

PALEONTOLOGIA (INVERTEBRATS)

Picasso o la simetria, camins singulars de la natura: un *Pliotoxaster* (Echinoidea) tetrambulacral.

Enric Forner i Valls ¹

RESUM

Es descriu i figura un cas d'un exemplar de *Pliotoxaster* sp (Echinoidea) de l'Aptià superior d'Allepuz (conca sedimentària del Maestrat) que presenta un disseny diferent: ha perdut totes les simetries, tant la pentagonal com la bilateral, pròpies del seu grup. Tanmateix, amb aquesta singular arquitectura corporal va arribar a adult. S'apunta la hipòtesi sobre les parts que li manquen, d'acord amb la teoria del rol de les plaques oculars.

Paraules clau: Echinoidea, *Pliotoxaster*, teratologia, exemplars anormals, Aptià, Allepuz, Aragó, conca del Maestrat.

ABSTRACT

Picasso or symmetry, unique paths of nature: a tetrambulacral *Pliotoxaster* (Echinoidea).

The case of a specimen of *Pliotoxaster* sp (Echinoidea) from the Upper Aptian of Allepuz (sedimentary basin of the Maestrat) with a different design is described and drawn. It shows a loss of its group symmetries, both pentagonal and bilateral. Despite this unique body architecture, it was able to achieve adulthood. This hypothesis is based on the missing parts, according to the theory of the role of the ocular plates.

Keywords: Echinoidea, *Pliotoxaster*, teratology, abnormal specimens, Aptian, Allepuz, Aragó, Maestrat Basin.

¹Ateneu de Natura e-mail: ateneudenatura@gmail.com. Sant Roc, 125 3r 5a, 12004 Castelló de la Plana. CE: fornervalls@gmail.com ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-9367-1318>

1. INTRODUCCIÓ

La majoria dels éssers que s'observen a la natura responen a organitzacions simètriques. Si més no, en una visió general i distant.

Els humans, de simetria bilateral, ens sentim còmodes apreciats objectes o éssers simètrics. Sovint associem bellesa a estructures simètriques. Si una persona té un tret asimètric a la cara o al cos, de forma instintiva, ja no la considerem atractiva. Un objecte amb una petita alteració de la simetria el qualifiquem de defectuós. La simetria ens resulta agradable, ordenada, perfecta.

Picasso, en un dels seus trets genials, va utilitzar com recurs estètic tot just el contrari. Com revulsiu per captar, provocar i somoure a l'espectador de la seua obra, va deformar els retrats de les models, fugint de la simetria bilateral dominant als humans. A algunes persones, les seues obres amb la simetria alterada ens admiren. Però, també ens sorprenen i fins a un cert punt ens inquieten. L'exemplar estudiat d'equinoïdeu, orfe de totes les simetries dels congèneres, podia haver-lo dissenyat Picasso, però és obra de l'atzar. Potser a causa de la combinació del material genètic, recombinació que es dona en tota reproducció sexual, en algun punt defectuosa. O d'alguna mutació atzarosa

i improbable. I allò que encara és més extraordinari: ha resultat viable i ha arribat a adult.

En el filum Echinodermata Bruguère, 1791, la simetria dominant és la pentagonal. En la classe Echinoidea Leske, 1778, també. Tot i que hi ha un grup d'equínids, els anomenats irregulars (exocíclics), més moderns evolutivament, que han desenvolupat amb posterioritat i de forma secundària una simetria bilateral respecte a l'eix de l'ambulacre III i l'interambulacre 1 (AIII-Ia5).

Però, tot i que aquests equinoïdeus irregulars han desenvolupat una simetria bilateral, conserven elements de la simetria pentagonal de base del filum: continuen tenint 5 ambulacres, 5 interambulacres, 5 plaques oculars, encara que respecte les plaques genitals sovint han perdut la G5, suposadament en el camí que va fer el periprocte, al llarg de tot el procés evolutiu, del centre de la part superior, cap endarrera. En l'ordre Spatangoida L. Agassiz, 1840, on està inclòs l'exemplar estudiat, el periprocte està situat marginal a la part posterior. Sovint el peristoma de les espècies regulars també presenta un contorn pentagonal. L'exemplar que provoca aquesta nota no conserva cap simetria, ni bilateral, ni pentagonal, en cap eix.

No són molt freqüents els estudis específics sobre teratologia d'equínids fòssils, que analitzen les distorsions en les simetries com ja va remarcar CERANKA (2007: 503), però, se'n poden citar alguns a tall d'exemple: (GAUTHIER, 1884; CAPEDER, 1907; SAURA, 2007; FORNER et al., 2016). És més habitual que, de tant en tant, en algun estudi més general es fa esment o es figura, algun exemplar de l'espècie que s'està estudiant que presenta alguna anorma-

litat (com ara JACKSON, 1927; VILLALBA, 1993: làm. 23, figs. 6-8; VILLALBA, 2003: 152, làm. 4, fig.4). Normalment, però, tant en uns com altres treballs no s'aprofundeix en les particularitats concretes de l'alteració. Encara, que esparsos, també s'hi troba algun treball, per contra, que sí que realitza un anàlisi profund, com ara el de CERANKA (2007). Aquesta nota vol contribuir a incrementar aquesta nòmina curta amb un cas del Cretaci Inferior.

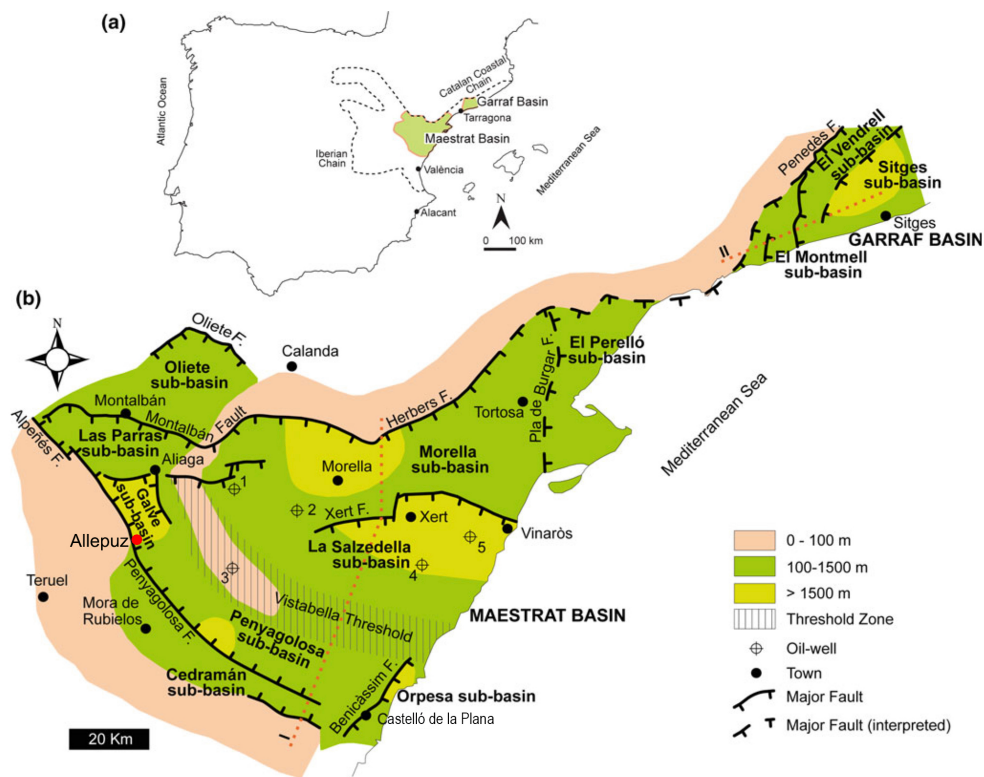


Figure 1: Situació del jaciment (punt roig) on s'ha trobat el *Pliotoxaster* sp. tetrambulacral dins de la conca sedimentària del Maestrat. Pres de SALAS et al. (2019), modificat.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1 Marc geogràfic i geològic

El jaciment on s'ha trobat l'exemplar estudiat està situat dins el terme municipal d'Allepuz (Terol), a la serra de Guadar. Per més precisions sobre la localització exacta cal adreçar-se a la direcció general de Patrimoni Cultural d'Aragó (patrimoniocultural@aragon.es).

Des del punt de vista geològic, el jaciment està enclavat dins de la subconca de Galve (Fig. 1 b), que forma part de la conca sedimentària del Maestrat (CM), descrita per SALAS & GUIMERÀ (1996, 1997); i revisada en temps recents per SALAS et al. (2019). La CM ocupa la part més oriental de la serralada Ibèrica (Fig. 1 a), d'orientació dominant NO-SE i en el seu marge nord-est entra en contacte amb les serralades Costera Catalana, que és d'orientació NE-SO, espai d'intersecció entre les dues serralades que Guimerà (1984) va denominar "zona d'enllaç". Segons l'IGME (1981) l'aflorament correspon a l'Aptià superior, subestatge Gargasià.

El material es va recollir en la part baixa de la formació Benassal.

2.2 Material

Exemplar únic que es diposita al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza (MCNUZ), amb el núm. de registre MPZ 2022/79.

2.2 Mètodes

En la sistemàtica, s'ha seguit a KROH & SMITH (2010). L'exemplar, que quan es va recollir tenia completament tapat el sistema apical, el peristoma i bona part dels quatre pètals, s'ha sotmès a un procés de neteja física (percussor: Dremel Engraver model 290-65) i química (aplicació de potassa en escates, reducció de la base amb un àcid feble durant 30" i neteja amb aigua). Com la corona presentava signe de feblesa i pèrdua de la conquilla en alguns punts se li ha fet un procés de consolidació parcial, on presentava aquests trencaments, amb una dissolució de paraloid B72, al 3 % en acetona.

3. RESULTATS

3.1 Sistemàtica

Ordre SPATANGOIDA l. Agassiz, 1840
Família TOXASTERIDAE Lambert, 1920
Gènere *Pliotoxaster* Fourtau, 1907

Espècie tipus *Pliotoxaster lyonsi* Fourtau, 1907 (= *Toxaster dinieri* de Loriol, 1887) per designació original.

Pliotoxaster sp.

Figs. 2 i 3.

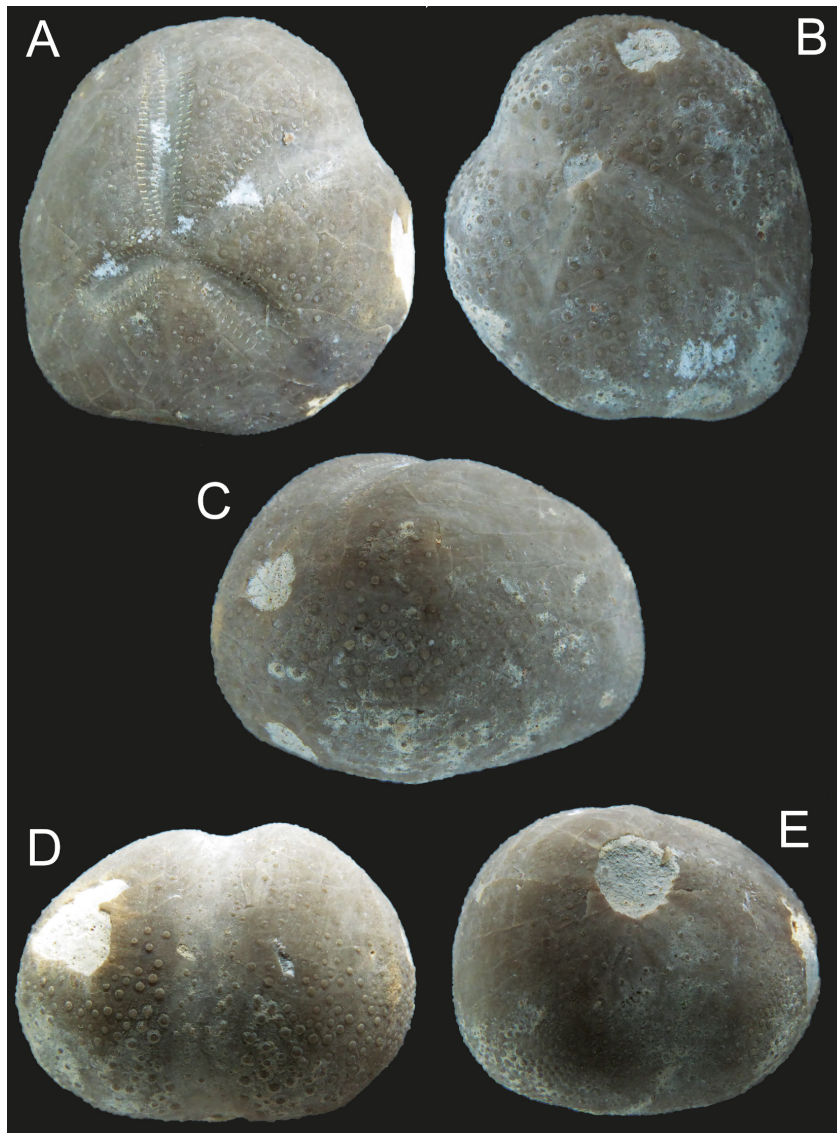


Figure 2: *Pliotoxaster* sp, tetrambulacral, MPZ 2022/79, de l'Aptià superior d'Allepuz (Terol; conca del Maestrat). A: vista apical; B: vista oral; C: vista lateral esquerra; D: vista anterior; E: vista posterior. Longitud màxima: 29,7 mm. Fotos M. Saura.

3.2 Descripció

Corona de forma molt irregular (figura 2) de mida mitjana; té de longitud màxima 29,7 mm (Taula 12) i d'amplada màxima 28,2 mm, mesures que s'han pres sense poder seguir cap eix convencional.

L'alçada és notable, representa un 70 % de la longitud màxima. Tot plegat li dona un aspecte robust, en diríem cúbic si no fos que no té dos plans paral·lels en cap de les superfícies. Les que més s'acosten és la inferior, lleugerament còncava, amb un lleuger enfonsament al voltant del peristoma en connexió amb el solc de l'ambulacre imparell, millor dit del III, que en té dos de desaparellats, i la superfície apical, encara que aquesta és lleugerament convexa i sobresurt per un sol cantó l'interambulacre 3.

El contorn, en vista apical, és absolutament irregular, d'una forma aproximada podem dir que té quatre cares, totes quatre de mida i forma diferent. La que podríem anomenar posterior, perquè hi té el periprocte, és convexa en conjunt, però escotada de forma asimètrica cap al marge dret per la depressió que arranca del periprocte, tot i que no descendeix del tot vertical sinó escorada cap al marge dret, en el sentit de la marxa. La part lateral esquer-

ra, és molt més gran que les altres tres, representant un terç del perímetre total, és convexa, amb dos lleugers canvis de direcció cap a endavant. Aquesta cara es relaciona amb suavitat amb el que podríem anomenar part anterior, que correspon a l'interambulacre 3, que és molt estreta, regularment convexa i acaba al solc de l'ambulacre III. Des d'aquest punt la quarta part, més llarga i regular i notablement convexa arriba fins la part posterior. Pels marges laterals és arrodonit, excepte a la part posterior que és truncada, amb un angle de 75° . La màxima alçada l'assoleix a l'interambulacre 3, que conforma una quilla que sobresurt respecte els altres interambulacres. L'amplada màxima s'obté prenent mesures en diagonal entre el punt mig del lateral de la dreta i en el punt situat cap al terç de la part anterior en el lateral de l'esquerra.

El sistema apical és excèntric, cap endarrera (a un 40 % de la longitud respecte del marge posterior); disposa de tres gonoporus circulars i menuts (figura 3 A), emmarcats per una vora circular, que dibuixen un triangle amb el vèrtex més allunyat al gonoporus de la placa madreporica que és lleugerament més gran que les altres dues plaques genitals, la G3 i G4, que estan en contacte entre elles. Manca la placa G1. No es poden apreciar les plaques oculars. Es

dona per suposat, al mancar completament l'ambulacre II, que falta l'ocular II.

L'exemplar disposa únicament de quatre ambulacres. Li falta l'ambulacre II. Els quatre pètals estan dins de solcs de profunditat regular que perden fondària quan acaba el pètal, per estar a ras abans d'arribar a l'àmbit, excepte en el cas de l'ambulacre III on el solc arriba fins el peristoma. L'angle de l'eix dels pètals I i V, té un aspecte que en diríem quasi normal i 91 graus. Els altres angles entre els eixos dels pètals restants estan profundament alterats del que és habitual en un *Spatangoida* (veure taula 12; 2 A).

L'ambulacre III, el que en altres exemplars és l'anterior, que en aquest exemplar està corbat cap a la dreta, està disposat en un solc ample i suau que es perllonga fins el peristoma. Els parells de porus ambulacrals són diferents dels de la resta de pètals. Són parells d'anisoporus en angle, l'exterior allargat, transversal a l'eix de l'ambulacre i l'interior més curt i de forma allargada, en un angle d'uns 45° respecte la línia transversal del porus extern (figura 3 D), en cada parell, els porus estan separats per una protuberància interporal. El pètal III té 17 parells de porus, una longitud del 81 % respecte a la distància radial i una amplada que és la

major de tots els pètals.

El final es produeix per una reducció de la mida del porus extern, progressiva reducció de la protuberància interporal i un fort distanciament entre parells de porus. En l'espai perradial, entre les dues branques de porus hi ha una abundant tuberculació miliària i dues series en els marges adradials de tubercles secundaris, que al final del pètal augmenten en nombre, colonitzen la part perradial però no mostren cap patró d'organització.

L'ambulacre IV, té un pètal llarg, enfonsat, el més llarg de tots, que ocupa la major part (el 88 %) de la distància radial, té 36 parells de porus i és quasi el doble de llarg que els pètals posteriors ($IPIV/IPV = 1,75$). La forma general és recta, encara que a l'inici gira cap a endavant, cap al pètal III. Les dues branques són lleugerament asimètriques (figura 3 E). La branca posterior és un poc més ampla i més plana que la branca anterior, que és més estreta i ocupa una part més elevada en la paret del solc, que s'aixeca contra l'interambulacre 3, el qual sobresurt respecte els altres.

La branca posterior està formada per parells de porus allargats amb una separació interporal llarga i a ras; els porus interiors són lleugerament més curts que

els externs. La branca anterior, també està constituïda per parells de porus allargats, com la posterior, però lleugerament més curts. Dins d'aquesta bran-

ca els interiors són mes curts que els externs, de forma més evident que en la branca posterior.

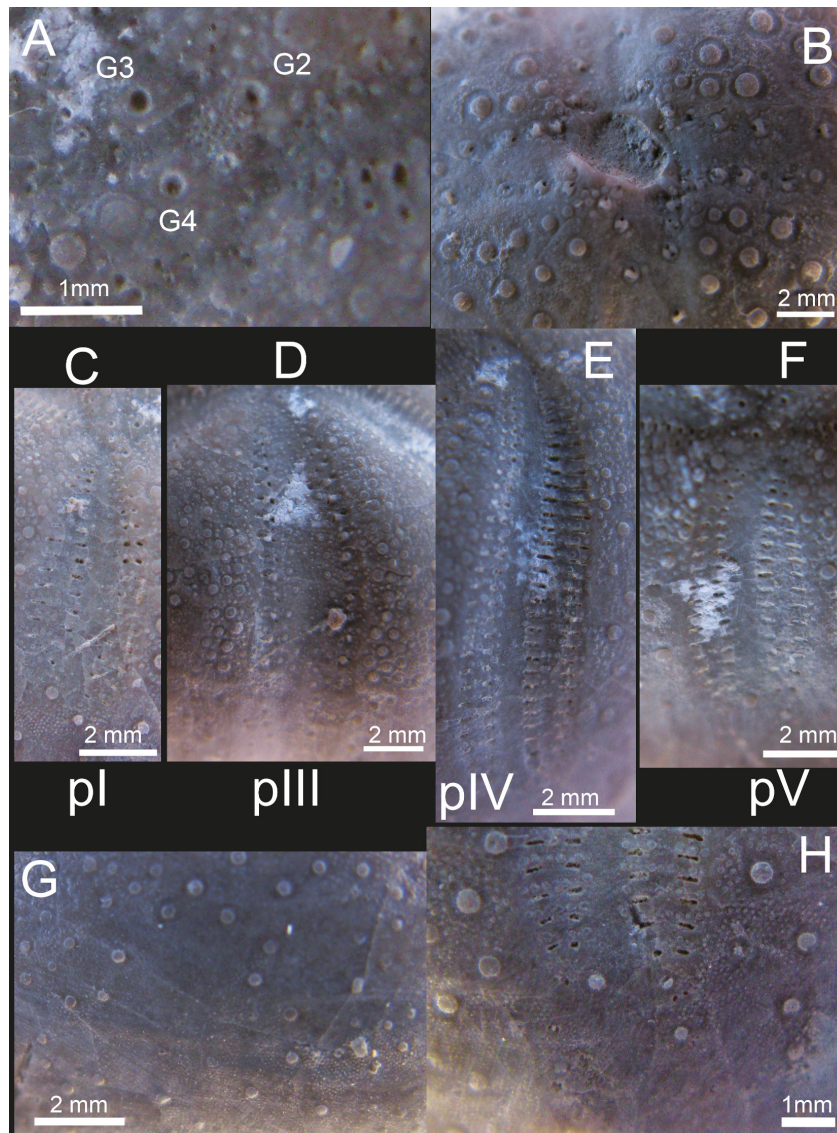


Figure 3: *Plotoxaster* sp, tetrambulacral, MPZ 2022/79, de l'Aptià superior d'Allepuz (Terol; conca del Maestrat). A: detall del sistema apical (G2 indica el gonoporus de la placa genital 2); B: detall del peristoma; C: pètal I; D: pètal III; E: pètal IV; F: pètal V; G: parafascioles laterals; H: final del pètal IV.

L'espai interporal és pla i molt més curt que el de la branca posterior. En l'espai perradial no hi ha tubercles, només granulació miliària. Entre els parells de porus, amb lupa, es pot apreciar l'existència d'algun tubercle secundari molt menut. El final del pètal IV (figura 3 H) es produeix per sobtat escurçament de l'espai interporal i radical reducció de les dimensions del porus que esdevenen puntuals, s'allunyen entre cada parells i es separen les dues branques. Apareix en el límit algun tubercle i parafascioles.

El ambulacres parells posteriors (Figures 2 A; 3 C i F) són molt curts, el 60 % que el pètal IV, les branques posteriors són rectes i corbades d'inici i cap endarrere les branques anteriors. Estan enfonsats i ocupen un 60 % de la distància radial. La branca anterior del pètal V té 21 parells de porus i la posterior 17. La forma dels porus és semblant al del PIV, i també s'aprecia una lleugera asimetria. La branca posterior té els porus més llargs i un espai interporal més llarg que la branca anterior on són de més reduïda longitud i l'espai interporal més curt. No disposen de tuberculació perradial. Els tubercles, esparsos, apareixen a l'ambulacre tot just al final del pètal. Aquest acaba per una sobtada reducció de les dimensions dels porus i de l'espai interporal, que esdevenen circulars i minúsculs, quasi inapreciable i

distant entre si fins acostar-se al peristoma. També es separen lleugerament les dues branques. El solc desapareix, s'anivella amb la corona, i s'aprecien, en el seu límit, unes bandes de parafascioles.

El periprocte està situat en la zona posterior (interambulacre 5) a la part truncada de l'àrea superior (figura 2 E), en una zona lleugerament deprimida, que es perllonga dibuixant un arc, cap a la dreta (en el sentit de la marxa de l'animal, que es suposa de l'eix periprocte-peristoma), fins la base, a la que escota, de forma molt suau. El contorn del periprocte, mentre que als *Pliotaster* és ovalat en sentit longitudinal, en aquest exemplar es presenta subcircular (encara que pot estar afectat per trencaments) i gran, molt major que el peristoma (Taula 12); molt separat de la superfície oral.

El peristoma (figures 2 B i 3 B) és menut, excèntric cap endavant, oblic, de contorn irregular de quatre costats tots diferents, més ample que alt, un poc encarat cap a endavant, encara que de forma obliqua respecte al solc de l'ambulacre III. Els fil·lodes estan constituïts per uns parells de porus especials col·locats en els laterals d'una gran protuberància. N'hi ha quatre parells de porus en cada branca dels ambulacres posteriors, sis parells en l'únic ambulacre anterior, el IV, i només dos en l'ambulacre III.

La tuberculació és més densa i els tubercles majors a la superfície oral. Almenys els tubercles majors s'endevinen perforats, crenulats, amb l'areola lleugerament enfonsada i amb anell escrobicular de tubercles miliàris, però la conservació no és molt bona. En la superfície adoral resten nues, o amb pocs tubercles, les zones ambulacrals, per contra al plastró són molt densos, especialment a les plaques esternals, en el labrum són menys densos. El labrum té forma de delta, les esternals són asimètriques i penetren en el labrum amb entrades còncaues. En la superfície apical els tubercles són més menuts i més esparsos. S'han de remarcar que als dos laterals de l'ambulacre III hi ha una feixa de tubercles més densos (figura 3 D). Al voltant del pètals, quan aquestos acaben, s'aprecien bandes de parafascioles amb densa granulació miliària i escassos tubercles principals (figura 3 G).

No hi ha, en l'exemplar estudiat, cap simetria present, ni pentagonal ni bilateral, respecte a cap eix.

4. DISCUSIONS I CONCLUSIONS

L'exemplar estudiat té els quatre ambulacres enfonsats. El pètal III, té parells de porus diferents a la resta de pètals, els quals estan entre si en angle, pròxims i tenen una notable protuberància interporal. En els ambulacres parells (encara

que en el nostre exemplar està desaparellat també el IV, per manca del II) no hi ha tuberculació perradial. Amb aquests caràcters s'assigna l'exemplar al gènere *Pliotoxaster* Fourtau, 1907.

S'han perdut totes les simetries. Respecte a la pentagonal només té quatre interambulacres cada un de forma i mida diferent, com que manca el gonopus 1 podem pensar que falta l'interambulacre 1; únicament té quatre ambulacres, no hi és el AII. No és pot apreciar, però, si falta completament l'ambulacre II i cal suposar que també manca la placa ocular II. El peristoma és oblic, de contorn tetragonal irregular.

Respecte a la simetria bilateral, no n'ha quedat res (figura 2), alterat profundament per les parts que manquen. Tanmateix allò que no existeix convindria precisar-ho. Sembla evident que no hi és l'ambulacre II. Dels quatre pètals, els dos posteriors, a banda i banda del periprocte, són molt pareguts (figura 2; taula 12). De fet, la semblança entre els dos pètals posteriors és allò que hi ha de més similar, de més pròxim a la simetria, en tota la seua arquitectura.

El pètal III, no ofereix dubtes perquè té parells de porus diferents. El pètal IV és molt més llarg que els posterior hi és a la banda esquerra en el sentit habitual de la marxa dels equínids irregulars.

No n'hi ha dubtes: el que s'ha perdut és l'AII. Però quin interambulacre falta? No disposa del gonoporus 1 (figura 3 A) doncs ha de mancar el interambulacre 1. Sembla lògic i tenim resposta ràpida i fàcil. Però és així? No hi ha cap hipòtesi alternativa? Si considerem que el creixement de les noves plaques en els equínids es produeix a partir de les plaques oculars (DAVID & MOOI, 1996, 1999; MOOI & DAVID, 1997; DAVID et al., 2000), s'obre una nova línia de pensament. El creixement de les noves plaques es genera a partir de la placa ocular de la forma següent: les plaques ambulacres van creixent a partir de la seua placa ocular; i a partir d'ella també es generen les dues columnes col·laterals, a una banda i l'altra, dels interambulacres que confronten.

Es formula, per deducció, la nova hipòtesi, si li manca la placa ocular II, no s'ha generat l'ambulacre II i tampoc les columnes col·laterals dels interambulacres 1 i 2. En conseqüència el que ara veiem en l'exemplar estudiat entre l'AI i l'AIII, és un interambulacre compost de la columna a (en la notació de Lovén) del Ia1 i la columna b del Ia2. Per testar la nova hipòtesi podem veure en l'exemplar estudiat quina tuberculació presenta.

I ens trobem que en la part anterior de l'interambulacre estudiat (la colum-

na b) apareix la feixa de tubercles atapeïts que limita l'AIII (figura 3 D), tot just el que s'espera trobar en la columna b de l'AII, en la columna anterior. Mentre que en la part posterior hi ha tubercles esparsos sense cap patró d'ordenació com hi ha a l'interambulacre IV, en totes dues columnes, el que esperariem de la columna b de l'Ia1. Per tant no es contradiu aquest nova hipòtesi, que es considera més ajustada als resultats: suposar que el que manca en aquest singular i asimètric espècimen és la columna b del Ia1 i la columna a del Ia2.

I malgrat tot, aquest *Pliotoxaster* absolutament asimètric, de disseny picassià, va campar per una mar soma fa uns 118 Ma. (BOVER et al., 2016). Va poder créixer en competència i companyia dels congèneres simètrics, enfrontar-se a totes les dificultats pròpies de l'espècie i va arribar a adult. Se sap perquè és de mida normal i té els gonoporus oberts (això sí, només tres). Els equínids es reproduïxen sexualment. Però no es seleccionen sexualment. Tenen fecundació externa. Es posen d'acord en anar de festa, potser quan una lluna plena els estimula i llancen sincronitzats els material genètic, òvuls i esperma a l'aigua, que gronxat per onades i marees, afavorit per la mar, celestina, completa el prodigi de la fecundació. No hi ha cap femella escollint el mascle més fort,

més bell, més agressiu, amb millor territori, etc., per assegurar la millor sort dels seus descendents. Cap selecció. El pur atzar de la dansa subtil de les ones. Així que no devia patir cap discriminació, per dir-ho així, per les asimetries i el cos estrofolari. Encara sort. Va tenir les mateixes probabilitats del seus congèneres de que la seua herència ge-

nètica tingués continuïtat. Només les condicions de l'entorn en cada moment afavoreixen els individus portadors d'un disseny o altre. Potser qualsevol arquitectura corporal és en potència viable, si li ha permès viure a un individu portador, i allò que veiem com normal només és un dels resultats possible que el medi, però també l'atzar, ha seleccionat.

Codi	Mesures	mm/°
L	Longitud màxima	29,7
	longitud eix Ia3-Ia5	28,2
	longitud eix AIII-AV	27,7
A	Amplada màxima	28,2
	amplada eix Ia4-Ia1&2	26,6
H	Alçada màxima, al-Ia4 part adapical	20,7
Ppm	distància del peristoma al marge posterior	21,2
Ppt	distància del periprocte a la base	11,9
Psa	distància del sistema apical al marge posterior	11,7
PMA	distància de la màxima amplada al m. posterior	10,5
A/L		0,949
H/L		0,697
PMA/L		0,394
Psa/L		0,394
Ppm/L		0,714
IPI	longitud pètal I	7,6
IPIII	longitud pètal III	10,1
IPIV	longitud pètal IV	12,1
IPV	longitud pètal V	7,2
aPI	amplada pètal I	74
aPIII	amplada pètal III	4,5
aPIV	amplada pètal IV	4,2
aPV	amplada pètal V	3,7
hpp	alçada periprocte	5,4
app	amplada periprocte	4,8
A° _{tp}	angle truncatura posterior	75,7

Segueix a la pàgina següent

Codi	Mesures	mm/°
A° I-V	angle entre els eixos dels pètals I i V	91,3
A° III-V	angle entre els eixos dels pètals III i IV	51,7
A° IV-V	angle entre els eixos dels pètals IV i V	113,1
A° I-III	angle entre els eixos dels pètals I i III	83,2
apm	amplada peristoma	2,9
hpm	alçada peristoma	2,1
app/hpp		0,889
hpp/L		0,182
apm/hpm		1,381
hpm/L		0,071
rDAI	distància radial ambulacre I	13
rDAIII	distància radial ambulacre III	12,5
rDAIV	distància radial ambulacre IV	13,8
rDAV	distància radial ambulacre V	11,6
IPI/rDAI		0,585
IPIII/rDAIII		0,808
IPIV/rDAIV		0,877
IPV/rDAV		0,621
IPV/IPIV		0,595
aE	amplada de l'escotadura de l'ambulacre III	9,2
	nombre parells porus pètal I	16
	nombre parells porus pètal III	17
	nombre parells porus pètal IV	36
	nombre parells porus pètal V branca posterior	17
	nombre parells porus pètal V branca anterior	21

Taula 11: Mesures del *Platoxaster* sp. MPZ 2022/79, tetrambulacral de l'Aptià superior d'Allepuz (Terol; conca del Maestrat).

5. AGRAÏMENTS

A la direcció general de Patrimoni Cultural, del Govern d'Aragó, per l'autorització de la prospecció, exp. 90/2021, i a Juan Carlos García Pimienta, del servei d'Investigació i Difusió del Patrimoni Cultural, per totes les facilitats per

poder estudiar el material.

A Manuel Saura Vilar per les fotos de la figura 2. A Vicent Gual i Ortí per l'ajuda en la confecció de les figures. A Carl Nugent per la correcció del text en anglès.

A tots els revisors, les aportacions dels

quals, ha contribuït a millorar el text Aquest estudi no ha gaudit de cap finançament extern.

6. BIBLIOGRAFIA

BOVER-ARNAL, T., MORENO-BEDMAR, J. A., FRIJIA, G., PASQUAL-CEBRIAN, E. & SALAS, R., (2016): Chronostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (E Iberian Peninsula): integrating strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy* (vol. 49/1), p. 41-68. Stuttgart.

CAPEDER, G. (1907): Sopra alcune forme teratologiche di Fibularidi del Miocene medio della Sardegna. *Rivista Italiana di Paleontologia* (25): 495-534.

CERANKA, T. (2007): Symmetry disorders of the test of Miocene echinoid *Echinocyamus* from Poland. *Acta Paleontologica Polonica* 52 (3), p. 503-518.

DAVID, B. & MOOI, R. (1996): Embryology supports a new theory of skeletal homologies for the phylum Echinodermata. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* (319), p. 577-584.

DAVID, B. & MOOI, R. (1999): Comprendre les échinodermes: la contribution du modèle extraxial-axial. *Bulletin de la Société Géologique de France* (170), p. 91-101.

DAVID, B., LAFEBVRE, B., MOOI, R. & PARSLEY, R. (2000): Are homalozoans echinoderms? An answer from the extraxial-axial theory. *Paleobiology* (26), p. 529-555.

DE LORIOU, P. (1887): Notes pour servir à l'Etude des Echinodermes, 1re. Série, fasc. II.

FORNER, E., BARREDA, F. & SEGURA, J. (2016): Sobre alguns exemplars anormals de *Leptosalenia barredai* (Echinoidea) de l'Albià de Traiguera. *Nemus* (6), p. 137-142. Castelló de la Plana.

FOURTEAU, R. (1907): *Bulletin de l'Institut Egyptien, Serie 4, 6* (3), 140 pp.

GAUTHIER, V. (1884): Sur quelques équinides monstrueux appartenant au genre *Hemiaster*. *Compte rendu de la 13è. session, Seconde partie, notes et mémoires*, p. 258-260. Association française pour l'avancement des sciences. Blois (Fr).

GUIMERÀ, J. (1984): Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian peninsula. *Geol. Mag.* (121), p. 413-420.

IGME INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1981): Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Alcalà de la Selva, 568. Servicio de publicaciones ministerio de Industria y Energia. Madrid.

JACKSON, R. T. (1927): Studies of *Arbacia punctulata* and allies, and of nonpentamerous

- Echini. *Memoirs of the Boston Society of Natural History* (8), p. 435-565.
- KROH, A. & SMITH, A.B. 2010: The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147-122. London.
- LAMBERT, J. (1920): Echinides des environs de Santander recueillis par M. L. Mengaud: *Annales de la Société linnéenne de Lyon*, tome 66, année, 1919, p. 1-32.
- MOOI, R & DAVID, B. (1997): Skeletal homologies of echinoderms. *The Paleontological Society Papers* (3): 305-350.
- SALAS, R. & GUIMERÀ, J. (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Iberica Oriental). *Geogaceta* (20), p. 1704-1706. Madrid.
- SALAS, R. & GUIMERÀ, J. (1997): Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior–Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero* (108,4-5), p. 393-402. Madrid.
- SALAS, R., GUIMERÀ, J., BOVER-ARNAL, T. & NEBOT, M. (2019): The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins In [Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M.E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J.M., Coruña, F., de Gea, G.A., Fornós, J.J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C.L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J.M., Muñoz, J.A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L.M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I.E., Quijano, M.L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J.P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A.R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019]. *The Late Jurassic–Early Cretaceous Rifting*. In [Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Volume 3: *The Alpine Cycle*. Springer, Heidelberg: 60–63. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>]
- SAURA, M. (2007): Genetische Missbildungen bei Seeigeln. *Revista Científica Online de Paleontología Alemana* 2.1.2007 (Secció Lehrreiches) Leitfossil.de.
- VILLALBA, M. P. (1993): Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Facsímil de la tesi doctoral (1991) autoritzat i reproduït pel Servei de Reprografia de la Editorial de la Universitat Complutense de Madrid en 1993. 568 pp. 33 lám. Universitat Complutense de Madrid. Madrid.
- VILLALBA, M. P. (2003): Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, (1), p. 93-156. Castelló de la Plana.