo daude beraz, pisziboroak, sekundarioki urtarrak bilakatu direnak:

- Fitosauruak (Itsasertzeko talde garrantzitsua Triasikoan, Ipar Amerika, Europa eta Indian aurkitu da)
- Krokodiloak (Triasikoan agertu ziren, eta amaierarako fitosauruak ordezkatu zituzten)

Bi talde hauek *Crocodyotarsi* taldea osatzen dute arkosauruen barnean. Krokodilotarso goiztiarrak bipedo eta kuadrupedo, akuatuko eta lehottarrak izan bide ziren. Bi taldeek arazo bera dute: barne-narinak oho sabaiaren aurrealdean dituzte, eta beraz ahoa urez beteta dutenean arnasa hartzeko zailtasunak dituzte. Horren aurrean irtenbide ezberdinak agertu ziren kranio diapsidiko horretan bizimodu urtarrari aurre egiteko:

Fitosauruek sudur zuloak atzerantza eginez lortu zuten, kanpo narinak muturraldetik ia begien paretaraino aldatu ziren (*Paleorhinus* fitosauru fosilean ikus daiteke)

Krokodiloetan, aho sabai sekundario bat garatu zen, narinetako bidea aho-barrunbetik erabat bereiziz. Honi esker, koanak (atzealdeko orifizio nasala, kabitare nasala eta mesofaringea konektatzen dituen pasabidea, aho-sabai sekundarioa garatu duten tetrapodoetan, ugaztun asko eta krokodiloak bezala) aho bertara zabaldu beharrean ahoaren atzealdera zabaltzen ziren, ezta aldera alegia. Bertan balbula batek ura aire-bideetatik at mantentzen zuen. Krokodiloen eboluzioaren maila gorena Kretazeoan lortu zen, klima hezea eta beroak tamaina handiko animaliak garatzea ekarri zuen (Kretazeoko *Deinosuchus* -aren kraneoak 2m ditu, animaliaaren luzeera 12m takoa izango zela inferitu da).

### **Pterosauruak (377 orrialdea)**

Arkosauruen artean bi lerro ebolutibok lortu zuten hegan egitea, bakoitzak momentu ezberdinean eta egitura ezberdien bitartez (hau da, haien hegoak analogoak dira). Lerro bat hegaztiena da, eta bestea pterosauruena. Azken hori da lehen arkosauru hegalarien lerro ebolutiboa.

Pterosauruek helgaldirako azaltzen zituzten moldapenak ez dute zerikusirik ondoren hegaztietan ikusitakoarekin. Aipatzekoa da antz handiagoa dutela geroago saguzarrek izandako moldapenarekin. Izan ere, hegoak mintzezko egiturak dira pterosauruetan, 4. Hatzetik zangora doan patagia. Historian izan den hegalaririk handiena talde honetakoa da, *Quetzalcoatus* espeziearen fosiletik inferitu da hegal zabalera 13-14m bitartekoa zukeela.

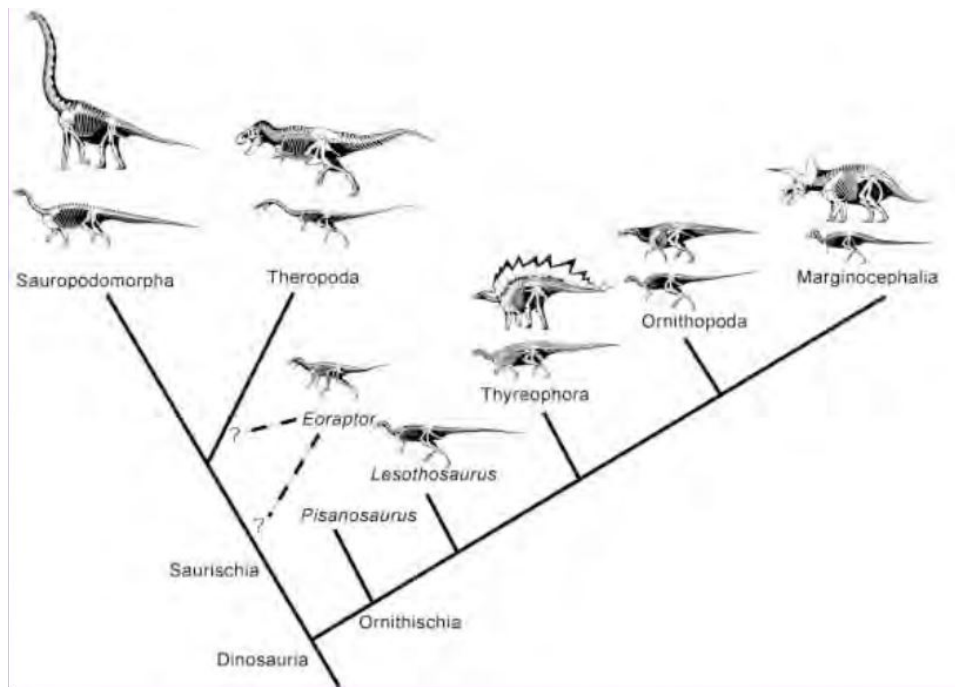


Esan bezala, pterosauru eta hegaztien arteko moldapenak ezberdinak dira, baina hegan egiteko ahalmena garatzeak makina bat konbergentzia eragin ditu haien artean: hezurak luzeak eta hutsak, esternoia ondo garatua egotea muskulu pektoralen txertaketarako, begi handiak eta usaimea nahiko eskasa izatea konbergentzia ebolutiboz lortutako paralelismoak dira.

Pterosauruen hegan egiteko gaitasuna eztabaidagai izan da azken mendean zehar, izan ere enegetikoki oso garestia da. Hala ere, azkenengo ikerketena arabera pterosauruen hegan egiteko gaitasuna gutxitsi egin zen hasiera batean, eta hegalaria aktiboak zirenen proba gero eta gehiago daude. Gainera, eredu morfofuntzional ugari taldea osatzen zuten, forma txikiak (hegalari trebeak eta azkarrak, egungo saguzarren antzekoak) eta forma erraldoiak (planeatzaileak) egon zirelarik. Zenbait pterosauruk hortzak galdu eta hegaztien mokoaren antzeko egitura agertu zuten, eta horrek adierazten du pterosauruen artean habitat oso ezberdinak ustiatzen zituztela, forma sarraskijaleak ere izango ziren batzuk.

### **Dinosauruak (379 orrialdea)**

"Musker beldurgarri" bezala izandatu zituen Owen-ek 1841ean Mesozoikoko narrastien fosil hauek. Esan bezala, mesozoikoan diapsidoak jau eta jabe izan ziren, eta kladogenesi horren adierazle handienetako bat dinosauruen taldea da: aniztasun handia zuten, gaur egun ugaztunek betetzen dituzten nitxo ekologikoak



edota gehiago betetzen zituzten. Dinosauruak bi talde handitan sailkatzen dira gerri pelbikoaren anatomiaren arabera, talde hauek taxoiak kontsideratzen dira, hau da filogenetikoki banandutako bi talde dira: alde batetik Sauriskioak daude (pubisa anteriobentralki garatuta dute) eta bestetik Ornistikioak daude (pubisa posterobentralki garatuta). Dena den, hasiera batean bi taldeak polifiletikotzat hartu baziren ere; ondoren zenbait ezaugarri morfologiko bateragarri ikusi eta talde monofiletikoa zirela proposatu zen, bi talde horiek arbaso komun bat zutela alegia. Hala, dinosauruak talde monofiletikoa direla kontsideratzen da.

Dinosauruen ezaugarri morfologiko orokorrak:

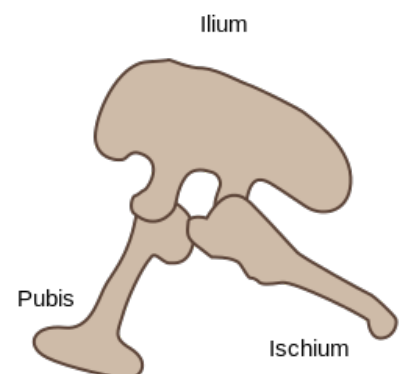
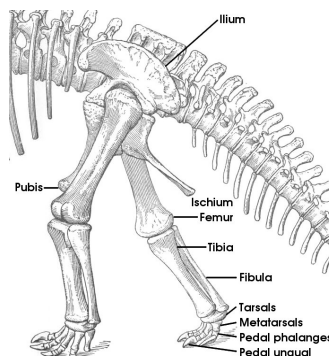
- Hankak soinaren azpirantza luzatzen dira, honek abantaila lokomotoreak eskaintzen ditu: pauso luzeagoak, azkarrago mugitzea eta baita merkeago.
- Atzeko soinaren giltzadura tartsoen artean, oinak bultzada handiagoa lortzen du
- Taldean ibilera jatorriz bipedoa, eta batzuk sekundarioki kuadrupedoak bilakatzen dira
- Gerri pelbiliarreko hezurren atzerako eta aurrerako luzapena
- Digitigradoak (behazten gainean mantentzen dira eta baita ibili ere) eta eskuko 5. hatzean hiru falange edo gutxiago.
- Humeroan gandor deltopektoral luzatua, muskuluen txertaketarako.
- Orno sakralak hiru edo gehigo
- Hezur postkranial pneumatikoak

Bidepalismoa lortzeko muga anatomiko bi gaintu behar dira oinarritzko eredu tetrapodotik abiatuta:

1. Femurra eta gerriaren arteko giltzadura hobetu behar da.
2. Femurra aurrera eta atzera mugitzeko muskuluen txertapen egokia behar da.

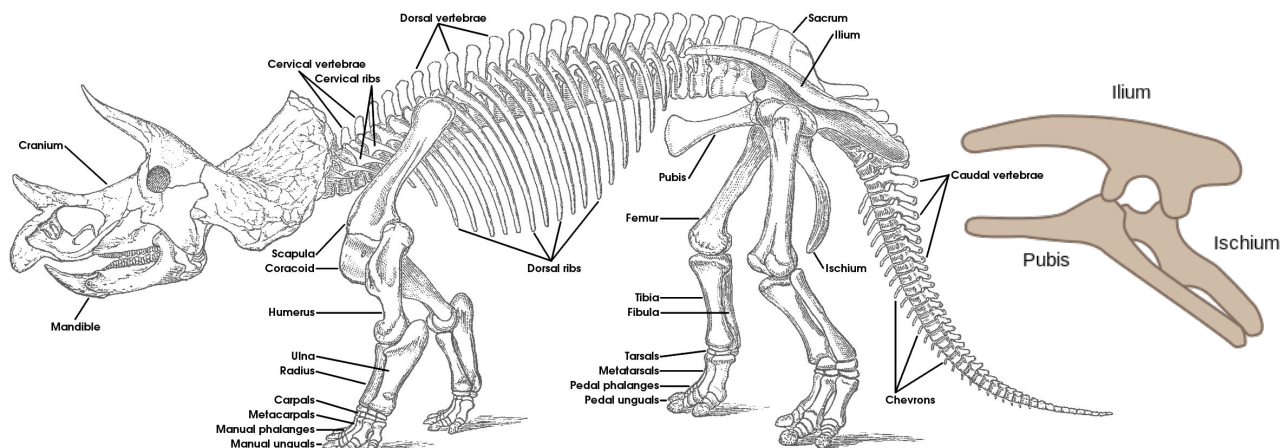
Bigarren arazo hori bi modutan konpuntu zen eboluzioan, eta horregatik dinosauruen bi lerro ebolutibo bereiztu ziren:

- Eredu Sauriskioan: pubisa aurrera (eta bentralki) eta iskiona atzera luzatzen da





- Eredu Ornitiskioan: iliona aurrera eta beste biak atzera luzatzen dira, bentralki. Ornitiskio goiztiarretan femurraren muskulu protraktoreak ilionaren aurreko adarrari lotzen zitzaizkion; eta



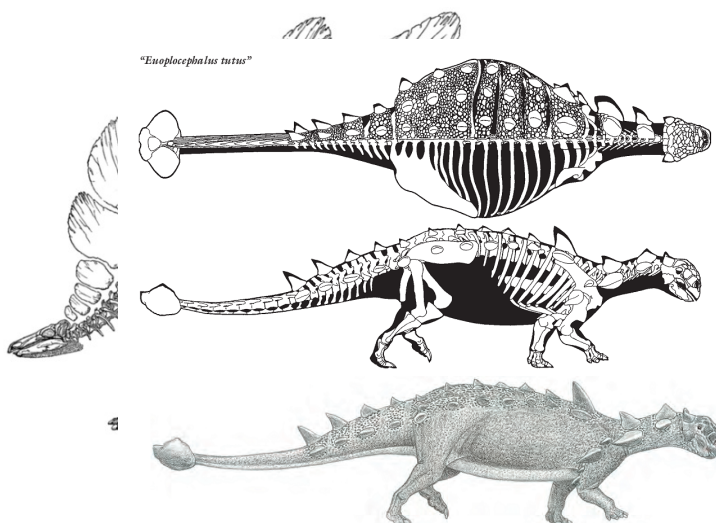
erretraktoreak alidz atzerantz luzatzen ziren, pubisean eta iskiuraren lotuz. Orniskio modernoagoetan pubisak aurrerantzko luzapena ere agertu zuen, ilionak zuen funtzioa ordezkatuz maila batean, femurraren muskulu protraktoreei lotuz. Iskion eta pubisa modu paraleloan luzatzen dira atzealdera.

Dinosauruen artean bipedalismoarako joera izan bazen ere, forma kuadrupedoak ere ugari aurkitu ziren, bai sauriskioen bai ornitiskioen artean. Guztietan atzeko hankak aurrekoak baino handiagoak izatea arbasoa bipedoa izatearen frogatzat hartzen da.

## ORNITISKIOAK (380 orrialdea)

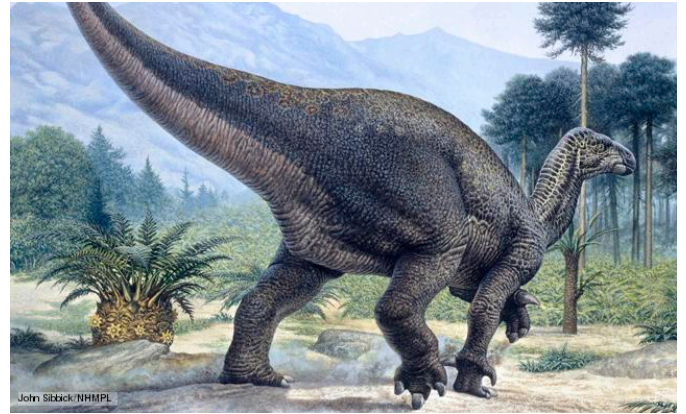
Lerro morfologiko anitzetan eboluzionatu zuten dinosauru herbiboroak izan ziren. Ez ziren sauriskioak bezain bipedo izatera iritsi eta ondorioz hauen gorputz adarrak ez ziren horrenbeste murriztu. Talde asko sekundarioki kuadrupedoak bilakatu ziren. Askok aurreko hortzik ez zuten (herbiboroak baitziren, ez zen berdina gertatu sauriskio karniboroen kasuan) eta horren ordez moko antzeko egitura gogorak zituzten. Era berean, erpe zorrotzik ez zuten, apatz antzeko atzazal borobiltsuak baizik. Makina bat talde bereiztu ziren mesozoikoan zehar:

- **Estegosauruak:** ugaritasun maximoa Jurasikoan zehar lortu zuten, kuadrupedoak ziran, buru txikia, isats luzeak eta soin masiboa, atzeko hankak aurrekoen bikoitza ziren. Bizkarrezurrean zehar hosto itxurako plaka oso handien lerro bi izateagatik dira ezagunak: 60cm eta 1m bitarteko plaka hauen funtzioa ezezaguna da, baina baskularizazio nabarmena aintzat hartuta, posiblea da termoerregulaziorako erabili izana. Herbiboroak izanda ere, ahoan egitura begetalak prozesatzeko moldapen urriak zituzten, hortz txikiak eta moko horren adierazle direlarik. Talde honen ordezkariz egagunena *Stegosaurus* da, 6m inguruko luzera eta 2 tona inguruko pisukoa. Honetaz gain *Hesperosaurus*, *Wuerhosaurus*, *Tuojiangosaurus*..



- **Ankilosauruak:** Jurasikoan eta Kretazeoan bizi izandako koraza sendoz armatutako dinosaurusu kuadrupedoak izan ziren, gainerako Ornitiskioen antzera herbiboroak. Animalia handiak ziren, 2-10m bitarteko luzera eta 4-7 tona bitarteko pisuarekin. Gorputza osteodermo izeneko hezur dermikoak plakaz estalia izaten zuten lepotik hasie eta alde dorsala osoan zehar. Erabateko koraza zuten, burua eta baraila bera ere hezurrezko plakaz estalita zegoelarik, baita betazalak ere. Animaliaaren defentsarako hezurrezko adar eta iltzeak izaten zituzten bizkarrean zehar eta zenbait espeziek buztanaren amaieran hezurrezko lodigune astun eta sendoa zuten ere, kolpatzeko. *Ankylosaurus*, *Gargoylesaurus*, *Hoplitosaurus*, *Acanthopholis*..Irudian, Kretazeoko *Euoplocephalus*.

- **Ornitopodoak:** azpi barailan irekidurarik ez duten eta iliona baino aurrerago luzatzen den pubisa duten dinosaurusu ornitiskioen taldea dira. Gehienak forma bipedo herbiboroak. Askok aurrealdean mokoa zuten. Jurasikoko forma goiztiarrenek 4 hatz zituzten atzeko hanketan eta 5 eskuetan; sauriskio bipedoak ez bezala. Heterodontoei kasuan, hortzak espezializazio bat aurkezten dute zonaldeko (heterodontia deritzona): landaredia murtxikatzeko moldatutako aginen moduko piezak barailen atzealdean, eta letagin zorrotzak aurrealdean. *Iguanodon* da ornitopodoen arteko espezieirik ezagunena, Eurpoan, Asian, Afrikan eta Australian topatu dira fosilak. 10m-ko luzera eta 4-5 tonako pisua lor zezakeen. Barailaren atzean kokaturiko hortz horiek zerra itxura zuten eta egungo narrasti herbiboroetan agertzen direnen antzekoak ziren, iguanetan adibidez agertzen diren hortzen oso antzekoak (hortik datorkio izena).



Ornitopodo eratorrien barruan sailkatzen dira Hadrosauruak edo dinosaurusu "ahate modukoak". Hauek hortzik gabeko moko korneoa zuten. Gainerako ornitopodoak bezala, barailaren atzealdean hortz txikiak zituzten, material begetala murtxikatzeko (heterodontoak beraz). Talde honetako espezie askok **gandor zefaliko** bereziak zituzten, nolabaiteko funtzio soziala bete zezaketenak, bokalizazio bereziak egiteko erresonantzia ganbara bezala erabil zitezkeen. Irudiak: goian *Iguanodon*; behean *Hadrosaurus*.

- **Pakizefalosauruak:** kranio bereziki sendoko ornitiskio bipedoak ziren, korrikalariak antza. Buruaren gaineko aldean 25cm-ko lodierako hezurrezko kupula bat zuten, guztir 60cm-ko luzera zuen kranioan. Uste denez hau talkarako erabiliko zen, baita derentsarako ere. Bi kranio mota bereizi dira hezurraren lodieraren arabera, eta uste da hori sexuarekin loturiko ezaugarria izan zitekeela. Horretaz gain, muturra moko baten amaitzen zen, ornitopodoetan bezala, herbiboroak zirela adieraziz. Eskeletoa aztertuta hanka lirain eta indartsuak antzeman daitezke, korrikalari bikainak zirela argudiatuz. *Goyocephale*, *Ornatolithus*, *Stegoceras*





- **Zeratopsidoak:** Kretazeoaren erdi aldera agertu ziren. Forma goiztiarrenak bipedoak eta lepokorik gabeak baziren ere, ondorengo espezie gehienak kuadrupedoak ziren. Kranioaren atzealdean eta hori inguratuz hezur parietal eta eskuamosalen proiektzioz garatutako "lepoko" bat izateagatik dira ezagunak. Honen funtzioa eztabaidagarria da, derentsarako edota hautespen sexualak bideratutako egitura dela proposatu izan da. Arren kranioetan aurkitutako zaurien arrasotoetatik ondorioztatu da egitura hau defentsarako erabili zitekeela. Hortzak barailaren atzealdean zituzten, labanen modukoak (material begetala xehetzeko beharrezkoak) eta horretaz gain polifiodontoak ziren. *Triceratops*, *Protoceratops*, *Chasmosaurus* eta *Stegosaurus* talde honetakoak dira.



## SAURISKIOAK (385 orrialdea)

Sauriskioen taldekoak hainbat ezaugarri eratorri batera izateagatik bereizten dira, horien artean nabarmenena S itxurako lepo luze eta mugikorra izatea delarik. Gaur egungo hegaztietan ere ikus daitekeen ezaugarria da hau. Oro har, sauriskioen artean bi talde nagusi bereizten dira: **teropodoak** (forma harrapalari bipedoak) eta **sauropodomorfoak** (herbiboro kuadrupedo erraldoiak). Hegaztiak teropodoen taldetik eratorritako forma gisa ulertzen dira.

### • Sauropodoak:

Sauropodomorfoen arteko forma goiztiarrenak *Prosauropoda* barruan biltzen dira, eta ugariak ziren Triasikoaren azkenean eta Jurasikoaren hasieran. Hauek, bipedoak eta txikiak ziren, baina pixkanaka forma handiagoetarantz aldatu ziren, atzeko hanken tamainatik inferitu da aldizka bipedoak zirela da, ondoren kuadrupedo izaera hartuz. Prosauropodoen adibide dira *Anchisaurus*, eta *Riojasaurus*; biak tamaina txiki-ertainekoak (2-6 metroko luzera eta 50-300kg bitarteko pisua).

*Sauropoda* taldean bildutako forma eratorriak Jurasikoan eta Kretazeoan gailendu ziren, kuadrupedo erraldoiak ziren, inoiz historian izan diren animalia lehortar handienak: 25 metrotik gorako altuera eta 50tn baino gehiago!. Muturreko adibideak dira *Supersaurus*, *Seismosaurus* eta *Argentinosaurus*, hirurak 40metrotik gorako luzera eta 100tn ingurukoak.

Tamaina handiaz gainera, sauropodo guztiek lepo eta buztan luzeko animaliak ziren, *Diplodocusek* 15 orno zerbikalez osatutako lepoa zuen, eta 80 ornotik gorako buztana. Diplodokidoen taldean sartu dira espezie hauek, *Diplodocus*, *Seismosaurus* eta *Supersaurus*. Hauen kranioak luzeak izen, hortzak ahoaren



aurrealdean zeuzkatelarik, eta aipagarria da barailek azterketak ez duela azaltzen murtxikapenerako muskulatura sendoegirik. Kamarosauridoen taldekoak aldiz, lepo eta buztan laburragoak zeuzkaten, 12 orno zerbikal eta 50 bat orno kaudal (buztana); kranoa sendoagoa zuten, baraila handiagoa eta hortz zizelkatzaileez hornitua. Talde honetan sartzen dira *Brachisaurus* eta *Camarasaurus*. Irudietan, *Brachiosaurus*.

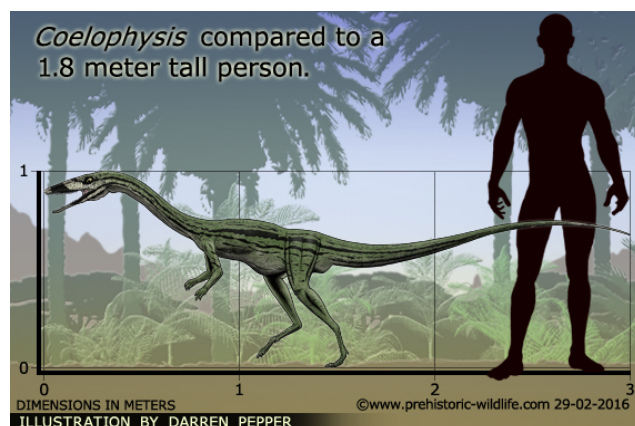
## • Teropodoak:

Teropodoen taldean dinosaurusu harrapakari bipedoak biltzen dira, baita haietatik eratorri ziren hegaztiak ere. Talde honen barruan lau azpitalde bereizten dira, morfologia eta ekoetologiaren arabera:

**1. Predatzaile handiak (*Tiranos*):** 4-15m bitartean eta 7tn inguru. Bipedalismorako muturreko joera azaltzen da talde honetan, aurreko gorputz adarrek ez dute inolako gaitasunik manipulaziorako, erreliktikoak kontsideratzen dira; talde honetan batez ere Karnosaurus eta Zeratosauruak sartzen dira. Ehiza tresna nagusia burua da, eta hau izugarri handia bilakatzen da gorputz enborrarekin alderatuta. Kranioaren tamaina handi horrek arazoak ekar zitzakeen pisua dela eta, eta horregatik hainbat fenestra eta arkuz osatutako egiturak ikusi dira fosiletan, egitura sendo baina liraina osatuz (eredu triapsidikoa horregatik agertzen da). Hortzak luzeak dira, lateralki konprimatuta, zerra itxura hartuz, 15 zentrimetrora hel zitezkeen. Dena den, hasiera batean usten zenaren aurka; azkterketa biomekanikoetatik inferitu da hortzkada horiek ez zirela oso efektiboak izango haragia ebakitzeko; aldiz, bakterioz josita egongo ziren, eta harrapinak sortutako infekzioen bitartez lortuko zuen ehizatzea. *Allosaurus*, *Ceratosaurus*, *Carnotaurus*, *Tyrannosaurus rex*..



**2. Harrapakin txikiak harrapatzen zituzten predatzaile azkarrak (*Ornitom*):** zelatosaurusu goiztiarrak eta ornitomimidoak dira talde honetan sailkatzen direnak. Azken hauek egungo hegaztien oso antzekoak ziren dinosaurusu hegaltakoak ziren, bipedo azkar eta lirainak; intsektu, ornodun txikiak, fruituak..etab jaten zituzten. *Coelophysis*, *Compsognathus*, *Gallimimus*..



### 3. Eurek baino harrapakin handiagoak ehizatzen zituzten predatzaile azkarrak (*Dromeos.*):

Bipedo lirain eta azkarrak. Haiek baino harrapakin handiagoak ehizatzen zituzten teropodoak *Maniraptora* taldean sailatzen dira. Honen barruan talderik garrantzitsuena dromeosauridoek osatzen dute, harrapakari/sarraskijaleak ziren, eta taldean ehizatuko zutela uste da. Dinosauru hauen ezaugarri morfologiko erabat bereizgarria ionetako bigarren hatzean ageri den erpe luze eta zorrotza da. Izan ere, dromeosauridoen atzeko oina ezberdina da bipedalismora egokitutako gainerako teropodoek ageri dutenaren aldean. Teropodoetan lehen hatza atzerantza zuzendua dago, eta hirugarrena da luzeena, aurrerantza zuzendua, bigarren eta laugarrena motzagoak dira; eta bostgarrenarena desagertua edota oso murriztua ageri da. Aldiz, dromeosauridoen kasuan, bigarren hatza armatzen duen erpea izugarri handia da eta animaliak altzatua eramaten du ibileran. Dirudienez hau ehizarako tresna paregabea zen, oso zorrotza. Talde honetako generoak dira *Velociraptor*, *Dromaeosaurus*..



**4. Hegaztiak (+ *Dromeosauruak* = *Maniraptora*):** Teropodoen laugarren taldea hegaztiekin osatzen dute, eta hauek zenbait ezaugarri eratorri partekatzen dituzte teropodoen taldekoekin: S itxurako lepo mugikorra izatea, kranioa eta bizkarrezurra kondilo bakarrez giltzatzea, giltzadura intertarsala, kalbikula fusionatua, eta hezur huts edo pneumatikoak izatea. Hala, hegaztietan teropodoen plesiomorfiak (ezaugarri aneztralak) eta dromeosauruen apomorfiak (ezaugarri deribatuak, berriak) ikus daitezke. Eskumuturreko ilargi erdia eta giltzadura laterala adibidez. Hegaztien taldean ezaugarri eratorritzat (apomorfia aurreko taldeekiko) hartzen da hegan egiteko ahalmena (eta endotermia??). Irudian *Archaeopteryx*.





### 30. GAIA. KROKODILOAK (Ornodunak liburuan 31. Gaia)

Gaur egunera bizirik heldu diren arkosauomorfoen talde bakarrak hegaztiena eta krokodiloena da. Krokodiloen talde txikia osatzen dute gaur egun, 22sp besterik ez dira; eta ingurune tropikal eta subtropikalean banatuta daude, hiru talde nagusi osatuz: aligatoreak eta kaimanak (mundu berrikoak), krokodiloak (mundu osoan); eta gabialak (India, Pakistan eta Bangladesh).

Armadura sendoz jantzitako narrastiak dira, gorputz luzanga, mutur luzea eta gorputz-adar indartsuak dauzkatenak. Gaur egun guztiak forma urtarrak badira ere, haien arbasoak Triasikoan katuaren tamainako predatzaile txikiak ziren, bizimodu erabat lehortarrera moldatuak (Mesozoikoko kuadripedo tenteak ziren hauek). Seguraski diapsido txikiagoak ehizatuz biziko ziren. Egungo formak urtarrak badira ere, iraganeko bizimodu lehortarraren zantzuak dituzte, gorputz-adar tinko eta indartsuak horren adibide garbia dira (lehorrean ibilbide luzeak egiteko gai dira, hainbat forma lasterkari bikainak direlarik. Azken hau egiteko gai dira, hankak gorputzaren azpian ia bertikalki paratzeko gaitasuna dela eta).

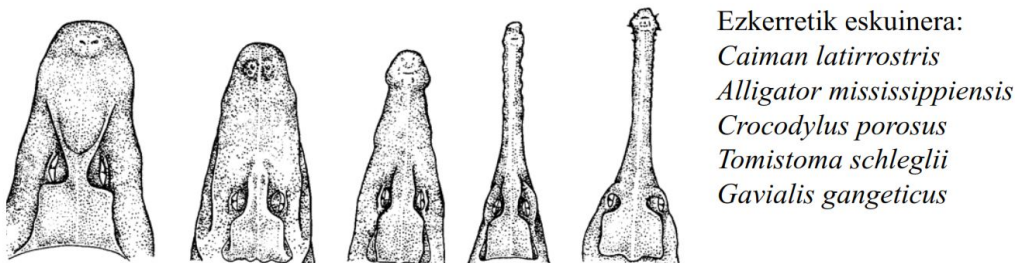
#### Tegumentua eta Osteodermoak:

Krokodiloen gorputza keratinaz osatutako ezkata epidermiko estalia dago, beste hainbat narrastitan gertatzen den bezala. Hauek ez dira bapatean aldatzen sugeetan gertatzen denaren antzera; eta ezkata bakoitza indibidualki aldatzen da.

Animaliaren alde dortsalean osteodermo deritzon hezur dermiko egiturak agertzen dira. Hauek babes gehigarria dira animaliarentzat, eta termoerregulazioan ere dihadute (oso baskularizatuak daude). Isatsean ez dago osteodermorik, baina horren orde ezkatak lodiagoak dira, eta baskularizazio maila nabarmena dute. Ezkaten lerro bikoitza ageri da isatsaren alde dorsal zein bentralean, igeriketarako lagungarri (bultzada-indarra handiagoa lortzen da). Dena den armadura sendo hau aldatu egin daiteke espezieen artean, eta horrek erabat baldintzatu du espezie batzuen ugaritasuna/beherakada, larrugintzak bultzautu.

Krokodilo espezie guztiak forma predatzaileak dira, eta barailen eta hortzen egitura guztiz lotua dago animaliaren dieta eta jarduera trofikoarekin:

- Gabialak: muturralde estua eta luzea, hortz zorrotzez hornitua. Eredu anatomiko honek hortzkada azkarra ahalbidetzen du, pisziboriara erabat moldatua.
- Niloko krokodiloak edota itsas krokodiloak: mutur sendoko animaliak, uraren ertzera hurbiltzen diren ugaztun eta hegaztiak kolpez harrapatzeko eta erabat apurtzeko moldatuak.



Oro har baina, Krokodilo guztiek dute baraila-muskulatura bikaina, aho-irekidura zabala eta hortzakda azkar eta bortitza, krokodilo helduetan 13tn indarra lortzen da, harrapakinaren soin-adarrak kolpez erauzteko beste!. Barailak zabaltzeko duen muskulatura, aldiz, askoz eskasagoa da. Hortzak konikoak dira, tekodontoak (dentizio tekodontoa morfologikoki bereizgarria den parakera da, non hortzak hezurrean barrena, sakon txertatzen diren. Eredu hau krokodilidoetan, dinosaurusu eta ugaztunetan ikusten da; ez aldiz, narrasti eskuamatuetan) eta polifiodontoak. Azken honetan, hortzen txandaketa aldika egiten da, eta modu

indibidualean: hortz berria zaharraren albeolo berean dago, alde lingualean, zorro batean. Niloko krokodiloak 4m-ko luzera izan arte 45 dentizio-aldaketa izango ditu.

### **Zentzumen-organoak:**

Krokodiloak guztiz moldatuta daude ingurune urtarretan predatzaile gisa jarduteko. Begiak aurrera begira eta elkarrengandik hurbil dituzte, ikusmen estereoskopikoa sortuz. Hala, harrapakinarekiko distantziak kalkulatzeko gaitasun handia dute.

Ehiztari gautarrak dira, eta hori dela eta begi-nini bertikala (erretinara argi gehiago sartzea ahalbidetzen die begi-nini zirkularra baio). Gainera, zelula fotoerrezeptore gehiago dituzte erretinan eta *tapetum lucidum* deritzona: honen bitartez argia islatu egiten da begi barruan eta fotoerrezeptore gehiago joko ditu (bereizmena galtzen da). Horretaz gain, kono eta haga zelula fotohartzaileak dituzte, eta beraz koloretan ikusteko gaitasuna dute.

Mintz niktitante bitartez estaltzen da begia krokodiloak igeri egiten duten bitartean. Hala ere, animalia hauek askotan uhertasun handiko uretan egoten dira, eta beraz ikusmenak ezin du informazio handiegirik eskaini medioaren inguruan. Hori dela eta, usaimena ere zentzumen garrantzitsua da, eta horren adierazle da krokodiloen entzefaloan usaimen kortexari eskaintzen zaion eskualde zabala.

Krokodiloek entzumen zorrotza dutela esan daiteke, belarriak buruaren gaineko aldean izaten dituzte, kranio sabaiaren azpian doi-doi. Barne belarria oso garatua dute, eta entzumen kanalak buruan zehar hedaturik; harrapakinen detekziorako nunbait. Krokodiloak frekuentzia tarte zabaleko soinu-uhinak antzemateko gai dira. Horretaz gain, animalien kranioko alde dorsalean eta bentralean domo barohartzailez hornitua dute, eta organo hauen bitartez uraren azalean sortzen diren uhinen pertzepzio fina izan dezakete (predaziorako ezinbestekoa).

Entzefaloak kranio-kutxan duen kokapena erlatiboki garaia da, bertan errazago berotu baitaiteke. Tamainaz txikia den arren, entzefaloa ongi moldatua dago zentzumen-kinaden prozesamendurako (tresnak ere erabiltzeko gai dira)

### **Arnasketa eta Digestioa**

Digestioari dagokionez, krokodiloek ez dute digestio mekanikorik egiten elikagaia irentsi aurretik, hortzeria ez dago moldatua xehetzea egiteko, erauzketarako baizik. Hori konpentsatzeko, krokodiloen urdailean hiru ganbara daude:

- Barrunbe kardiakoa: esofagoaren zabalguneko bat da, horma leun eta mehekoa eta batez ere irentsitako elikagaiak biltzeko erabiltzen da.
- *Fundus*-a: horma sendoa eta muskulotsuz hornitua, hegaztien errotaren baliokidea da.
- Barrunbe pilorikoa: digestio guriu gehienak hemen daude, liseriketa kimikoa egiteko.

Krokodiloen digestio-sistemako egiturarik bereizgarriena urdaileko gastrolitoak dira. Hauek, animaliak irentsitako harriak eta bestelako material exogenoa zurrun eta higitzaileak dira, eta krokodiloek sarritan ibilbide luzeak egiten dituzte hauek lortzeko (forma fosiletan ere behatu izan dira). Elikagaien digestio mekanikoa gastrolito hauen bitartez egiten da.

Oso liseri aparatua eraginkorra dute, artropodoen exoeskeleto, ugaztunen ilea edota dortoken oskola digeritzea oso prozesu motela da. Hala ere, lortutako pH baxua dela eta, gai dira digeritzeko. Elikagaien balio energetikoa gantz bezala metatzen da krokodiloen isats eta bizkarraldean. Behatu izanenez, krokodilo batek bi urtez ere iraun dezake harrapakin egokirik eskura ez badu; eta beraz, pisua animaliaaren egoera trofikoaren menpekoa da oso.

Krokodiloek nahiko jarduera geldoa dute; baina bazkatzen ari direnean oso aktiboak bihurtzen dira, metabolismoa anarobiora jotz. Hala, azido laktikoa izugarri metatzen da organismoan, beste ornodunetan

hilgarriak litezkeen mailetaraino. Baina, ariketa fisiko neurrigabeak heriotza ekarri dezake, azidosiak jota hil daitezke (hiperlaktizemia deritzo).

Arnasketarekin erlazionatuta, aho-sabai sekudarioa edukitzea ezinbestekoa da animalia hauetan arnasa hartzeko ahoa urez beteta dagoenean. Hala, aho-sabai sekundario honen gainetik, sudur-zuloetako airea zuzenean igarotzen da faringera. Glotisa eta balbular basihialaren bitartez kanpoan mantentzen da ahotik datorren ura. Animalia murgiltzean kanpo-narinetatik faringerako bidea ere itxi egiten da, plaka nasalean dituen muskuluen bitartez.

Bentilazioari dagokionez, gibela oinarri duen diafragmaren bitartez egiten da. Airearen zirkulazioa unidirekzionala dela frogatu da aligatoretan. Albeoloak ongi garatuta daude, dordoka eta lepidosauruetan ez bezala. Ezaugarri hau hegazti eta gainerako arkosauruetan ere ageri da. Krokodiloek ez dute birikaz bestelako arnasbiderik, eta beraz ez dira gai apnea luzeak egiteko (itsas krokodiloak 6-5 min; eta aligatorrak 5h).

## Termoerregulazioa

Gainerako narrastiak bezala krokodiloak ere animalia poikilotermo eta ektotermoak dira. Medioarekin duen bero-trukeak baldintzatuko du erabat organismoaren tenperatura (eta horrekin lotuta metabolismoa). Ondorioz, krokodiloek eredu etologiko konplexua garatu dute termoerregulazioa lortzeko bidean:

- Uretatik gertu mantentzea: gehiegizko beroa konpentsatzeko, uretan konstantea delako
- Eguzkitan: metabolismoa azkartzeko: liseriketa, funtzio hormonalak.

Termoerregulazioan zirkulazio aparatua ere funtzio garrantzitsua beteko du, zirkulazio bikoitz moldagarria dute: zirkulazio sistemikorantza odola itzuliz (eta ez pulmonarrera) gorputz adarretarantza eta osteodermoetarantza odol fluxua emendatu daiteke, horrek medioarekiko bero-transferentzia handiagoa izatea ekarriko du. Beraz, moldapenak ez dira soilik maila etologikoan ematen, zirkulazio sistemak ere zeresana dau honetan:

Krokodiloen bihotza lau ganbaratan banatua dago, bi aurikula eta bi bentrikula; haien arteko trenkada erabat itxia ageri delarik. Bihotzaren eredu honek odol oxigenatuaren eta ez-oxigenatuaren arteko nahasketa gertatzea ezinezkoa bihurtzen du. Bihotzeko bentrikulu biak bananduta eta ahorta sistemiko bana daude. Baina zirkuitu sistemikoaren eta biriketakoaren arteko banaketa ez da erabatekoa: eskuineko bentrikulutik ateratzen den ezkerreko aorta sistemikoa eta ezkerreko bentrikulutik ateratzen den eskuineko aorta sistemikoa konektatuak daude, *Panizzaren* foramena deritzon hodiaren bitartez.

Modu honetan bentrikulu bietako odola zirkuitu sistemikora bidaltzea ahalbidetzen du. Sistema honek funtzio ezberdinetan jarduteko moldapena dakar: (1) animaia aktibo dagoela eta arnasa hartzen dagoela presio altuko zirkuitu sistemikoa eta presio baxuko pulmonarra bereizi daitezke; (2) bero transferentzia handitzeko biriketara bideratzen den odolaren zati bat zirkuitu sistemikora bideratu daiteke; eta (3) animalia apnean dagoela, bihotzaren indar guztia zirkuitu sistemikora bidali daiteke.

Beraz,

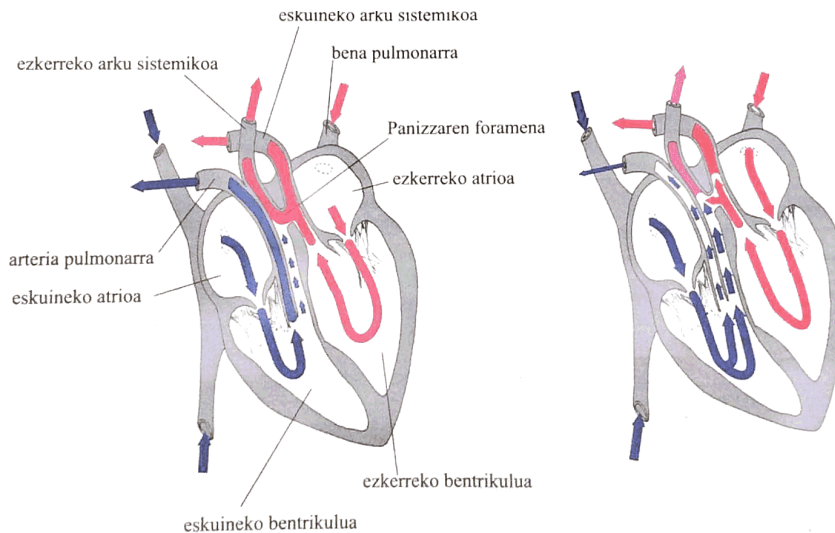
1. Aerobiko + Aktibo = bentrikulu bakoitzeko odola zirkuitu batera doa
2. Aerobiko + Atsedenean = odol hodian uzkurketa dela eta, biriketako zirkuituak presio handiagoa, hala odolaren zati bat zirkuitu sistemikora igarotzen da (presio diferentzia dela eta) eta hori osteodermoetara bideratzen da, bertan berotu dadin.
3. Anaerobikoa apnean = odol guztia zirkuitu sistemikora

Zerebroak odola ezkerreko bentrikulutik jasotzen du beti!.

## Ugalketa

Krokodilo guztiak obiparoak dira, eta barne ernalketa kopularen bitartez egiten da. Ernalketa ostean emeak habia egiten du, lurrean zuloa eginez normalean (edota material begetalen pilaketa bat eginez). Erruen





31.09. Krokodiloen bihotza: a) bihotzaren ebaketa eta egitura anatomiko nagusiak, eta funtzionamendu aerobikoa animalia aktibo denean; b) bihotzaren funtzionamendua alsedenean —termorregulatzen— edo apnean (AJ).

zaintza ematen da, eta eklosioaren ostean kumeen zaintza ere gertatzen da hainbat aste edo hilabetez (arkosauru guztien ezaugarria da).

Kelonioetan gertatzen den bezala, krokodiloetan ere kumeen sexua ez dator kromosomikoki zehaztua eta ernaldian zeharreko tenperaturaren arabera izango da:

$T^a < 32^\circ$  : emeak

$T^a > 32^\circ$ : arrak

## Krokodiloen Sistematika

Hiru lerro ebolutibo nagusi daude:

Aligatoridoak:

Aligator eta kaimanak (7sp). Ur gezakoak. Beheko hortzak ez dira ikusgarri ahoa itxita dutenean

Krokodilidoak:

Krokodiloak (12sp). Ur geza eta itsastarrekoak. Beheko hortzak ikusgai ahoa itxita dagoenean

Gabialidoak:

Mutur luze eta estukoak, arrainak jateko bereziki moldatuak (oso urtarak). Hanak ahulak, mintz interdigitalak, India eta Pakistan inguruko ibaietan bizi da, 6.5m ko luzeera har dezake.