

FRÚSTULS DE DIATOMEES I GNATOBASES MANDIBULARS DELS COPÈPODES ANTÀRTICS UN EXEMPLE DE COEVOLUCIÓ?

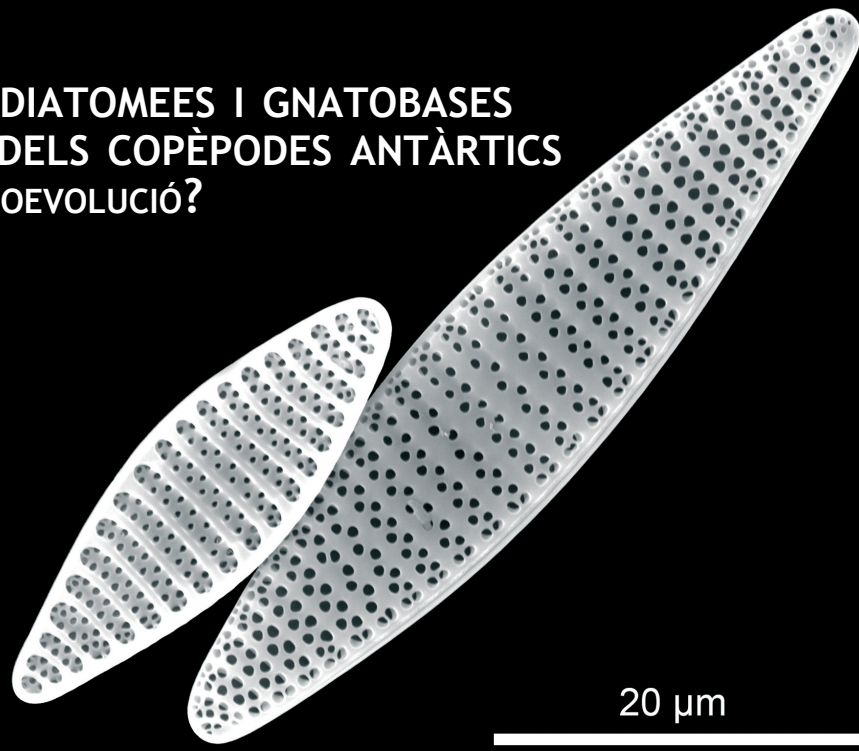


Figura 1

Escrit per:

Jan Michels

Doctorand de l'Alfred Wegener

Institut für Polar und Meeresforschung

Les diatomees són algues unicel·lulars petites que difereixen de la resta de grups de fitoplàncton per tenir les parets cel·lulars formades per sílice, donant lloc als anomenats frústuls, que els confereixen una impressionant varietat de morfologies. Mentre que els primers científics, com per exemple el famós Ernst Haeckel, s'interessaven en l'estudi de la diversitat de formes dels frústuls, estudis moderns se centren més en la significació de l'arquitectura i les característiques dels materials que els formen i que els donen estabilitat.

S'ha observat que els frústuls d'algunes espècies de diatomees són extremadament estables i que es necessita una energia considerable i unes eines especials per poder-les trencar. Per tant, és molt possible que els frústuls hagin evolucionat per tal de resistir pressions externes, la qual cosa pot plantejar problemes als organismes que

el número de depredadors potencials, i així les diatomees poden tenir avantatges en la cadena evolutiva.

Està àmpliament acceptat el fet que les diatomees dominen la floració del fitoplàncton perquè la seva taxa de mortalitat és inferior a la d'altres grups d'algues petites amb taxes de creixement semblants. La diatomea pinnada *Fragilariopsis kerguelensis* (Fig. 1), una espècie planctònica amb una estabilitat frustular altament elevada, és sovint l'espècie més abundant i domina al fitoplàncton en molts dels indrets de floració del fitoplàncton a l'oceà del Sud. A més, s'assumeix que aquestes espècies poden ser una bona font d'alimentació per al zooplàncton antàrtic, que s'alimenta bàsicament de fitoplàncton.

A l'oceà del Sud, de la mateixa manera que en la resta d'àrees oceàniques a la Terra, la comunitat de zooplàncton està formada principalment per petits crustacis, anomenats copèpodes a causa de les seves extremitats semblants a remos. A la seva cara ventral, els copèpodes hi tenen estructures

s'alimenten d'aquestes diatomees i han de trencar-les per optimitzar el seu aprofitament en la dieta. A la majoria d'àrees de l'oceà del Sud la comunitat de fitoplàncton és dominada per les diatomees. Avui dia els científics suposen que la combinació d'una estàtica equilibrada (mitjançant una arquitectura per a pesos lleugers) i la duresa del material redueix

bucals de gran importància per a la captació de partícules alimentàries. S'ha demostrat que els copèpodes generen corrents d'aigua a la zona ventral del seu cos mitjançant les estructures bucals, per tal de millorar la captació d'aliment i dirigir les partícules cap a l'estoma.

A prop de l'estoma la part basal d'un parell d'estructures bucals s'utilitza per agafar i triturar les partícules alimentàries: les gnatobases de les mandíbules. A l'extrem distal d'aquestes gnatobases hi ha estructures semblants a dents, que presenten gran diversitat morfològica entre les diferents espècies de copèpodes. Basant-nos en aquestes diferències morfològiques, podem considerar la relació entre la morfologia de la gnatobase i el tipus de dieta. Les espècies de copèpodes que s'alimenten bàsicament a partir de zooplàncton presenten dents llargues i punxegudes, mentre que les espècies que s'alimenten de fitoplàncton les tenen curtes i molt compactes, amb petits pics. La dieta de la majoria dels copèpodes antàrtics consisteix bàsicament en fitoplàncton. Atesa la seva abundància i el seu tipus de dieta, aquestes espècies de copèpodes juguen un paper important com a consumidors primaris de la cadena alimentària marina i contribueixen, en gran mesura, als fluxos energètics dins de les columnes d'aigua (pelàgics) i entre la columna d'aigua i el fons marí (bentònics). La utilització efectiva de les diatomees per a la dieta requereix el trencament previ dels frústuls. Es pot suposar que gnatobases amb dents estables i amb petits pics milloren l'efectivitat en el trencament els frústuls de les diatomees gràcies a que es fa una força elevada i a que es concentra en una àrea relativament petita per mitjà dels pics.

En investigacions sobre les estructures bucals de diferents espècies animals (insectes, isòpodes, serps i peixos) que s'alimenten d'algues de roca i que han de raspar i triturar l'aliment que està fermament agafat a les roques rugoses, s'ha observat que quasi tots els animals d'aquestes espècies presenten estructures bucals molt consumides. Per minimitzar aquest desgast han desenvolupat adaptacions específiques. Un fet anàleg pot ser l'alimentació i el trencament de les

diatomees. L'alimentació a base de frústuls silicats pot resultar en un estrès mecànic considerable a les gnatobases, que pot arribar a desgastar-les intensament i a trencar-ne algunes parts. Una adaptació a això podria ser l'emmagatzematge dels materials, fet que incrementa l'estabilitat, a les parts apropiades de les estructures bucals del copèpode.

En algunes espècies de copèpodes antàrtics és molt evident la diferència en la composició dels materials: entre les dents de les gnatobases i la resta de les gnatobases. És molt probable que en aquestes espècies els silicats s'emmagatzemin a les dents, tal i com

s'ha descrit per a espècies de copèpodes d'altres zones oceàniques. Aquesta acumulació de silicats incrementa l'estabilitat de les gnatobases mandibulars amb una consegüent disminució del desgast.

Una possible coevolució comparable amb un altre taxó de crustaci i la seva presa és descrita per gastròpodes i el cranc *Platytelphusa armata*, espècies endèmiques del llac Tanganyica a l'Àfrica. Comparant aquests dos organismes amb altres espècies semblants, els gastròpodes de Tanganyica presenten unes closques significativament més gruixudes i els crancs unes pinces més llargues i més

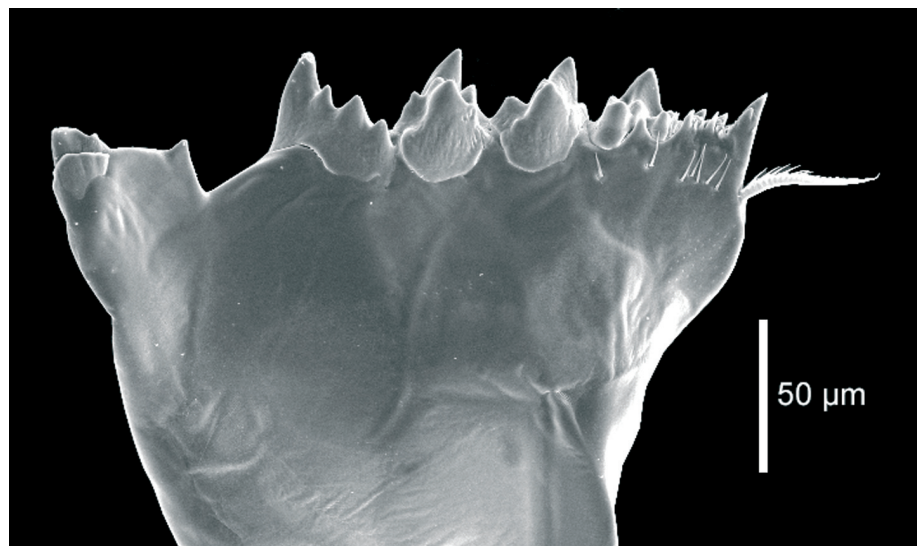


Figura 2: Gnatobase mandibular esquerra de *Calanus propinquus*, visió cranial.

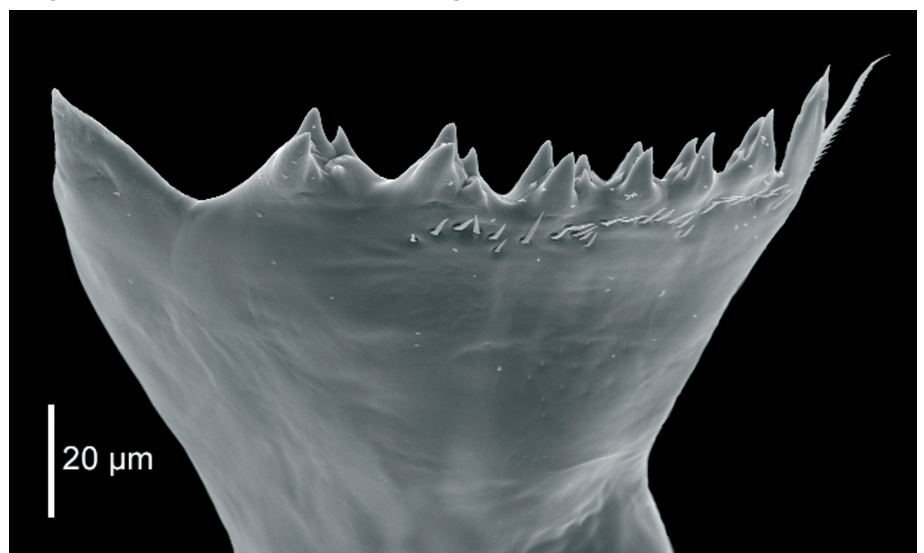


Figura 3: Gnatobase mandibular dreta de *Metridia gerlachei*, visió caudal.

fortes. Els científics suposen que això es deu a una coevolució de les dues espècies durant els últims set milions d'anys al llac Tanganyica. Entre els copèpodes i les diatomees, la coevolució es devia donar com segueix: amb el desenvolupament dels frústuls silicats de les diatomees, els copèpodes van necessitar estructures dentals més dures per poder trencar els frústuls. Van desenvolupar la capacitat d'emmagatzemar el silicat a les seves dents i aleshores van poder trencar els frústuls i alimentar-se de les diatomees que abans no podien ingerir. El silicat de les preses va produir canvis apropiats a les característiques de composició de les seves dents, ja que s'hi trobava present en grans concentracions i s'adquiria per mitjà de la ingesta de diatomees. Així, no fou necessari pels copèpodes enriquir-se de silicat a partir dels silicats de l'aigua marina. Podien emprar les grans concentracions de silicats a partir de les diatomees que tenien al seu aparell digestiu. Aquesta pot ser la raó per la qual els copèpodes emmagatzemen silicats a les seves dents en comptes de metalls com el manganès o el zinc, com fan gran part dels artròpodes terrestres.

A continuació mostrem la possible coevolució de frústuls de diatomees i gnatobases de copèpodes posant

com a exemples les dues espècies de copèpodes antàrtics: *Calanus propinquus* i *Metridia gerlachei*. Les gnatobases de *C. propinquus* (Fig. 2) es componen d'unes dents molt estables, que estan formades d'un material diferent de la resta de les parts de les gnatobases. Aquest material se suposa que conté inclusions de silicat. En canvi, les dents relativament llargues i fines de *M. gerlachei* (Fig. 3) són

formades pel mateix material que la resta de les gnatobases. En conseqüència, la mandíbula de *C. propinquus*, amb les seves dents estables i les inclusions de silicats, sembla estar adaptada perfectament a una dieta basada en grans quantitats de diatomees, mentre que la morfologia de la gnatobase de *M. gerlachei* és apropiada per a una alimentació a base d'organismes sense closques compactes. Aquestes

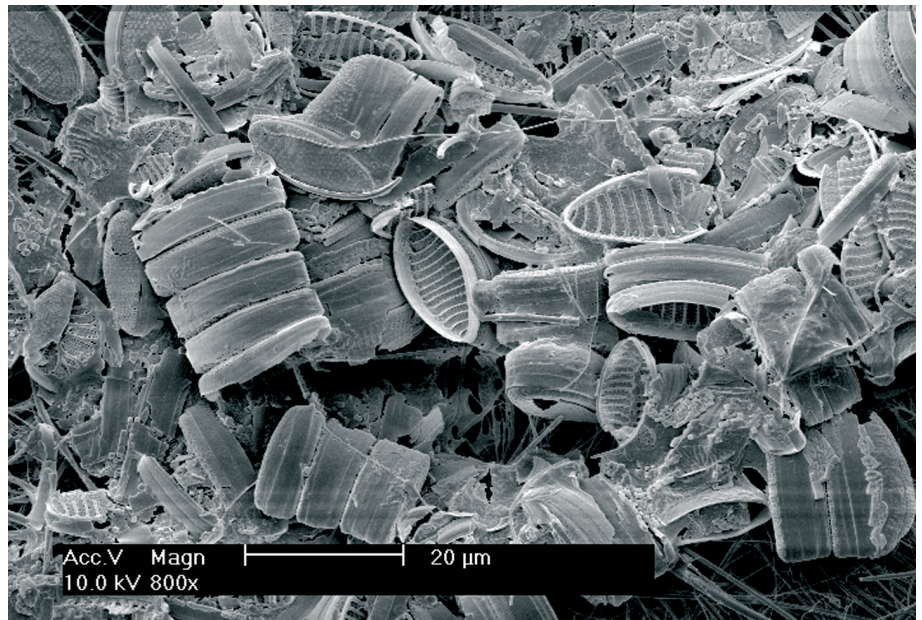


Figura 4: Frústuls de *Fragilariopsis kerguelensis* en un pellet fecal de *Metridia gerlachei* obtingut d'experiments d'alimentació amb *F. kerguelensis*.



Copèpode antàrtic. © Ekkehard Vareschi

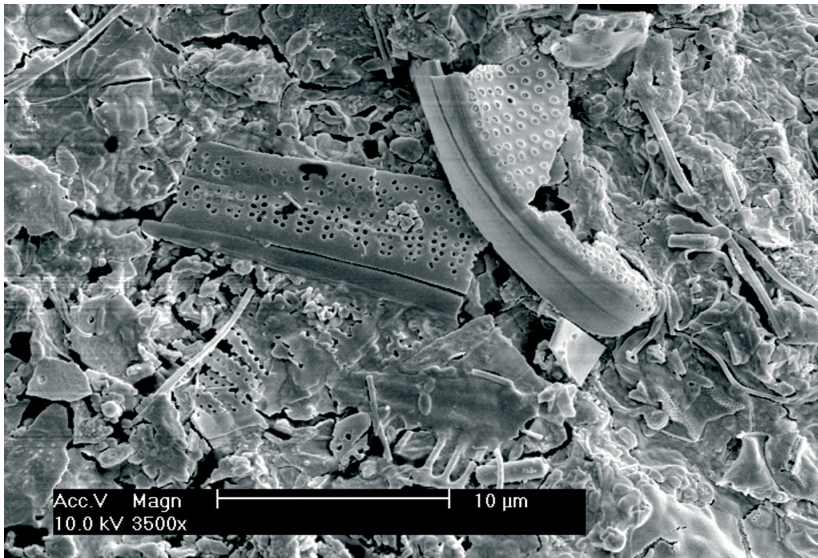
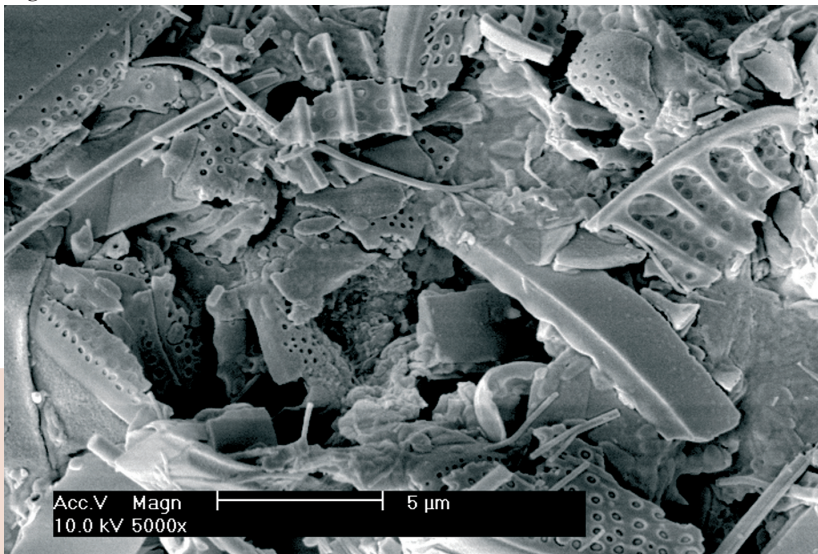


Figura 5a i 5b (a baix): Fragments de frústuls de *Fragilariopsis kerguelensis* en un pellet fecal de *Calanus propinquus* obtingut d'experiments d'alimentació amb *F. kerguelensis*.

Figura 5b



interpretacions es veuen recolzades per anàlisis de femtes obtingudes per partir d'experiments amb *Fragilariopsis kerguelensis*. Les deposicions de *M. gerlachei* només contenen frústuls de *F. kerguelensis* sense destruir (Fig. 4) mentre que a les de *C. propinquus* es van trobar fragments de frústuls de *F. kerguelensis* (Fig. 5 a i b). A diferència de *C. Propinquus*, *M. gerlachei* sembla incapaç de trencar els frústuls de *F. kerguelensis* i probablement no pot utilitzar les cèl·lules d'aquesta espècie de manera efectiva.

En conclusió, és molt probable que les gnatobases mandibulars dels copèpodes amb les seves estructures dentals formades per silicats hagin coevolució juntament amb els organismes que els serveixen com a font d'alimentació i que aquests s'hagin adaptat a la dieta d'espècies de copèpodes concretes.



Jan Michels realitza la seva tesi doctoral a l'AWI, Alemanya, en temes de Zooplàncton antàrtic. A bord del Polarstern, el Jan treballava a coberta amb les llargues "bongonets", i també en un contenidor fred, on mirava el plàncton capturat pel microscopi i realitzava els seus estudis.