

Rajades fòssils de l'Alt Berguedà: testimonis d'un passat proper al mar

Des de l'any 1985 els jaciments de Fumanya, i per extensió tota l'àrea que els geòlegs anomenen el sinclinal de Vallcebre, són ben coneguts dins el món científic, així com en àmbits més populars, per l'abundància de restes fòssils de dinosaures –sobretot petjades de grans sauròpodes del grup dels titanosaures. No obstant, el que molta gent desconeix és que fa poc temps, a part de dinosaures,

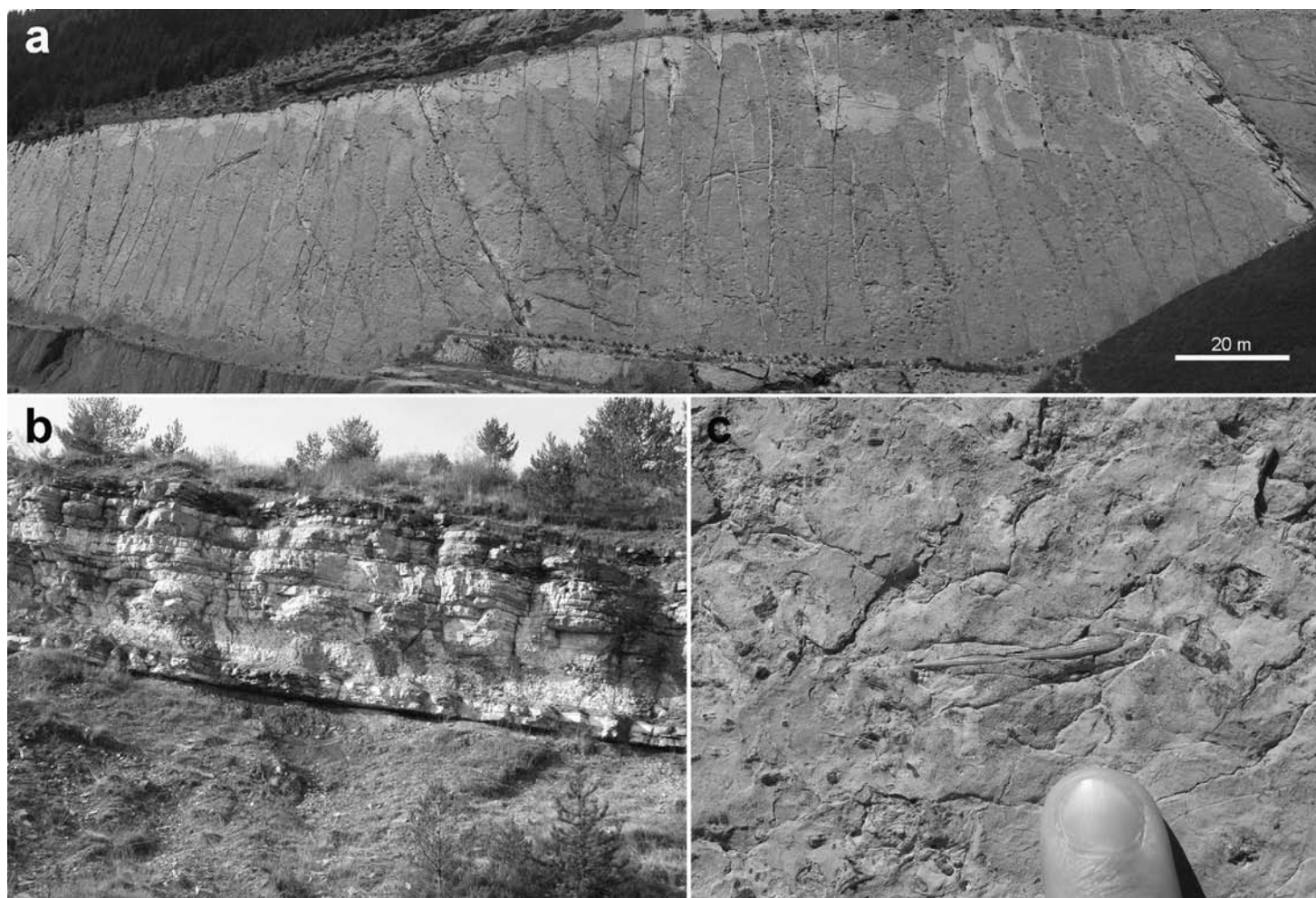
s'hi han documentat altres fòssils que han aportat dades importants per comprendre l'evolució de determinats grups de vertebrats i interpretar millor l'ambient on uns ramats de rèptils gegants van deixar les seves empremtes fa uns 70 milions d'anys. Com un exemple il·lustratiu de tot això, en aquest article parlarem de la descoberta recent d'uns agullons fòssils que pertanyen a un grup

de peixos parents dels taurons i de nom ben curiós, els *Myliobatiformes*.

El descobriment de fòssils de rajada al sinclinal de Vallcebre

Els agullons o fiblons de les rajades poden ser difícils de veure si no es té la vista entrenada ja que alguns amiden només alguns centímetres de longitud. La

Figura 1: El nivell dels ciments, on s'han trobat els fòssils d'agullons de rajada, aflora en superfície o en secció a diversos punts del sinclinal de Vallcebre: a, paret de Fumanya Sud on es poden observar rastres de titanosaure i impressions de grans troncs de palmera; b, secció dels ciments a Sant Corneli on mesura uns 5 metres de potència; c, fotografia d'un dels agullons abans de ser extret. (JOSEP MARMI (A) I (B), BERNAT VILA (C))



seva descoberta als jaciments de Fumanya i zones veïnes es deu als treballs de camp que tant els geòlegs com els paleontòlegs fan en aquesta àrea des de fa anys. És gràcies a l'acurada observació de les roques que formen les capes amb petjades de dinosaure que es van poder identificar tres agullons molt característics. El primer va aparèixer a la localitat de Mina Esquirol, ben amagat dins la matriu calcària que forma les roques de les parets de Fumanya (Figura 1). D'entrada, la sorpresa va ser força gran i la seva identificació, val a dir-ho, no va ser immediata. La peça aflorava parcialment i era difícil veure'n tota la grandària i morfologia. Els altres fiblons els van trobar els geòlegs Violeta Riera i Pere Anadón un dia que realitzaven columnes estratigràfiques a la Plaça de Sant Romà, davant del Museu de les Mines de Cercs, a Sant Corneli. En aquest cas la mostra es va poder identificar més ràpidament. D'aquesta manera s'escribia la primera pàgina del llibre de registre de les rajades fòssils al Berguedà.

Els fòssils d'aquest tipus de peixos, però, ja eren coneguts en altres comarques pirinenques com el Pallars Jussà. Per bé que no s'hi havia trobat mai fiblons, paleontòlegs tan reconeguts com la doctora Nieves López-Martínez, de la Universitat Complutense de Madrid, ja havien descrit dents de peixos cartilaginosa provinents de la conca de Tremp. A més a més, s'ha pogut constatar que les empremtes fòssils del famós jaciment de La Posa –abans interpretades com petjades de dinosaure– correspondrien a les marques que les rajades deixen quan capturen preses enterrades en els fons marins costaners. Les dents trobades a Tremp pertanyien a Myliobatoids com ara *Coupagezia*, *Igdabatis* i *Rhombodus*; i probablement entre aquests gèneres hi hauria l'espècie a la qual podrien pertànyer els fiblons trobats a Fumanya i Sant Corneli.

La troballa de fòssils de rajada sencera és poc probable i això es deu a la constitució dels seus esquelets. El teixit cartilaginós que els forma no està mineralitzat com el teixit ossi fent que

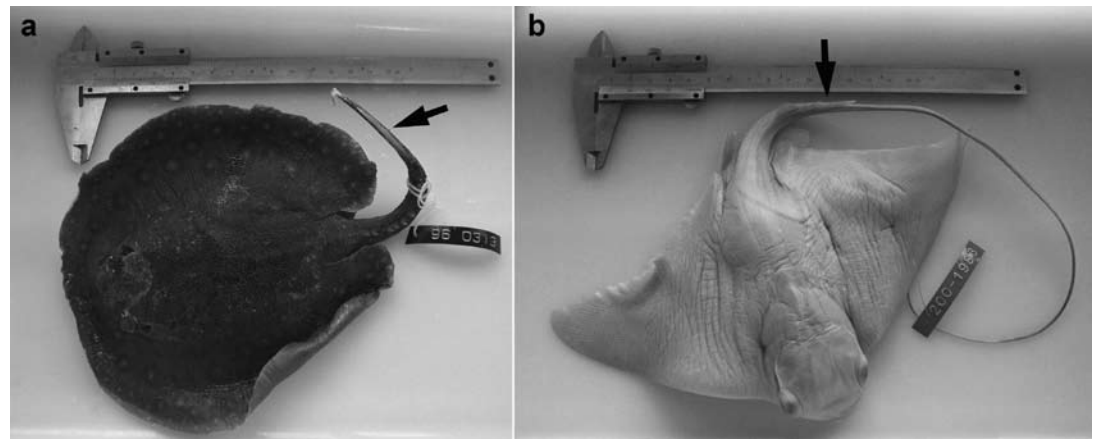
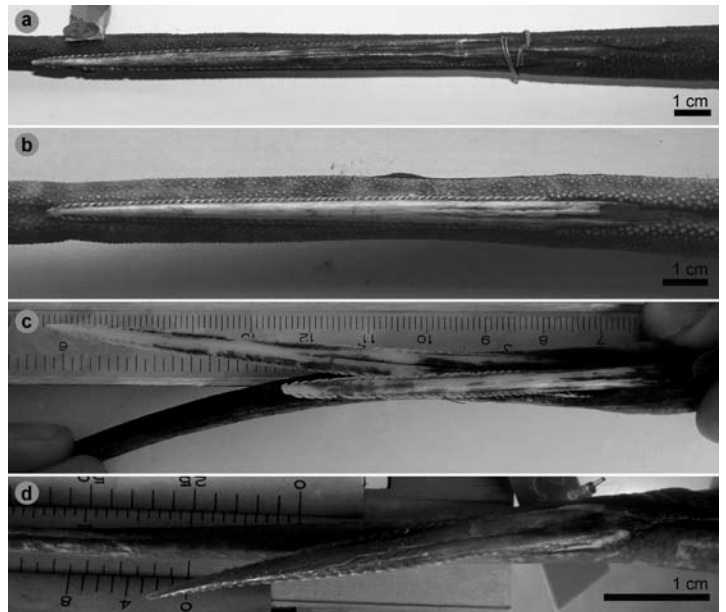


Figura 2: Dos espècimens de Myliobatiformes actuals dipositats a la col·lecció del Museu de Ciències Naturals de Barcelona: a, un Dasyàtid indeterminat; b, un Myliobatid, *Myliobatis aquila*. La fletxa assenyala la localització de l'agulló verinós. (JOSEP MARMÍ)

Figura 3: Detalls d'agullons caudals de rajades actuals: a, Dasyàtid indeterminat; b, Myliobatid *Myliobatis narinaris*; c, doble agulló en *Myliobatis aquila*; d, *Dasyatis pastinaca*. Les fotos de (a), (b), (d) van ser preses al Museu de Ciències Naturals de Barcelona i (c) a la Unitat de Zoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona. (JOSEP MARMÍ)



la fossilització del cos sencer d'aquests peixos sigui possible només en condicions molt excepcionals. En canvi algunes parts del seu cos, com les dents, poden fossilitzar més fàcilment ja que estan mineralitzades; i és a partir del seu estudi que s'estableix la filogènia i la diversitat dels representants fòssils.

Una pinzellada sobre les característiques principals dels Myliobatiformes

Els Myliobatiformes són un grup de peixos dins els Condrictis, els quals es caracteritzen per tenir l'esquelet cartilaginós. Excepte algunes calcificacions puntuals, el teixit ossi és absent en els esquelets de les aproximadament 800 espècies vivents que formen aquesta classe de peixos. Dins els Condrictis trobem dos grans grups: els Holocèfals, que inclou uns peixos anomenats quimeres; i els Elasmobranquis, on trobem

els taurons i les rajades. Els zòlegs anomenen Batoïdeus el grup que inclou les rajades que es caracteritzen per tenir el cos aplanat dorsoventralment. Malgrat tenir uns dissenys corporals relativament semblants, dins els Batoïdeus s'hi poden distingir diferents subgrups: els Torpediniformes o rajades elèctriques, els Pristiformes o peixos serra, els Rajiformes o rajades sense agulló caudal i els Myliobatiformes o rajades amb agulló caudal, els protagonistes d'aquest article (Figura 2).

Els grup de les "rajades amb agulló" o Myliobatiformes és el més divers dins els Batoïdeus, incloent unes 180 espècies vivents. Tenen cossos aplanats, amb unes aletes pectorals molt eixamplades que arriben a recordar la forma d'unes ales. La majoria d'espècies són marines, tot i que algunes s'han adaptat a ambients d'aigua dolça o costaners d'aigües salabroses. El patró

corporal d'aquests peixos, molt semblant al d'altres Batoïdeus com els Torpediniformes i els Rajiformes, és una adaptació per a la vida al fons del mar. No obstant, algunes espècies com les mantes (gènere *Manta* i *Mobula*) –gegants de fins a set metres d'amplada i que poden pesar fins a 1.4 tones– i les àguiles marines (família Myliobatidae) majoritàriament naden en aigües obertes. Però, què és el que fa diferents els Myliobatiformes de la resta de Batoïdeus? Doncs la presència d'un o més agullons serrats i metzinosos a la part dorsal de la cua, entre altres característiques anatòmiques (Figura 3).

Orígens i història evolutiva de les rajades amb agulló

Les restes fòssils més antigues de Myliobatiformes tenen uns 120 milions d'anys i es van descobrir al nord-est d'Anglaterra. El registre fòssil de rajades me-

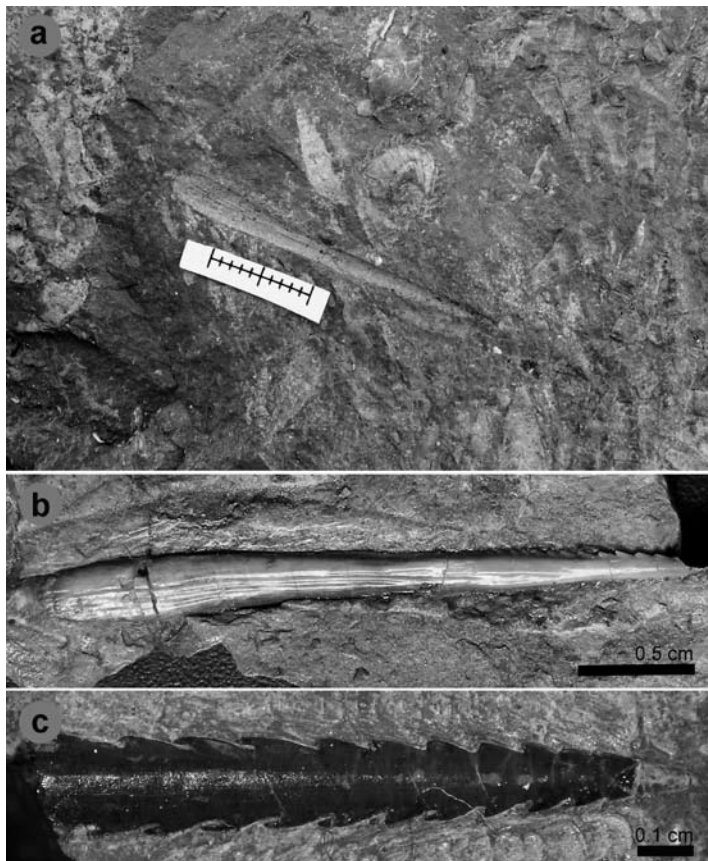


Figura 4: Fòssils d'agullons de rajada trobats a Sant Corneli (a) i (c) i a Mina Esquirol (b). En (a), a part del motlle de l'agulló, s'hi poden observar abundants closques del cargol *Cerithium*. Actualment els fòssils estan dipositats a la col·lecció de l'Institut Català de Paleontologia. (JOSEP MARMI (A) I (C), BERNAT VILA (B))

sozoiques és força escàs i principalment consisteix en dents aïllades i molt excepcionalment agullons caudals, però ens permet traçar la història evolutiva del grup des de la primera meitat del Cretaci, l'últim període de l'era dels dinosaures. Els fòssils de rajades mesozoiques s'han trobat, a part d'Anglaterra, en altres punts molt separats geogràficament com per exemple l'Amèrica del Nord (Texas, New Jersey i Wyoming), l'Amèrica del Sud (Bolívia), el Nord d'Àfrica (Egipte), el Pròxim Orient (Jordània) i diverses localitats d'Europa. D'altra banda, algunes de les famílies actuals, com per exemple *Dasyatidae*, *Gymnuridae* i *Myliobatidae*, ja són reconegudes en el registre fòssil del Cretaci Superior. Això

ens indica que en unes poques desenes de milions d'anys (des de la primera aparició coneguda al Cretaci Inferior fins al Cretaci Superior), els *Myliobatiformes* s'havien diversificat notablement i havien colonitzat regions geogràfiques molt distants.

Amb tot, i malgrat que la presència d'un agulló caudal és precisament un tret important que identifica al grup, els fiblons fòssils de les rajades mesozoiques eren quasi desconeguts per la ciència. Caldria avançar fins a l'Eocè Inferior (fa entre 53 i 40 milions d'anys) per trobar exemplars complets, i potser únics, de *Myliobatiformes* amb agullons. Es tracta d'uns fòssils excepcionalment ben preservats que provenen de dues localitats geogràficament molt llunyanes: Monte Bolca, al nord-est d'Itàlia, i Green River, als Estats Units. I aquí rau la importància de la troballa del Berguedà. Els fiblons del Maastrichtià de Fumanya i Sant Corneli són les evidències més antigues en el registre fòssil d'aquesta estructura (Figura 4). No obstant, tal com ens va comentar el reputat paleoictiòleg Henri Cappetta, especialista en elasmobranquis fòssils de la

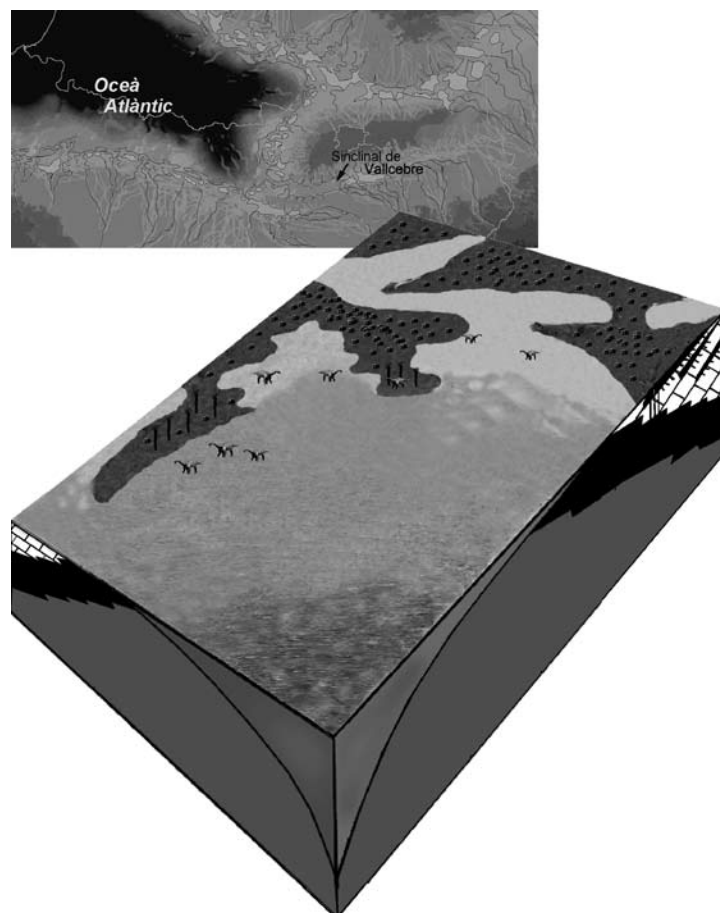
Universitat de Montpellier, també se n'havien trobat uns al Marroc i Bèlgica a la segona meitat del segle XX –de la mateixa edat o un pèl més recents que els berguedans– però que no estaven descrits amb detall.

Com eren els agullons fòssils de Berguedà i per a què servien

Els fòssils que hem estudiat consisteixen en un agulló sencer, un altre que conserva la meitat distal i el tercer és un motlle (Figura 4). Són de mida força petita, amb prou feines superen els 3 centímetres longitud. Alguns agullons de rajades actuals que vam amidar al Museu de Ciències Naturals de Barcelona i a la Unitat de Zoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona per comparar amb els fòssils, eren considerablement més grans. Les seves longituds oscil·laven entre 2.7 i quasi 20 centímetres. La meitat distal dels agullons fòssils és serrada com un arpó, amb uns 12 denticles a cada banda. A la superfície de la part proximal s'hi observen unes fines estries longitudinals.

Els agullons de les rajades tenen una utilitat pràctica pels zoòlegs ja que ajuden a definir els *Myliobatiformes*; són una de les diverses novetats evolutives que presenta el grup i que els diferencia dels altres *Batoideus*. És clar que aquests animals no van desenvolupar aquestes estructures per fer més fàcil la feina de classificació dels zoòlegs. Per aquests peixos, els agullons tenen una utilitat molt més important. En les rajades actuals, els agullons estan embolcallats per una funda de teixit que té

Figura 5: Reconstrucció paleogeogràfica de la regió dels Pirineus fa 70 milions d'anys, on s'ha marcat la localització de la conca que donaria lloc al sinclinal de Vallcebre (modificat d'Oms 2006). També s'ha reconstruït la part més proximal del gran aiguamoll salabros, corresponent a la conca de Vallcebre, on vivien les rajades i caminaven ramats de titanosaures. El paisatge de l'Alt Berguedà podria haver tingut aquest aspecte en aquella època. (JOSEP MARMI)



glàndules productores de verí. Sabem, per tant, que des de finals del Cretaci, els Myliobatiformes posseïen aquests agullons a la cua i que la seva funció, defensar-se injectant verí a qui els atacava, ja estava ben desenvolupada dins del grup als inicis de la seva història evolutiva.

Què ens diu la presència de rajades sobre un medi on caminaven ramats de titanosaures?

D'entrada pot sobtar la presència de fòssils de peixos d'ambients costaners a Fumanya, una zona muntanyosa a 1.500 metres d'altitud. No obstant, si haguéssim viscut fa uns 70 milions d'anys hauríem pogut comprovar que el paisatge de la regió que correspondria al nord de la Península Ibèrica i el sud de França era molt diferent de com el coneixem ara (Figura 5). Des d'un punt de vista geològic, cal indicar que els agullons de rajada s'han trobat a la mateixa unitat litoestratigràfica que les petjades de titanosaure, el que els geòlegs anomenen el nivell de margocalcàries basals o els miners van batejar com el "nivell dels ciments". Les anàlisis magnetoestratigràfiques, sedimentològiques i la presència de fòssils d'invertebrats com ostràcodes i diferents tipus de mol·luscs –entre ells acumulacions d'ostres del gènere *Saccostrea* en posició de vida– suggereixen que aquesta capa de roca, d'uns cinc o sis metres de gruix, es va formar en un aiguamoll costaner

d'aigües salabroses fa uns 70 milions d'anys. La mateixa capa de roca aflora, a part de les parets de Fumanya, a altres llocs de la comarca com Sant Corneli, Maçaners, Sant Jordi, alguns punts del Catllaràs, a la carretera de Coll de Pal i al Portet (Castellar del Riu). Fora de la comarca, el "nivell dels ciments" el podem trobar també a Coll de Nargó (Alt Urgell) i a prop del poble d'Isona (Pallars Jussà). Tot això indica que aquest aiguamoll havia de tenir unes grans dimensions i se sap que al seu límit més occidental estava comunicat amb un mar poc profund que s'obria cap a l'oceà Atlàntic (Figura 5). A les roques que es van formar dins aquest aiguamoll també s'hi ha trobat diferents indicis que demostren els afectes de les marees. Assumint una taxa de sedimentació constant, els geòlegs han proposat que aquesta extensa planura mareal va existir durant almenys un centenar de milers d'anys i no hi ha proves que s'assequés en cap moment durant aquest període de temps, fent que generalment estigués coberta per una columna d'aigua de poca profunditat.

El fet que trobem agullons de rajada és coherent amb aquesta interpretació paleoambiental i ens indicaria que aquests peixos habitaven aquestes aigües transicionals, entre les terres emergides i el mar. Els fòssils dels agullons de les rajades s'han trobat en diferents capes dins "el nivell dels ciments". De fet, un d'ells s'ha trobat a la superfície

de les capes més superiors dels "ciments", juntament amb les petjades titanosaure i una gran quantitat de restes vegetals, com ara fulles i troncs de palmeres i branquillons de coníferes. Així doncs, podríem dir que les rajades haurien habitat aquest gran aiguamoll salabrós fins que va evolucionar cap a unes condicions més continentals.

AGRAÏMENTS

Agraïm el Consorci Ruta Minera pel suport que ens ha donat en la realització d'una part de l'estudi. La Dra. Eulàlia Garcia (Museu de Ciències Naturals de Barcelona) i el Dr. Jesús Matallanas (Universitat Autònoma de Barcelona) ens van permetre l'observació d'espècimens de rajades actuals de les seves col·leccions per comparar amb els fòssils del Berguedà.

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO MR, MAISEY JG, GRANDE L (2004) Freshwater stingrays of the Green River Formation of Wyoming (early Eocene), with the description of a new genus and species and an analysis of its phylogenetic relationships (Chondrichthyes: Myliobatiformes). *Bulletin American Museum of Natural History* 284, 1-136.
- KRIWET J, SOLER-GIJÓN R, LÓPEZ-MARTÍNEZ N (2007) Neoselachians from the Upper Campanian and Lower MAASTRICHTIAN (Upper Cretaceous) of the Southern Pyrenees, Northern Spain. *Paleontology* 50, 1051-1071.

- MARTINELL J, DE GIBERT JM, DOMÈNECH R, EKDALE AA, STEEN PP (2001) Cretaceous ray traces? An alternative interpretation for the alleged dinosaur tracks of La Posa, Isona, NE Spain. *Palaios* 16, 409-416.
- MARMI J, VILA B, OMS O, GALOBART À, CAPPETTA H (2010) Oldest records of stingray spines (Chondrichthyes, Myliobatiformes). *Journal of Vertebrate Paleontology* 30, 970-974.
- NELSON JS (2006) *Fishes of the World, fourth edition*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- OMS O (2006) L'entorn geològic dels dinosaures pirinencs. Dins: Vila B, Marmi J (Coords.) *Els Dinosaures dels Pirineus*, pp. 8-19. Zenobia Edicions, Manresa.
- Riera V, Marmi J, Oms O, Gomez B (2010) Orientated plant fragments revealing tidal palaeocurrents in the Fumanya mudflat (Maastrichtian, southern Pyrenees): insights in palaeogeographic reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 288, 82-92.
- Vila B, Oms O, Marmi J, Galobart À (2008) Tracking Fumanya footprints (Maastrichtian, Pyrenees): historical and ichnological overview. *Oryctos* 8, 115-130.

Josep Marmi,
Doctor en Biologia
Bernat Vila,
Doctor en Paleontologia,
Institut Català de Paleontologia

DERMATOLOGIA

DR. JORDI GIL

Passeig de la Rasa dels Molins, 22, 4art 2a · 08600 Berga

Tel. 93 821 39 51 · Mòbil 619 54 61 54

Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit
Fes-te soci de l'Àmbit