

**Rodrigo Gaete i Harzenetter,  
Àngel Galobart i Lorente  
i Xavier Ros i Visus**  
Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell

## **EL LABERINTODONT DE LA CALMA: UN AMFIBI DE 230 MILIONS D'ANYS TROBAT AL MONTSENY**

27

D'entre les moltes ciències dedicades a l'estudi d'aquells aspectes del passat, del present i del futur que cauen normalment força lluny de l'atenció del públic, hi tenim en un lloc destacat la branca que es dedica a l'estudi dels éssers que en el passat varen viure en aquest planeta i que, en certa manera, són part condicionant de la vida actual i de la relació que existeix entre els organismes vius del planeta. Estem parlant de la paleontologia. El fet de la troballa de l'amfibi fòssil a les terres vermelles, que tècnicament s'anomenen Buntsandstein, i que es troben a la vessant oest i sud del massís del Montseny, sota el pla de la Calma, ens permet fer una mica de repàs al fet paleontològic a Catalunya, els orígens dels fòssils, la seva localització i extracció i, per últim, a partir d'aquesta peça recuperada del passat, intentem reconstruir una part del paisatge que es desenvolupava al que actualment és el Vallès fa uns 230 milions d'anys.

### **LA PALEONTOLOGIA A CATALUNYA**

La història de la recerca paleontològica a Catalunya es pot considerar que comença amb les figures de Jaume Almera i de Lluís Marià Vidal i Carreres. El primer va iniciar l'escola geològica del Seminari Diocesà de Barcelona i va estar activament lligat al desenvolupament del Museu de Paleontologia del Seminari, el qual va ser en els seus inicis, l'any 1847, i durant unes dècades, el principal centre dedicat als estudis paleontològics. Diversos deixebles de Jaume Almera, com varen ser Norbert Font i Sagué i Marià Faura i Sans, continuaren la tasca iniciada a mitjans del segle passat i la desenvoluparen en l'àmbit dels Estudis Universitaris Catalans i en el Servei del Mapa Geològic de Catalunya, a principis d'aquest segle.

Per la seva banda, Lluís Marià Vidal va centrar la seva obra en el Cretaci i en el Terciari inferior, part d'ella reeditada ara fa poc (1993), i també és conegut pel descobriment del jaciment de Santa Maria de Meià, a Montsec, que ens ha proveït de gran quantitat de fòssils en les seves calcàries litogràfiques.

A partir dels anys vint, apareix en el panorama de la paleontologia catalana la figura de Josep Ramon Bataller, successor d'en Jaume Almera en la direcció del Museu del Seminari, que centra la seva activitat en l'estudi dels mamífers del Terciari i en les faunes marines del Juràssic i Cretaci.

No és fins després de la guerra civil, i en la dècada dels anys quaranta, que no es produeix l'expansió de la paleontologia a Catalunya amb la participació de Lluís Via, Miquel Crusafont, Josep Fernández de Villalta i Jaume Truyols. El primer fou deixeble d'en Bataller i va portar a terme una gran tasca d'investigació de fauna



Foto 1: Ermita de la Móra, o la Calma, que dona nom al jaciment

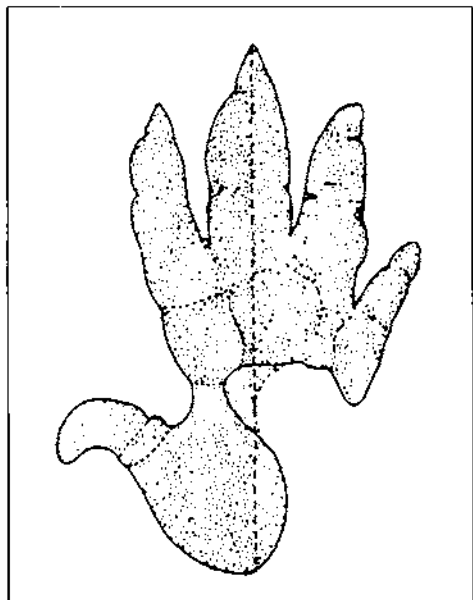


Figura 1: Incaneta típica d'extremitat posterior de *Chirotherium*



Foto 2: Aspecte que presenten els ossos en una excavació, quan es conserva la matèria mineral original (excavació paleontològica al Pleistocè inferior d'Incarcol, al pla de l'Estany. Ossos d'elefant)

invertebrada, així com una reactivació del Museu del Seminari Diocesà de Barcelona. Per la seva banda, durant la col·laboració conjunta que varen dur a terme Miquel Crusafont, Josep Fernández de Villalta i Jaume Truyols, fins a mitjans dels anys cinquanta, varen proveir la ciència catalana de nombrosos treballs de diversa temàtica i varen posar al descobert un seguit de jaciments, principalment en la zona del Vallès i el Penedès, activitats que varen continuar posteriorment per separat els dos primers, mentre que J. Truyols va desenvolupar la seva tasca a la Universitat d'Oviedo.

Actualment, a Catalunya hi ha diversos centres dedicats d'una forma plena a l'estudi dels fòssils i a la seva exposició, com són l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell, pertanyent a la Diputació de Barcelona i que es dedica de forma exclusiva a la paleontologia de vertebrats, el Museu de Geologia de l'Ajuntament de Barcelona (antic Museu Martorell) i el Museu de Geologia del Seminari de Barcelona, amb una ampla col·lecció d'invertebrats, peixos, amfibis i rèptils.

Dins de l'àmbit universitari, i en els departaments de paleontologia de les facultats de ciències a la Universitat Autònoma de Barcelona i a les facultats de biologia i de geologia de la Universitat Central de Barcelona, es duen a terme tasques relatives a l'estudi dels invertebrats.

En altres centres i museus es desenvolupa una tasca a nivell paleontològic que sol ser secundària en el conjunt de les actuacions dels centres. Així, trobem que en museus comarcals com l'Arqueològic de Banyoles, o el Museu de Vilafranca del Penedès, hi ha dipòsit de materials paleontològics provinents de jaciments de la rodalia i que es troben en exposició o bé emmagatzemats, compartint la paleontologia amb altres temàtiques. Per últim, en diversos museus locals, com el Municipal d'Alcover, el Museu Arqueològic i Paleontològic de Moià, el Museu Torre de Balldovina de Santa Coloma de Gramenet o en el Museu de Geologia i Mineralogia del departament de paleontologia de l'Universitat Politècnica de Manresa, hi trobem petites col·leccions de fòssils, vertebrats i invertebrats, que solen ser testimonials i sense un projecte museològic definit. Així mateix, a Lleida, hi trobem el Centre d'Estudis Ilerdencs, el qual realitza excavacions i estudi dels fòssils extrets.

## EL LABERINTODONT DE LA CALMA. HISTÒRIA DEL JACIMENT

La història del descobriment, recuperació i restauració del fòssil trobat en el Montseny, esdevé el prototip de procés que es dona en molts dels casos de troballes paleontològiques que cauen fora de l'abast de les línies d'investigació principals a Catalunya.

La primera notícia ve donada gràcies a l'avís que efectuaren el senyors Emili Ramon i Pere Font, dos afeccionats a l'arqueologia, que en una de les seves sortides al Montseny trobaren unes estructures que van identificar com a ossos. Aquestes estructures corresponien a dues unitats fossilíferes diferents, la primera d'elles constava de diverses vèrtebres fusionades en un bloc de gresos vermells i la segona consistia en ossos

no identificables que es trobaven prop de l'ermita de la Móra (Foto 1). Aquesta informació va arribar al Museu de Granollers-Ciències Naturals, el qual per mediació del seu conservador, el senyor Antoni Arrizabalaga, va arribar al Servei d'Arqueologia de la conselleria de Cultura de la Generalitat de Catalunya, organisme competent en el camp de la conservació del patrimoni, ja sigui arqueològic o paleontològic.

A Catalunya, tal com s'ha esmentat anteriorment, el gruix de les excavacions de vertebrats fòssils el porta el personal de l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell, al qual li va ser notificada la troballa. En una primera inspecció visual del terreny, el Dr J. V. Santafè, l'especialista en dinosaures de l'Institut, va creure que es tractava de les restes d'un rèptil, possiblement d'un crocodilià. Fins aleshores, en els terrenys vermellencs de la mateixa edat que s'estenen per la franja litoral catalana, només s'hi havien trobat restes disperses d'algun rèptil i petjades (icnites, en terminologia paleontològica) també d'un rèptil del Triàsic, concretament a *Chirotherium* (Fig 1).

Davant del fet que no hi havia cap investigador de l'Institut interessat en l'estudi o disponible per tal de realitzar l'excavació que permetés recuperar el fòssil, i per causa del perill de degradació evident a què estaven sotmeses les restes trobades, es va demanar una excavació d'urgència que va ser concedida i realitzada pels autors d'aquest article. Aquesta excavació es va realitzar els dies 27, 28 i 29 de juny de 1990.

## ELS FÒSSILS I LA PALEONTOLOGIA

Un fòssil es defineix com qualsevol resta d'organisme o traça de la seva activitat que es va desenvolupar en el passat i que trobem petrificat. L'estat de conservació amb què trobem els fòssils ve condicionat pels processos que actuen des que mor l'organisme fins a l'extracció de les seves restes.

La paleontologia és la ciència que estudia els fòssils. Per mitjà d'aquesta ciència s'intenta reconstruir com eren els organismes que han habitat la terra en els diferents períodes geològics, i amb l'ajut de la geologia es pot deduir el tipus d'ambient on es desenvolupaven aquests organismes.

Les restes fòssils només es troben en les roques sedimentàries, que estan formades a partir d'altres roques degradades i resedimentades en un altre lloc. La roca sedimentària resultant dependrà de diversos factors: la distància recorreguda per les partícules, el tipus de partícula (hi ha partícules que es degraden molt fàcilment com són les miques i els feldspats), el clima, etc. D'aquesta manera obtenim roques com els gresos, conglomerats, argiles... Un altre tipus de roca sedimentària és la que es forma per processos químics al mateix lloc on queden dipositades. És el cas d'algunes calcàries, el sílex, etc.

Les roques formades sota el mar solen ser les més riques en fòssils, a causa de les òptimes condicions que es donen (enterrament ràpid, abundància d'organismes...), mentre que els jaciments fòssils d'origen continental són excepcionals i només s'acostumen a trobar en cubetes que han pogut actuar com a trampes sedimentàries (petits estanys, vores de llac, fons de coves, meandres de rius...).



Foto 3: Seqüència del procés d'extracció d'un fòssil amb l'ajuda d'una màmia de poliuretà

- sec. 1: L'os es neteja per la part superior i laterals, deixant la part inferior individualitzada en un bloc de sediment
- sec. 2: L'os es protegeix embolicant-lo amb paper d'alumini o plàstic
- sec. 3: Es prepara un embocall de cartró que delimitarà la mida de la màmia
- sec. 4: Es barregen els dos components del poliuretà: isocianat i poliol
- sec. 5: El poliuretà líquid s'oboca sobre el fòssil

La formació d'un fòssil és un procés complex en què actuen diversos mecanismes físico-químics. Un cop mort l'organisme, ha de quedar ràpidament soterrat, cosa que impedirà la destrucció de l'esquelet per part d'agents externs. A partir d'aquí es donen els següents mecanismes que converteixen l'esquelet en un fòssil:

- Que s'hagi produït una conservació de la matèria mineral original i de la seva estructura. Es conserva així mateix l'estructura original del fòssil. Aquest fet es dona, majoritàriament en fòssils d'edats recents (pliocens i quaternaris), ja que amb el pas del temps augmenta la possibilitat de perdre la matèria mineral original (Foto 2).

- Que hi hagi un canvi químic que alteri la matèria mineral original. Això es produeix per dos mecanismes: substitució o reemplaçament.

La substitució és un intercanvi molècula a molècula de manera que es conserva l'estructura interna original de la resta. Aquest és el cas típic dels vegetals silicificats i pot donar com a resultat la conservació de l'estructura interna.

Pel que fa al reemplaçament, aquest pot tenir dos processos diferents: l'un és la pèrdua d'algun dels elements originals que formen el fòssil i l'enriquiment de la resta dels elements (és el cas de la carbonització). L'altre quan es produeix una reorganització dels minerals originals en altres formes cristal·lines; aquest cas s'anomena recristal·lització. L'exemple més freqüent en la recristal·lització és el pas de l'aragonita a la calcita.

- Un altre tipus de fossilització, que s'anomena impregnació, és la que es produeix quan la resta esquelètica queda reforçada per la precipitació de minerals addicionals. Aquests minerals addicionals substitueixen l'espai anteriorment ocupat per la matèria orgànica. Tot i que aquest pot considerar-se un tipus de fossilització a part, es pot donar també en major o menor proporció en els casos descrits anteriorment. Els minerals d'impregnació més freqüents són la calcita i la sílice.

- Quan no es conserva cap resta material de l'esquelet originari i solament en queda la forma, tenim en aquest cas la formació de motlles; és el que es coneix com a conservació indirecta. En cas que les cavitats de l'organisme desaparegut hagin estat reomplertes de sediments mentre aquest encara no estava dissolt, el motlle ens mostrarà les característiques internes de l'esquelet, és un motlle intern. En el cas contrari, el del motlle extern, el sediments que inclou l'organisme desaparegut o dissolt, és el que en manté les característiques externes. Si dins del mateix procés es reomplen les cavitats, obtindrem una rèplica idèntica morfològicament a la de l'esquelet original.

-Hi ha un cas de fossilització excepcional que es produeix quan queda conservada la matèria tova de l'organisme. En alguns casos la resta queda embolcallada per una substància que l'aïlla de l'exterior i n'impedeix la descomposició. Exemples d'aquest procés serien els insectes embolcallats per ambre o els mamuts conservats en el gel. Altres casos de fossilització excepcional serien la conservació de teixits per deshidratació en ambients àrids, com la pell i tendons d'alguns dinosaures momificats.

Quan les restes que trobem no són organismes sinó traces de l'activitat d'aquests (traces de petjades de vertebrats, perforacions de cucs en el sediment, excrements fòssils o copròlits, egagròpiles, restes d'ous, etc.) són anomenades icnofòssils.

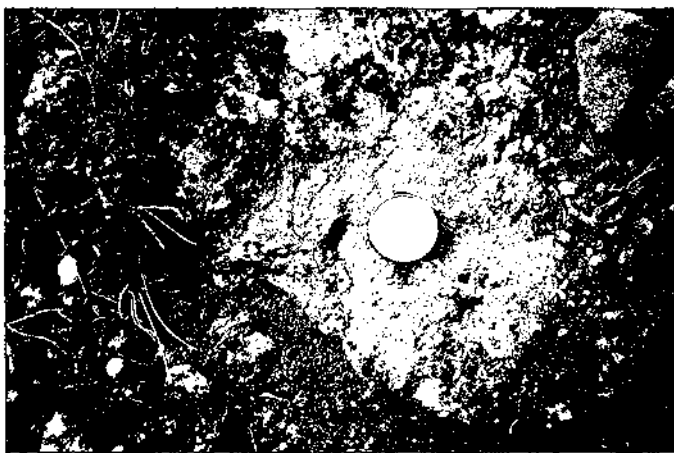


Foto 4: Aspecte que presenten els ossos en el jaciment. En el cas de la fotografia, s'hi pot veure un fragment de vèrtebra



Foto 5: Fragment de la placa amb fòssils un cop extreta i que actualment està en procés de restauració

## ELS FÒSSILS EN EL TEMPS. DATACIONS ABSOLUTES I RELATIVES

Tal com ja s'ha dit, les roques sedimentàries són les que ens proveeixen de la major quantitat de fòssils. Aquestes roques sedimentàries es dipositen formant capes de diferents gruixos que s'apilen consecutivament l'una damunt l'altra. Els organismes morts queden enterrats en el sediment de la seva època i per tant cada capa tindrà fòssils diferents. Això implica que els fòssils més antics els trobarem a les capes inferiors, i els més moderns a les superiors. No obstant això, hem d'anar amb compte perquè es poden produir algunes excepcions: els fenòmens geològics que han actuat durant el temps fan que moltes vegades no es trobin les capes estratificades en la seva posició horitzontal original sinó que, com es pot observar en talls fets a carreteres, pedreres, etc., els estrats s'han inclinat fins a disposar-se en posició vertical, o fins i tot s'han capgirat, cosa que fa invertir la seqüència.

Tenint en compte les possibles excepcions, es poden realitzar el que s'anomenen correlacions estratigràfiques. Aquestes correlacions es basen en el contingut de fòssils de les capes. Així, si tenim dues capes separades molts quilòmetres però amb els mateixos fòssils, es pot dir que pertanyen a la mateixa època geològica, és a dir, es poden correlacionar.

Aquest tipus de datació, per comparació entre els fòssils de diferents nivells estratigràfics, es coneix com a datació relativa.

L'altre tipus de datació és l'anomenada absoluta i amb ella s'intenta determinar l'edat en anys dels fòssils i de les capes que els contenen. Aquest mètode es basa en estudis físico-químics de desintegració d'isòtops. Els mètodes més utilitzats són els del  $C^{14}$  per a edats recents (fins a 50.000 anys) i potassi-argó, entre d'altres. Aquests mètodes tenen l'inconvenient que, a mesura que tractem materials més antics, la seva fiabilitat disminueix.

## METODOLOGIA D'EXCAVACIÓ

Tot i que l'excavació ideal no existeix, intentarem fer una síntesi del seu procés en el cas dels jaciments de vertebrats, on la densitat de restes fòssils no és tan elevada com en els d'invertebrats. Així, el primer pas és una delimitació del nivell fossilífer i de l'extensió en superfície, per la qual cosa es fa una prospecció detallada dels voltants de la zona fossilífera.

ERATEMA	SISTEMES	M.A.	
Cenozoic	Quaternari	2	
	Terciari	Neogen	24
		Paleogen	65
Mesozoic	Cretaci	144	
	Juràssic	213	
	Triàsic	248	
Paleozoic	Permianà	286	
	Carbonífer	360	
	Devonià	408	
	Silurià	438	
	Ordovicià	505	
	Cambrià	590	
	Precambrià		

SISTEMA	SÈRIE	ESTATGES	M.A.	FÀCIES GERMÀNIQUES
Triàsic	Superior	Retià		Infralias
		Norià	219	
		Caruà	225	Keuper
	Mitjà	Ladirià	231	
		Anisià	238	
		Escitià	243	Muschelkalk
Inferior				Buntsandstein

Taula 1: Taula que mostra les divisions i subdivisions més comunes dels temps geològics en els darrers 590 milions d'anys

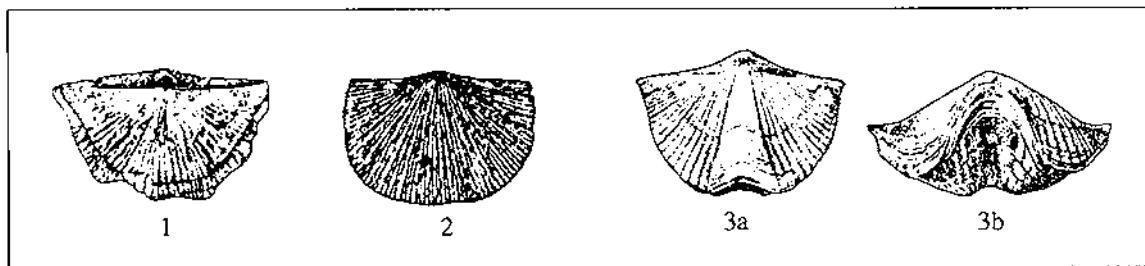


Figura 2: Diversos braquiòpodes. Es poden observar alguns dels seus trets característics, com són: la simetria axial i l'ornamentació radial de la closca i el forat peduncular. Els braquiòpodes 1 i 2 són d'edat paleozoica, molt semblants als que s'han trobat a la Móra. El braquiòpode 3 és del Mesozoic.

L'excavació se sol fer seguint plans horitzontals, per tal de rebaixar tota la superfície del jaciment; per això s'obre un front, d'un gruix que depèn de la potència del nivell fossilífer, a partir del qual es va avançant. Les eines utilitzades per a l'extracció del sediment que envolta els fòssils depenen de la seva duresa. Van des d'un martell percutor fins a petites piquetes. Quan hi ha indicis de la presència d'un fòssil es passa a treballar amb punxons, tornavisos i pinzells per tal de no fer malbé les peces. En els treballs de camp s'utilitzen diverses substàncies consolidants que eviten la fragmentació i la disgregació de les restes que s'extrauen. Si les peces són molt fràgils o tenen una certa grandària, per retirar-les cal protegir-les amb poliuretà expandit, o bé, com s'ha anat realitzant tradicionalment, amb guix o escaiola (Foto 3).

Per tal de poder tenir el major nombre de dades a l'hora de fer l'estudi del jaciment, es coordinen totes les restes calculant la seva orientació i el seu cabussament. El conjunt d'aquestes dades es poden projectar en plantes que permeten una visualització de la situació relativa dels ossos. Aquestes dades ens indiquen alguns processos que s'han donat després de la mort de l'organisme (transport per corrents, acció de predadors, etc.).

En el cas de l'amfibi trobat a la Calma, quan es va realitzar una neteja superficial del terreny, es va descobrir un espai amb ossos d'aproximadament 1,5 metres quadrats que s'enfonsava cap al nord. La capa que incloïa els ossos estava en part a l'aire lliure i en part coberta per una fina capa de sòl edàfic força disgregat. Malgrat que el material que conté les restes és d'una duresa superior als ossos i que alguns d'ells havien sofert una perllongada exposició a l'aire lliure, el seu estat de conservació era força bo (Foto 4). Les restes conservades sota el sòl vegetal, però, ja havien començat a patir el procés de disgregació mecànica de la roca.

Al problema de la duresa de la matriu sorrenca, s'hi afegia l'estat dels ossos, afectats per processos post-sedimentaris de compactació i deformació. És per tots aquests motius que hom va desistir de realitzar una extracció peça per peça. Així, tenint en compte que el gruix mitjà de la capa on es trobaven les restes era aproximadament d'uns 6-8 cm, es va extreure l'estrat corresponent a la zona fossilífera (Foto 5).

Tot el material extret, va ser dipositat, provisionalment, a l'Institut de Paleontologia Miquel Crusafont de Sabadell, amb vista a fer més endavant una restauració dels ossos.

El desconeixement inicial del grup al qual podien pertànyer les restes recuperades a la Calma va obligar a un replantejament dels treballs de restauració. La principal dificultat amb què ens vàrem trobar va ser la manca d'estudis sobre aquests vertebrats a nivell internacional i, sobretot, nacional. Així mateix, el nombre d'investigadors especialistes en aquest tema és molt reduït.

Davant d'aquestes consideracions es va proposar que des del Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya es fessin els passos necessaris perquè aquestes restes poguessin ser restaurades i estudiades d'una forma correcta. En aquell moment la intenció era aconseguir una col·laboració amb la institució que a Catalunya treballa de forma específica en la paleontologia de vertebrats: l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell. Finalment es va poder aconseguir una cessió de la infraestructura necessària per a la seva restauració i estudi.

## HISTÒRIA GEOLÒGICA DE LA ZONA DEL MONTSENY

El Montseny, tal com el coneixem avui, és el resultat d'una llarguíssima història geològica que comprèn aproximadament uns 540 milions d'anys. Desxifrar aquesta història no és una tasca gens fàcil, ja que les dades de què es disposa (les roques) estan moltes vegades incompletes i alterades per diversos processos. Això no obstant, es pot fer una petita síntesi a partir d'aquestes dades (Taula 1).

La nostra història comença, com ja hem dit, fa uns 540 milions d'anys, quan tota la zona del Montseny, així com la major part de l'actual península Ibèrica estava inundada per un mar poc profund en el fons del qual es

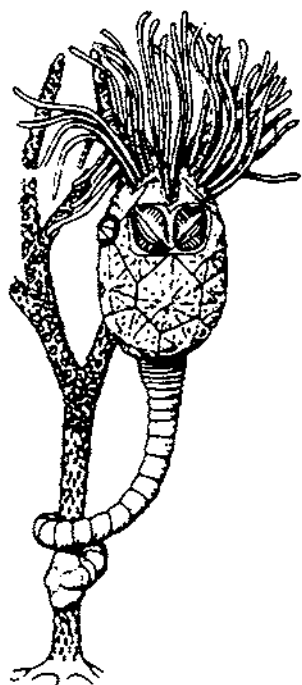


Figura 3: Crinoideus

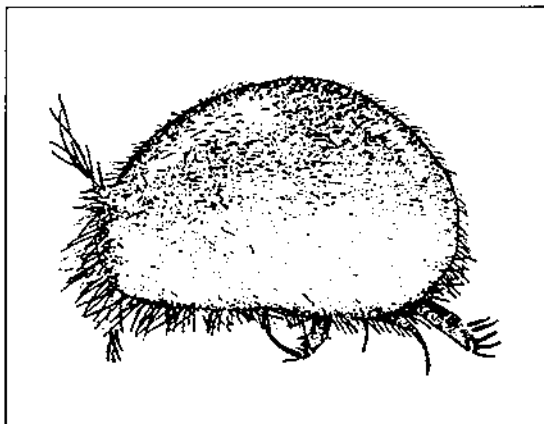


Figura 4: Ostràcode actual. La seva mida és mil·limètrica



Foto 6: Detall d'un paquet de gresos groilers de reompliment de canal. S'observen les estratificacions creuades que corresponen a les marques produïdes pels corrents d'aigua

dipositaven grans quantitats d'argiles i sorres que més endavant donarien lloc a una potent successió de pissarres i gresos visible a la major part de la zona SE del Montseny. En alguns punts, on les condicions eren propícies, es van formar nivells de calcàries que després d'un procés anomenat metamorfisme es van convertir en marbres com els que s'han explotat al poble de Gualba. Tota aquesta successió ha estat sempre molt difícil de datar a causa de la quasi nul·la presència de fòssils. Tot i això, a la zona de la Móra, a 1 km aproximadament de can Picamena, s'ha trobat un jaciment de fòssils amb braquiòpodes que han permès datar la part alta de la sèrie com a Ordovicià (Fig. 2). Aquest és un dels poquíssims jaciments de fòssils d'aquesta edat que es troben a Catalunya. A la sèrie que es troba per sota d'aquest nivell fòssilífer se li ha atribuït clàssicament una edat de Cambrià-Ordovicià.

A sobre d'aquesta successió trobem unes pissarres negres típiques que indiquen que el mar s'ha fet més profund. Aquestes pissarres es coneixen des de fa molt temps a la zona de la riera de l'Avencó i han pogut ser fàcilment datades com a silurianes gràcies a l'abundant fauna de graptòlits que contenen.

Al final del Silurià i durant el Devonià, el mar en aquesta zona es va fer poc profund. La poca profunditat del mar fa que les aigües siguin càlides i ben il·luminades, cosa que va fer possible el desenvolupament d'abundant fauna. L'acumulació de les closques d'aquests animals va donar lloc a la formació de calcàries molt riques en fòssils de cefalòpodes, crinoids, conodonts i ostràcodes que faciliten la datació (Fig. 3 i 4).

Fins aquí s'ha pogut descriure una història més o menys contínua d'esdeveniments des del Cambrià fins al Devonià. Ara ens trobem que ens falta un capítol de la història: no es troben roques de la part final del Devonià i del principi del Carbonífer. La manca de registre sedimentari en una zona (és a dir, la pèrdua d'un "capítol" de la història geològica d'aquella zona) és el que en geologia es coneix com a llacuna estratigràfica.

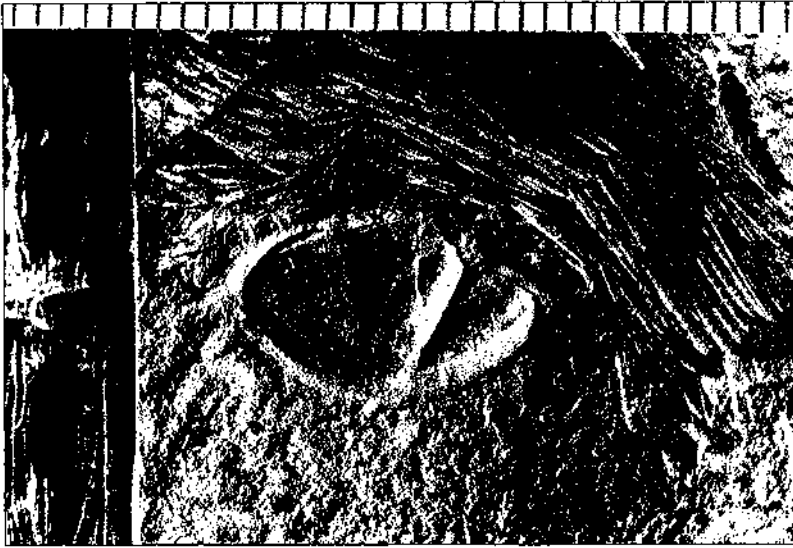
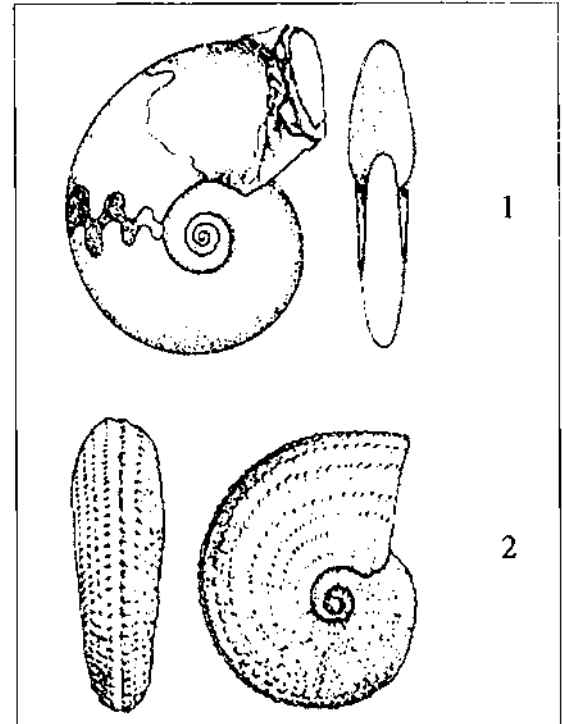


Foto 7: Trilobit del Carbonífer de Cànoves (Col. Emili Ramon)

Figura 5: Dos gèneres d'ammonits triàsics. 1: *Opticeras*, del Triàsic inferior; 2: *Protadyceras*, del Triàsic superior

La història es reprèn amb una sèrie de sediments de l'edat Carbonífera que reflecteixen una progressiva pèrdua de profunditat del mar. Aquesta sèrie comença amb unes roques típiques d'ambients molt profunds: pissarres i lidites. Les lidites són roques típicament de color negre que s'han format com a producte de la decantació lentíssima d'organismes microscòpics amb closca silícia: els radiolaris. S'han dipositat molts quilòmetres mar endins, on no arriben ni els sediments més fins, i on només arriben els radiolaris formant part del plàncton marí. Un gruix d'uns pocs centímetres de lidites representen milers o fins i tot milions d'anys. Sobre les lidites es van dipositar unes argiles de mar una mica menys profundes, que han donat lloc a pissarres de color verdós que a la zona nord de Cànoves i Samalús han lliurat fòssils de trilobits típics del Carbonífer (Foto 7). Per últim, la sèrie carbonífera acaba amb una potent successió de gresos i conglomerats visibles també al nord de Cànoves. Aquests materials grollers són el producte de l'erosió d'una serralada que s'està aixecant i que marcarà el final de tot un cicle geològic. Aquesta serralada (anomenada serralada Herciniana), que s'estenia per bona part d'Europa, Amèrica i Àfrica, és una sutura formada a causa de la col·lisió d'aquests continents per formar un únic continent: Pangea. La formació de la serralada va afectar tots els materials descrits. A causa dels processos de col·lisió, els sediments es van plegar i trencar, fins a formar el trencaclosques que veiem avui. Durant les fases finals de la formació de la serralada, van emergir els granits que avui veiem en bona part del massís del Montseny i la resta de les serralades costaneres. Aquests granits, ascendien a temperatures molt elevades i per causa d'això s'anaven modificant les característiques físiques i químiques de les roques sedimentàries plegades que anaven travessant. Aquests canvis físics i químics que pateixen les roques quan són sotmeses a altes temperatures i/o pressions, és el que es coneix com a metamorfisme.

Quan la serralada es va haver aixecat, els agents externs (rius, gel, vent, etc.) van anar arrasant-la lentament fins que va quedar una superfície més o menys plana. Aquesta superfície va ser la base per un nou cicle sedimentari: l'anomenat cicle alpi. Aquest cicle comença a la zona del Montseny amb uns materials de color vermell típic dipositats principalment per torrents en un medi subaeri àrid: són les argiles, gresos i conglomerats del Triàsic inferior coneguts com a fàcies Buntsandstein. És dintre d'aquest capítol on s'han trobat les restes de l'amfibi descrites en aquest treball.

L'estratigrafia de la part inferior del Buntsandstein a la zona de la Móra, trobem uns conglomerats basals en contacte amb el paleozoic plegat, seguits d'una alternança de gresos grollers i fins, que porten intercalats petits paquets de gresos molt durs de colors blanquinosos, amb marques de corrents d'aigua. Aquests paquets de gresos durs són la resta d'antics canals per on circulaven episòdicament corrents d'aigua (Foto 6). Els gresos





Foto 8: Primer crani de copilosaure trobat a la Calma

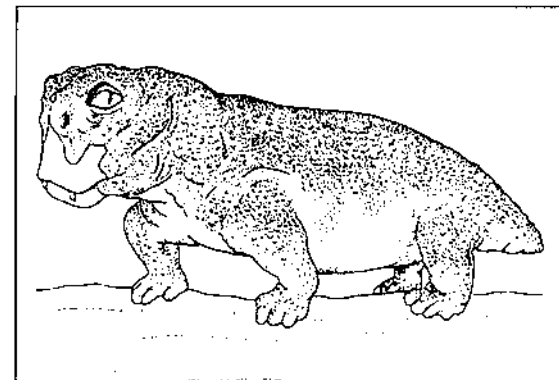


Figura 6: Reconstrucció hipotètica d'un *Lystrosaurus*, rèptil herbívor del Triàsic inferior

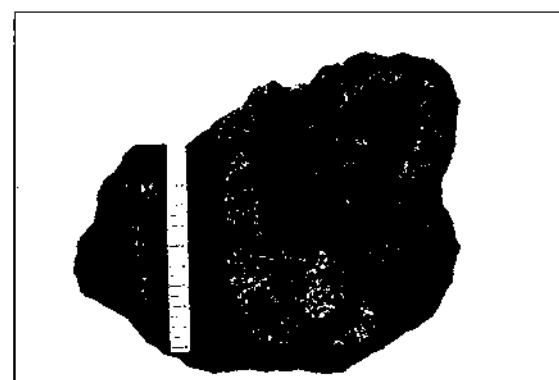


Foto 9: Segon crani trobat a la Calma

més fins que els envolten són sediments que transportaven els corrents i que es repartien per tota la plana quan es desbordaven.

Posteriorment, la zona va quedar envaïda per un mar poc profund que va deixar un paquet de calcàries que actualment forma escarpats cingles en bona part de la vall del Congost en el seu pas per la zona oest del Montseny. Més endavant, el mar retrocedí, per tornar a inundar la zona posteriorment. Així, sobre el primer paquet de calcàries, tenim un interval de sedimentació continental seguit d'un segon paquet de calcàries marines. A les pedreres d'Aïcover (Tarragona), aquestes calcàries han donat fòssils de peixos, rèptils i nombrosos invertebrats.

Per sobre del darrer paquet calcari Triàsic, aquesta zona presenta una importantíssima llacuna estratigràfica que comprèn el sostre del Triàsic, tot el Juràsic i tot el Cretaci. En total, uns 160 milions d'anys. El fet que al sud del riu Llobregat no presenti aquesta llacuna ha fet pensar que la zona del Montseny potser estava emergida i hi havia condicions favorables per a l'erosió, però no per a la sedimentació.

Els materials que hi ha per sobre del Triàsic a la zona del Montseny, corresponen a l'inici de la era Terciària. Són conglomerats, gresos i argiles de color vermell, dipositats per torrents en un ambient potser semblant al de les fàcies Buntsandstein del Triàsic basal. Contenen un gasteròpode fòssil típic, la *Vidaliella gerundensis*, i s'han datat com a paleògens. En aquest moment, la geografia de la zona està marcada per l'existència d'un massís que comprenia tota la zona que avui ocupen les serralades costaneres i que s'estenia cap a l'est, on actualment es troba el Mediterrani (s'ha anomenat massís Catalano-balear). Aquest massís, juntament amb la serralada pirinenca que s'estava aixecant, delimitaven un mar interior poc profund, situat en l'actual depressió de l'Ebre, de la qual la depressió central catalana n'és una petita part. Els rius que circulaven per aquests massissos anaven a parar a aquest mar interior, i deixaven la seva càrrega sedimentària més grollera a la desembocadura formant deltes. Aquests deltes els veiem avui fossilitzats com a acumulacions de conglomerats i gresos com els que formen Montserrat, Sant Llorenç, etc. A la zona que ens ocupa, aquests conglomerats es poden veure sobretot a la zona oest del Montseny, a prop del coll d'en Tripeta. A les zones més interiors d'aquest mar, es van sedimentar materials clarament marins molt rics en fòssils que els datem com a pertanyents a l'Eocè. Com exemples podem citar les calcàries d'esculls coralins de Centelles, les margues de

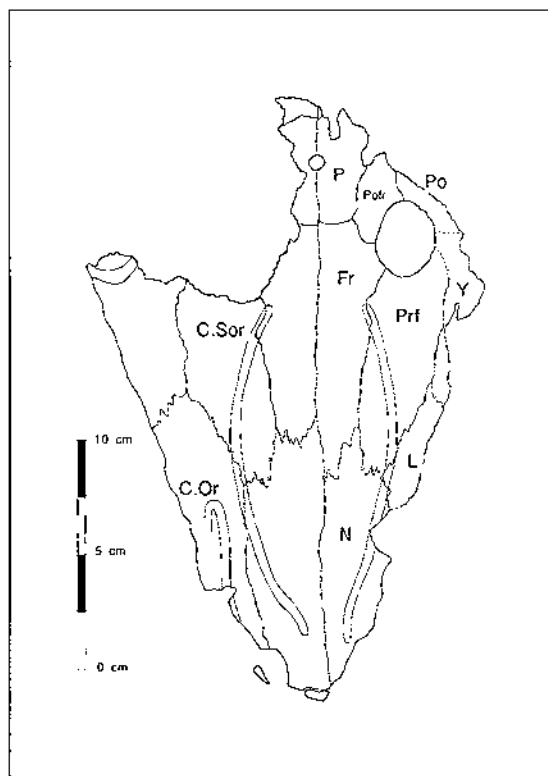


Figura 7: Dibuj de les restes del primer crani trobat a la Calma i que correspon a la peça de la foto 8. S'indiquen els diferents ossos que el componen: P: Parietal; Pofr: Postfrontal; Po: Postorbital; Fr: Frontal; Prf: Prefrontal; Y: Jugal; L: Lacrimal; N: Nasal; C.Sor: Canal Supraorbital; C.Or: Canal orbital

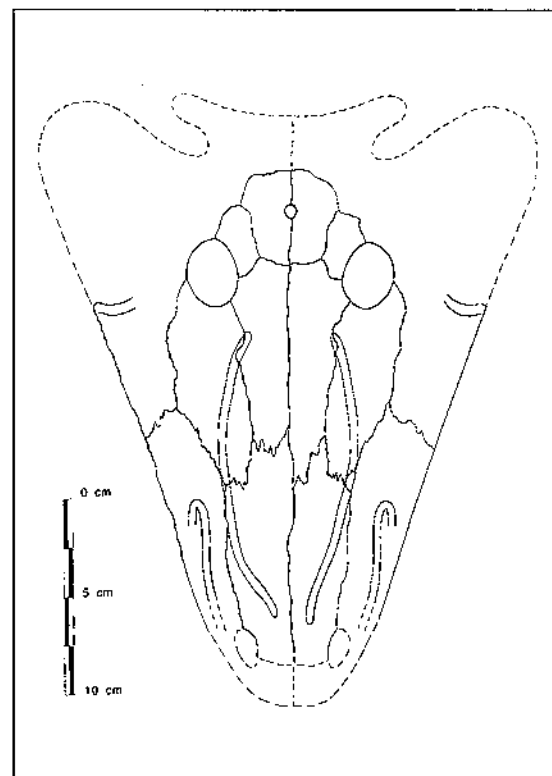


Figura 8: Reconstrucció del crani de *Parotosaurus* a partir de les dues restes cranials trobades (veure fotos 8 i 9).

Vic, etc. El següent pis geològic representat a la zona del Montseny és l'Oligocè. Al sud est del Montseny, a Campins, hi ha un petit aflorament de roques d'aquesta edat. Han estat formades a partir de sediments que es van dipositar al fons d'un llac.

La fase final d'aquesta història comença al Miocè, quan una sèrie de grans falles paral·leles afectaren al massís Catalano-balear individualitzant blocs aixecats i blocs enfonsats. Als blocs aixecats els anomenem avui serralada costanera catalana i serralada pre-litoral catalana, mentre que els blocs enfonsats són la depressió del Vallès-Penedès i el pla de Barcelona. És en aquest moment quan el massís del Montseny es destaca com a tal, en haver estat aixecat respecte al Vallès pel moviment vertical d'una important falla. Per la seva banda, el Vallès s'ha estat omplint de sediments des del Miocè fins avui.

## ELS ALTRES FÒSSILS DEL MONTSENY

A part de la fauna continental triàsica trobada a la zona de la Calma, s'ha fet esment d'alguns fòssils que es poden trobar en altres pisos geològics representats en el Montseny, i dels quals tot seguit es farà una petita introducció.

- **Fòssils de l'Ordovicià.** Els jaciments d'aquesta edat que es troben al Montseny (la Móra, Cànoves), han donat únicament closques de braquiòpodes, que són animals exclusivament marins protegits per dues valves desiguals i de dimensions i forma diferents (Fig. 2). Una de les valves forma un ganxo a la seva part posterior proveït d'un forat pel qual surt un peduncle amb el qual l'animal s'enganxa a les roques. Els braquiòpodes apareixen al Cambrià i tenen un gran desenvolupament durant el Paleozoic i van evolucionar al llarg de tot el temps geològic tot superant els episodis d'extinció fins avui, que són abundants en litorals de profunditat moderada.

- **Silurià: els graptòlits.** Els graptòlits són formes únicament paleozoiques que es conserven quasi sempre com a petites marques a la roca. D'aquí els ve el nom, que vol dir "dibuix a la roca". És un grup d'animals que encara no se sap ben bé el que eren. Se sap que formaven colònies d'individus amb forma de petites branques, adherits

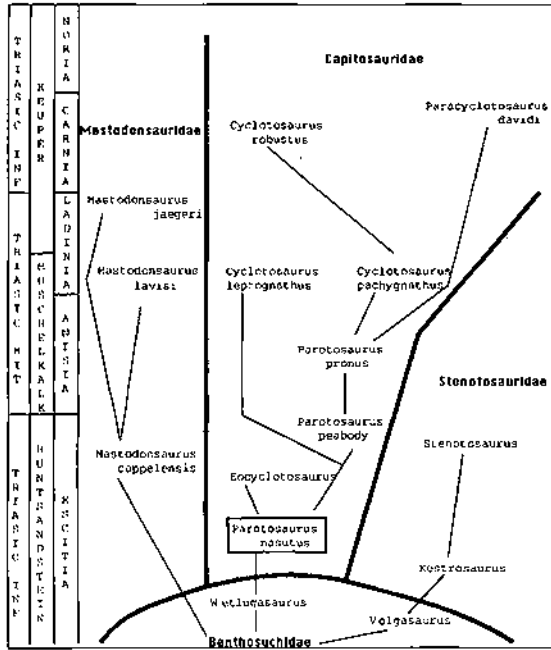


Figura 9: Arbre filogenètic dels capitosaures. La resta trobada a la Colòmbia s'atribueix al *Parotosaurus nasutus*, un dels primers capitosaures (a partir de Paton, 1974)

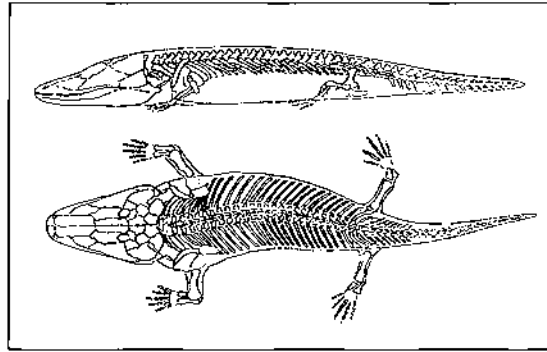


Figura 10: Reconstrucció d'un capitosaure típic: el *Paracycloptosaurus*. Mesura uns 2 metres de longitud (extret de Watson, 1958)

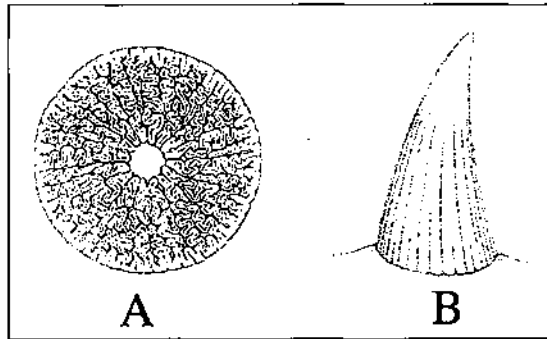


Figura 11: Dents lobarintodòntiques. a; secció d'una dent que mostra l'estructura típica de l'esmalt formant un lobarini. b; Aspecte de la dent cònica, típica de lobarintodont

a una massa flotant que surava a la superfície del mar, o bé vivien ancorats al fons. Són comuns a la riera de l'Avencó o a Samalús.

- **Les calcàries del Devonià.** La fauna de les calcàries és molt abundant i consta de diverses espècies:

**Cefalòpodes:** família a la qual pertanyen els actuals calamars, pops, sípies i el nautilus. La trobem representada per *Orthoceras* que tenia una closca cònica i allargada i algunes espècies arribaven fins els dos metres de longitud. Apareixen l'Ordovicià i desapareixen en el Triàsic.

**Crinoïdeus:** grup dintre de la família dels equinoderms. La seva morfologia consta d'una part central més o menys esfèrica formada per plaques, de la qual surten uns braços encarregats d'atrapar l'aliment en suspensió a l'aigua. Viu fixat al fons per una tija segmentada. Les parts que més comunament trobem fossilitzades són els talls de la tija amb formes circulars o d'estrella (Fig. 3).

**Conodonts:** són peces d'ordre mil·limètric que durant molt temps no se sabia a quin organisme pertanyien. Tenen forma de dent cònica corbada amb apòfisi. Actualment s'atribueixen a uns organismes anomenats conodontats que apareixen al Cambrià i s'extingeixen al final del Triàsic. Han resultat molt útils per datar les calcàries del Devonià.

**Ostràcodes:** són petits crustacis de fins a uns 20 mil·límetres protegits per una closca bivalva calcificada. Apareixen a l'inici del Paleozoic i encara avui són abundants. Es classifiquen segons la forma i l'estructura de la closca i són importants per a la datació de sediments (Fig. 4).

- **Carbonífer, els darrers fòssils paleozoics.** La part basal de la sèrie d'edat carbonífera del Montseny ha donat trilobits a les localitats de Cànoves i Samalús. També s'han trobat alguns braquiòpodes.

El trilobits (Foto 6) són artròpodes únicament paleozoics que tenen un cos amb closca quitinosa segmentat en tres zones o lòbuls, d'aquí el seu nom. Es consideren com els avantpassats de tots els artròpodes. Vivien al fons del mar remenant el fang en busca de partícules orgàniques per alimentar-se. Són excel·lents datadors de sediments, i les espècies trobades al Montseny (*Drevermania* i *Phillipsia*) són típiques del Carbonífer inferior.

- **El Triàsic marí.** Per sobre del Triàsic continental (Buntsandstein) apareixen les calcàries, també d'edat Triàsica que en algunes localitats com Centelles han donat braquiòpodes (*Mentzelia*) i alguns cefalòpodes, concretament ammonits. Els ammonits són típicament mesozoics, tenien la closca enrotllada i eren semblants al actual nautilus.

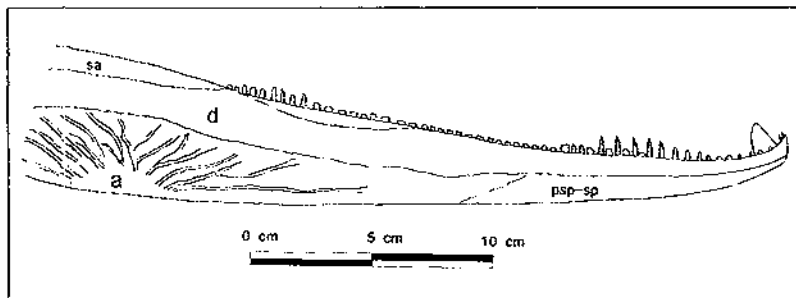


Figura 12: Reconstrucció de la mandíbula que mostra els diferents ossos que la componen (vegeu foto 10). a: angular; d: dentari; sa: supraangular; psp-sp: postesplenial i esplenial. Les dents que es veuen al mig de la mandíbula estan seccionades. En vida de l'animal eren de forma cònica



Foto 10: Fotografia de la mandíbula del capitosaure de la Calma

- **Paleocè i Eocè.** Als sediments vermells del Paleocè es troba quasi exclusivament una espècie fòssil: el gasteròpode continental *Vidaliella gerundensis* antigament conegut com *Bulimus*. S'ha citat nombroses vegades a la zona del Figueró.

A l'Eocè, l'establiment d'un mar poc profund a la zona de la depressió central catalana va permetre que es desenvolupés un ambient propici per a la vida marina. Avui les restes fòssils que coneixem són innumerables: bivalves, gasteròpodes, braquiòpodes, crustacis, coralls, etc.

## LA VIDA AL TRIÀSIC

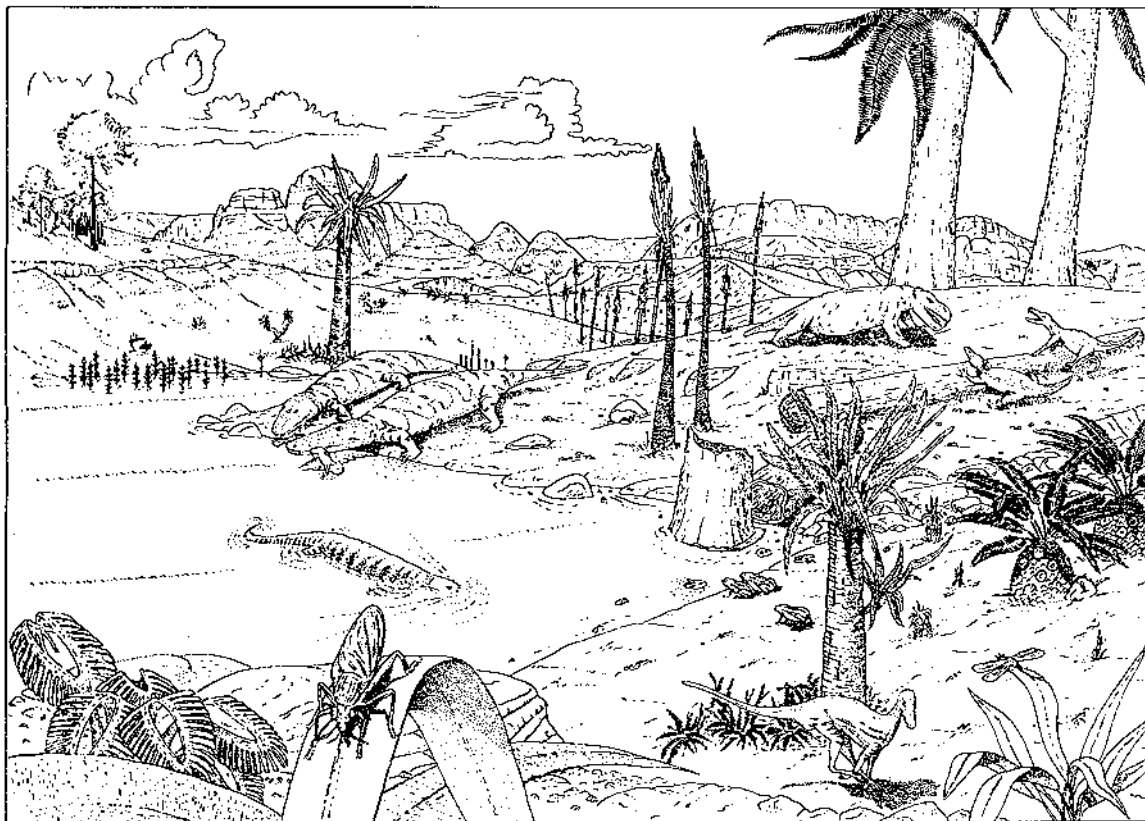
És ben conegut per tothom que al final de l'era secundària hi va haver una gran extinció que va fer desaparèixer diversos grups d'animals terrestres i marins, entre ells els espectaculars dinosaures, i marca la frontera entre el Cretaci i el Paleocè. Aquests tipus d'extincions són força comunes durant tota la història biològica de la Terra sense que se sàpiguen encara les causes que les provocaren.

La més important, pel nombre d'espècies desaparegudes, va ser al final del Permià, fet que assenyalava la fi del Paleozoic; hi van desaparèixer, aproximadament, un 95 % de les espècies d'invertebrats marins d'aigües poc profundes, mentre que l'impacte entre la flora i la fauna terrestres va ser menor. La història de la transició del Permià al Triàsic està molt mal documentada pel que fa als fòssils de vertebrats terrestres. Només hi ha un bon registre fòssil en dues regions: en la conca del Karroo, a Sud-àfrica, i als Urals. Això fa molt difícil intentar interpretar aquest episodi de la història geològica. Només es pot constatar just abans del final del Permià la desaparició de diverses dotzenes de rèptils de morfologia semblant a la dels mamífers. Així, al principi del Triàsic, van quedar uns quants gèneres de predadors i l'herbívor *Lystrosaurus* (Fig. 6). Aquesta extinció no va ocórrer en un sol episodi sinó en onades successives, de manera que primer s'extingiren els tetràpodes més grans i després, consecutivament, els més petits. S'ha suggerit que les extincions van ser produïdes de resultes de canvis climàtics, els quals varen alterar les comunitats de plantes que eren la base d'alimentació d'aquests vertebrats. Tot això es va anar produint al llarg d'alguns milions d'anys.

Després d'aquestes extincions i ja dintre del Triàsic hi ha l'aparició i creixement del llinatge dels dinosaures i també dels primers mamífers provinents dels rèptils. Així mateix, durant el Triàsic van aparèixer dos grups que ens són familiars actualment: les granotes i les tortugues. Els grans amfibis, com és el cas del nostre laberintodont, estaven ben desenvolupats al final del Permià, però en el Triàsic van disminuir lentament sota la pressió dels dinosaures.

Pel que fa a la flora, a l'inici del Triàsic era el grup de les falgueres el dominant, amb algunes espècies adaptades a mitjans oberts i secs que podrien formar una vegetació semblant a la que es dona avui a les sabanes africanes. Altres grups amb marcada importància van ser dins de les gimnospermes les coníferes, possiblement els "arbres" per excel·lència en aquest període, i dins de pteridòfites destacaven les cycadials i les ginkgoals. Tots aquests grups sobreviuen avui dia, però les cicadals són molt rares i de ginkgos només en sobreviu una espècie.

Pel que fa al context dels Països Catalans, les restes de vegetals triàsics són molt escasses i els jaciments citats molt dispersos. Al Pirineu, concretament a la Seu d'Urgell, s'han trobat restes de la conífera *walchia*; a les serralades costaneres catalanes es coneixen dos jaciments: tots dos es troben a Caldes de Montbui, on s'han trobat equisets (equisetites), la conífera *Aethophyllum*, a més de *Voltzia* i *Pecopteris*. Totes aquestes restes



Reconstrucció d'un paisatge del Triàsic inferior. Tal com s'explica al text, a Catalunya hi ha poca informació paleontològica de la fauna i la flora del Triàsic inferior. Aquesta reconstrucció es basa sobretot en els fòssils de la mateixa edat trobats en indrets diferents. La fauna està dominada pels amfibis (centre), alguns dels quals portaven una vida essencialment terrestre (com el capidosauroid de la Calma, capturant un peix) i d'altres que eren més aquàtics (a la lacuna). Entre aquests darrers es troben els avantpassats de les actuals granotes (*Protobatrachus*). Els rèptils es troben en una fase de transició. Els rèptils típicament paleozoics com els teràpsids (amb formes carnívores i formes herbívores, dreta) van deixant lloc a rèptils molt més avançats i especialitzats com són els primers dinosaures (a baix a la dreta), que seran els qui dominaran la Terra al final del Triàsic. El món vegetal es veu afectat per l'aridesa del clima. Al principi del Triàsic encara dominen les falgueres i perduren formes paleozoiques de *Lepidodendron* (centre), però van sent substituïdes a poc a poc per les coníferes (a dalt esquerra) i les prefanèroges com són les ginkgals, cicadòcies (*Paleocicas*, a baix dreta) i cicadèoides (*Cicadela*, centre a la dreta, i *Williamsonia*, a dalt dreta); en les zones humides, a prop de bases i rius, viuen els *Calanites* (centre a l'esquerra).

s'han trobat en un molt mal estat de conservació. Les restes de vertebrats triàsics als Països Catalans són encara més escasses que les de vegetals. A part d'algun fragment d'os trobat ocasionalment, les restes es limiten a icnites atribuïdes a rèptils. Entre aquestes, cal destacar les trobades a la Calma i que s'han atribuït a *Chirotherium*, abundant al Triàsic europeu.

La gran importància de les restes de vertebrats descrites en aquest treball és evident, ja que es tracta de la primera troballa d'un tetràpode d'aquesta edat, no solament a l'àmbit del Paísos Catalans sinó a tota la península Ibèrica.

En les peces extretes i ja parcialment restaurades hi podem reconèixer part del crani i mandíbula, ossos de les extremitats, cintures escapulars, costelles i vèrtebres. L'estudi d'aquest grup d'animals es basa en la estructura dels ossos cranials i de la mandíbula; per tant, els treballs de restauració s'han centrat en aquestes peces.

En un primer moment es va poder reconèixer un sol crani (Foto 8 i Fig. 7) encara que posteriorment, estant més avançada la restauració, hem reconegut un segon fragment cranial (Foto 9), que sembla pertànyer al mateix taxó que el primer. Això ha permès fer una reconstrucció hipotètica del crani (Fig 8), la qual presenta totes les característiques típiques de la família dels Laberintodonts anomenada Capitosauroidea, i més concretament al gènere *Parotosaurus*. Aquest gènere és típic del Triàsic inferior d'Europa, Àsia, Àfrica, Amèrica i Austràlia. Es tracta doncs, d'un gènere d'àmplia distribució.

Els primitius Laberintodonts apareixen al Devonian, van tenir la màxima diversificació al Carbonífer i durant el Triàsic, com ja s'ha esmentat, i van anar desapareixent gradualment. La resta més moderna de laberintodont és d'edat juràsica. El Laberintodonts són formes totalment adaptades a la vida terrestre (Fig 10), que han derivat d'un grup de peixos paleozoics dels quals varen conservar algunes característiques (no s'ha trobat el pas intermediari entre la forma clarament aquàtica dels peixos anomenats crossopterigis i les formes clarament

terrestres dels laberintodonts primitius). Els crossopterigis presenten un esquelet ben ossificat, pulmons, aletes amb elements ossis i una mobilitat gran del crani. Per la vida en terra, es modificaren les aletes (que es convertiren en potes), la posició dels ulls, de l'òrgan de l'oïda, el tegument, i els maxil·lars es van fer aptes per subjectar l'aliment. Però, per què aquest grup de peixos es va veure impulsat a conquerir la terra? Les respostes que s'han donat a aquesta pregunta són diverses, i encara avui, no se'n saben les causes amb seguretat. S'ha parlat d'una època àrida en què l'aigua era escassa i els peixos amb pulmons i aletes fortes podien emigrar petites distàncies buscant bassals més grans. També s'ha parlat de l'atracció que exercien els aliments que es trobaven en terra, com és el cas del abundantíssims insectes que poblaven les zones emergides, així com l'absència de competidors. El cas és que estem en un dels episodis cabdals de la història de la vida a la Terra: els primers passos dels vertebrats sobre la terra ferma.

Un cop fora de l'aigua, els amfibis es van diversificar i, mentre per una banda evolucionaven a formes completament terrestres (aparició del rèptils al Carbonífer), per l'altra van perdurar molts grups que encara depenien de l'aigua per viure (fins als actuals amfibis). El període de màxima expansió i diversificació és el Carbonífer, amb boscos humits en àrees pantanoses, molt abundants en aigua i aliment.

Més endavant, amb el desenvolupament dels rèptils, la competència pels nínxols ecològics va esdevenir més forta. Per això trobem que els laberintodonts van tornar a medis més aquàtics. És en aquest punt que trobem la família de laberintodonts a la qual pertanyen les restes de la Calma. Els Capitosàurids, que apareixen i s'extingeixen durant el Triàsic (Fig. 9), conserven trets característics dels amfibis terrestres, però van perdent ossificació i les extremitats es fan menys robustes, cosa que ens pot indicar una tornada a l'aigua. En la reconstrucció mostrada en la figura 10, i que correspon a un capitosàurid, es pot observar la morfologia que, a trets generals, presentaven aquests amfibis que medien fins a dos metres de longitud. En el nostre cas, el crani assoleix 30 centímetres de longitud, per 25 d'amplada, de forma clarament triangular, amb les òrbites dels ulls molt endarrerides, i amb el forat pineal (una espècie d'obertura sensible a la llum situada a la part superior del crani, per darrera de les òrbites) clarament visible (Foto 8 i Fig. 7). A la part anterior hi trobem restes del orificis nasals. Les dents, còniques, tenen al seu interior la típica estructura laberintodòntica de l'esmaït present en tot el grup (Fig. 11).

La mandíbula (Foto 10 i Fig. 12), que presenta caràcters primitius reconeguts en gèneres més antics, és llarga i molt estreta en la seva part anterior, on hi ha un gran ullal que s'anomena sinfisal. En total conté una cinquantena de dents idèntiques a les del crani.

La resta d'ossos que corresponen al tronc i a les extremitats no han estat encara del tots restaurats, però es comencen a reconèixer clarament vèrtebres, costelles, clavícules i ossos de les extremitats anteriors i posteriors (Foto 5).

## Agraïments

A Feliu Colomer, Martí Llobet, Josep Manel Méndez, Toni Palomo i Esther Tabernero; sense la seva col·laboració en les tasques de restauració no hauria estat possible la realització d'aquest article. A Jordi Palomar, per l'ajuda en els treballs de camp. A Jordi Galobart, per les fotos de les peces en restauració.

## BIBLIOGRAFIA

- BEHRENSMEYER, A.K. et al. (1992); Terrestrial ecosystems through time (Evolutionary Palaeocology of Terrestrial Plants and Animals). Univ. of Chicago press. pp. 328-349.
- CASANOVAS, M. L., SANTAFÈ, J. V. i GÓMEZ-ALBA, J. (1979); "Presencia de *Chirotherium* en el Triásico Catalán". *Butll. inf. Inst. Paleont.* Sabadell, 9, pp. 34-42.
- CHEVALIER, M. (1932); "Geologia de Catalunya, Vol. II Era Secundària", Geografia General de Catalunya, València i Balears, Volum III-IV. Ed. Barcino.
- AA.VV. Història Natural dels Països Catalans; Vol 1 (Geologia I) 1986. Vol 15 (Registre Fòssil) 1988. Ed. Enciclopèdia Catalana.
- HUERTA, J. (1990); El Paleozoico inferior del SE del Montseny. *Acta Geológica Hispánica*, vol 25, 1-2, pp. 105-111.
- I.G.M.E (1976); "Mapa Geológico de España". E: 1/50000, full 364. La Garriga
- JULIVERT, M. i DURÁN, H. (1990); Paleozoic stratigraphy of the Central and Northern part of the Catalonian Coastal Ranges (NE Spain). *Acta Geológica Hispánica*, vol 25, 1-2, pp. 3-12.
- PATON, R. (1974); Capitosaurid labyrinthodonts from the Trias of England. *Palaeontology*, vol 17, 2, pp. 253-289.
- SIMPSON, G.G. (1985); Fósiles e historia de la vida. Ed. Labor.
- VELA, J.A. (1987); Els trilobits de Catalunya. *Mineralogistes de Catalunya*, vol III, 8, pp. 220-235.
- WATSON, D.M.S. (1958); A new labyrinthodont (*Paracyclotossaurus*) from the Upper Trias of New South Wales. *Bulletin of the British Museum*, Vol 3, 7. pp. 235-273.