

tambien por la cantidad extraordinaria de animales, entre los que predominan los crinoideos, ó sean equinodermos pediculados, los zoófitos, los briózoos, algunos foraminíferos, los productus, evomphalus, orthoceras, el género bellerophon, que no se presenta en períodos posteriores, varios peces, y otros muchos, todos marinos.

En Asturias este piso está tan perfectamente representado en cuanto á la posicion y caracteres como en el norte de Inglaterra, en Bélgica y Rusia, adquiriendo un gran desarrollo en la base del terreno de la ulla, de cuya sustancia contiene algunas capas en los pisos superiores. Los fósiles de este piso son muy abundantes en Asturias, y los principales indicados por Verneuil los siguientes: productus semireticulatus, p. punctatus, p. cora, spirifer Mosquensis, Phillipsia, y la fusulina cylindrical, característica del sistema carbonífero de Rusia y de los Estados-Unidos de América.

El piso medio, separado del inferior por el levantamiento de los Vosgos, se conoce en Inglaterra con el nombre de millston-grit (arenisca, piedra de molino), por ser la roca principal un asperon de grano fino que lo destinan al indicado objeto y puede pasar, y lo hace con efecto, á una especie de arkosa ó arenisca feldespática y á un conglomerado mas ó menos basto. Tambien se encuentran en este piso algunas pizarras arcillosas y calizas impregnadas de betunes.

Aunque suele hallarse en este horizonte la ulla, es menos crasa que en el anterior, y sus capas mas delgadas y menos frecuentes, suministrando un combustible de inferior calidad.

Las arcillas suelen ser aluminosas y se explotan en muchos puntos para la extraccion del alumbre: se emplean tambien como muy refractarias para los altos hornos y crisoles: los ingleses las distinguen con el nombre de *fire-clay* (arcilla de fuego).

En algunos puntos este piso llega á adquirir una potencia de 200 y mas metros, y ofrece peces y moluscos fósiles, y tambien alguno que otro nódulo de hierro.

En los alrededores de Durham y de Northumberland (Inglaterra), el millston-grit sirve de base al superior: en Francia la cuenca de Saint-Aubin y de Sallé pertenecen á este piso, que se encuentra en Asturias y en San Juan de las Abadesas.

El piso superior del terreno carbonífero, separado del medio por el sistema del Forez, es el que llaman los ingleses *coal-measures* (medida de carbon), por ser el mas rico en tan preciosa materia; corresponde al terreno de la ulla propiamente dicho, y á la formacion carbonífera de algunos autores. Está compuesta de arcillas pizarrosas, impregnadas frecuentemente de betunes, en cuyo caso son inflamables, alternando con areniscas, pudingas silíceas y capas de carbon, desde una vara hasta dos ó tres de espesor, que es lo comun; repitiéndose gran número de veces, como sucede en el Northumberland, en el condado de Derby y en Asturias.

Además de estos elementos que pueden considerarse como esenciales, se encuentran en este piso una porcion de sustancias que, aunque accidentales, suelen ofrecer grande importancia industrial. Entre ellas ocupa el primer lugar el hierro carbonatado, que se presenta en nódulos ó riñones, y tambien en masas ó depósitos elipsoidales subordinados á las capas de pudingas y areniscas. La presencia del hierro en este terreno y el modo de presentarse, parece indicar la intervencion de corrientes eléctricas subterráneas en su formacion, como indicamos ya al explicar la notable disposicion que afectan los nódulos del pedernal en las capas de la creta blanca.

La pirita de hierro se presenta á veces diseminada en las pizarras y en la ulla, á la que comunica malas cualidades. Tambien suele encontrarse la galena, la blenda y con menos

frecuencia el cinabrio, como se ve en Muñon-Cimero (Asturias). Entre las sustancias no metálicas se encuentran muchos betunes, resultado de una especie de destilacion de las ullas grasas, y además la baritina y el alumbre.

Para comprender la extension y distribucion geográfica de este terreno, véase el siguiente cuadro:

	CUENCA	Superficie aproximada Hectáreas	Produccion Toneladas
Islas británicas.	Pais de Gales. . . . .	1.600,000	De 35 á 40.000,000
	Condados de Derby y Stafford. . . . .		
	Newcastle. . . . .		
	Escocia. . . . .		
Francia. . . . .	Del N. y paso de Calais. . . . .	300,000	De 5 á 6.000,000
	Del Loira, del Saona y Loira. . . . .		
Bélgica. . . . .	Del Allier y del Gard Mons, Charleroi y Lieja. . . . .	150,000	6.000,000
	Sarrebruck, la Ruhr Silesia y Tharand (Sajonia). . . . .		
Prusia y Alemania. . . . .	La de Bohemia. . . . .	80,000?	900,000?
Austria. . . . .	La de Asturias. . . . .	140,000?	500,000?
	La de Andalucía. . . . .		
España. . . . .	La de los Alleghania, del Tennessee y de la Pensilvania, del Illinois. . . . .	3.000,000?	9.000,000?

**LOCALIDADES ESPAÑOLAS.**—En la Península se conocen los famosos criaderos de Pola de Lena y Mieres (Asturias), el de Val de Sabero (Leon), Guardo y Muñeca (Palencia), los de Belmez, Espiel y Villanueva del Rio (Andalucía), el de San Juan de las Abadesas (Cataluña), el de Hinarejos (Cuenca), y otros de menor importancia.

**MATERIALES ÚTILES DEL TERRENO CARBONÍFERO.**—Entre las materias que encierra este terreno, la que realmente le da su importancia es el precioso combustible buscado con empeño por todos los pueblos industriales, y que, como con mucha oportunidad dice el señor Caveda en su brillantísima Memoria sobre la Exposicion de la industria española en 1850, «es el agente mágico de la produccion, el motor mas poderoso de las fábricas, el elemento necesario para reducir las distancias, recorrer con seguridad y presteza los mares, y convertir las naciones en un solo pueblo.»

Pero además de este agente suministra dicho terreno otro no menos importante, á saber: el hierro, que no solo auxilia la explotacion de la ulla, sino que la existencia en el mismo criadero del combustible, hace muy económico su beneficio.

En muchos puntos se emplean las areniscas del piso medio para piedras de molino, como en Inglaterra y en otros países: las pizarras arcillosas que ofrecen alguna consistencia, se destinan á cubrir los edificios; y las impregnadas de materias bituminosas se emplean en la preparacion de lápices comunes y para la extraccion del aceite mineral, que se destina con grande éxito para el alumbrado público. La caliza de encrinetes suministra un mármol precioso y muy estimado para mesas, chimeneas, etc., siendo el de Bélgica el mas buscado en el comercio. Por último, los betunes, el alumbre, algunas piritas y otros metales, son en diversos puntos objeto de ricas explotaciones.

CUARTO.—Terreno pérmico

**SINONIMIA.**—Terreno péneo, Omalius.—Terreno del Rothe, todliegende, zechstein y alpenkalk de los alemanes.—Pérmico, Murchison.—Pérmico ó caliza magnésica, Lyell.—Red conglomerad y magnesian limestone, de otros ingleses.—Zechstein, Humboldt.—Terreno samerítico, Huot.—Primera caliza secundaria, Boué.—Parte de la arenisca roja, Rozet.—Caliza alpina.—Parte inferior del grupo de la arenisca roja, Delabeche.—Parte del período salino magnésifero, Cordier.—Piso pérmico, D'Orbigny.—Arenisca de los Vosgos, Dufrenoy y Elie de Beaumont, etc.

**DEFINICION.**—El terreno pérmico, así nombrado por Murchison en 1841, por hallarse muy desarrollado en el gobierno de Permian (Rusia), corresponde á lo que en 1822 llamó Omalius terreno péneo, traduccion del *rothe tolliegende*, que significa terreno rojo pobre, denominacion que aplican los mineros alemanes á la parte inferior de este terreno, cuyo color habitual es el rojo, y que en contraposicion al piso medio, es muy pobre en mineral cobrizo. Con estos datos podemos ya decir que el terreno pérmico comprende una serie de capas de rocas calizas, cuarzosas y pizarreas, colocadas entre el levantamiento del Rhin y el del norte de Inglaterra, que lo separan en estratificacion discordante, el primero del trias, base del período secundario, y el segundo del carbonífero.

**CARÁCTER MINERALÓGICO.**—Segun el Sr. King, el terreno pérmico consta en el norte de Inglaterra, en donde está muy desarrollado, de los materiales siguientes, que colocamos en frente de los admitidos por otros en la Turingia, para que se comprenda mejor su posicion y correspondencia.

NORTE DE INGLATERRA	TURINGIA	PISOS
1. Caliza cristalina concrecionada y caliza no cristalina. . . . .	1. Stinkstein. . . . .	Superior ó zechstein.
2. Caliza brecha y pseudo brecha. . . . .	2. Rauchwacka. . . . .	
3. Caliza fosilífera. . . . .	3. Dolomia ó zechstein superior. . . . .	
4. Caliza compacta. . . . .	4. Zechstein ó zechstein inferior. . . . .	
5. Pizarra margosa. . . . .	5. Mergel schiefer ó kupferschiefer. . . . .	Medio ó kupferschiefer.
6. Areniscas inferiores de colores claros. . . . .	6. Rothligendes. . . . .	Inferior ó rothligendes.

En Rusia el terreno pérmico consta, segun Murchison, de caliza blanca con yeso y sal, tambien blanca, de areniscas bastas, rojas y verdes, con mineral de cobre accidentalmente; y por último, de calizas magnésicas y dolomíticas, margas y conglomerados.

**CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.**—El levantamiento de los Países Bajos se verificó durante la formacion de este terreno, determinando la dislocacion de sus estratos y el metamorfismo de las rocas que los caracterizan.

**CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.**—El terreno pérmico es el de la primera aparicion de las ostreas, panopeas y myoconchas: todavia se encuentran en él algunos reptiles extraordinarios, como el protorosaurus, el thecodontosaurus y paleosaurus, que le son peculiares; bastantes peces de organizacion singular, particularmente los paleniscus, pygopterus, cælacanthus, y platysomus, que, lo mismo en Inglaterra que

en Mansfeld, se encuentran en las pizarras margosas del kupferschiefer, ricas en cobre: algunos productus, spirifer y otros moluscos. Entre las plantas se encuentran todavia restos de helechos arbóreos de la época carbonífera, y empieza á presentarse ya la familia de las cicadeas, coníferas. En resumen, puede decirse que tanto la flora como la fauna del terreno pérmico se parecen mas ó tienen mas puntos de contacto y de semejanza con las del carbonífero que con las del trias, lo cual justifica plenamente su posicion dentro de la serie paleozóica.

El distinguido geólogo sajón Sr. Geinitz, que es el que mejor lo ha estudiado bajo el punto de vista paleontológico, dice que desde 1848, la fauna de este terreno se ha triplicado al menos, dando conocimiento en una obra que publicó en 1862, de 216 especies procedentes de Alemania, Inglaterra y Rusia. De ellas 9 ó 10 pertenecen á los saúrios, correspondientes á las familias de los lacertídeos y labirintodontídeos; estos empiezan en el terreno carbonífero y adquieren gran desarrollo en el trias. Describe en la misma obra 43 especies de peces ganoidéos heterocercos, 25 de crustáceos, 3 de anélidos ó gusanos, 5 de cefalópodos, 25 gasterópodos, 40 conchíferos y 30 braquiópodos, equinodermos, zoófitos, etc. Despues enumera las principales plantas que se encuentran en el pérmico, y hecho el exámen comparativo con las faunas y floras de terrenos anteriores y posteriores, deduce la mayor analogía con las del grupo paleozóico, y particularmente con el carbonífero, de donde es fácil deducir que aunque Geinitz adopte el nombre de Dyas, propuesto en 1859 por Julio Marcou, se aparta de este, considerando al pérmico, no ya como la base de los terrenos secundarios asociándolo al trias y formando de los dos lo que él llama dyas, sino mas bien, como el último terreno del grupo paleozóico.

El carácter tumultuoso de esta época, y la escasa vida que la caracteriza, se hallan perfectamente representadas por las figs. 85, 86, 87 y 88.

**ESPOSOR DEL PÉRMICO.**—En el Harz las areniscas rojas del pérmico aparecen levantadas hasta 1,000 metros, máximo desarrollo de este terreno en el centro de Europa. En Heydelberg alcanza 650 metros, mientras que la arenisca de los Vosgos no excede de 500 á 540 metros.

**DIVISION.**—Segun se indica en el cuadro anterior, el terreno del pérmico se divide en tres horizontes, cuyos nombres revelan el país donde se ha estudiado primero y donde adquiere mayor desarrollo.

Estos horizontes son de abajo arriba: inferior ó del *Rothe todt Liegende*, que significa rojas capas muertas; circunstancia que indica la pobreza en mineral cobrizo y en fósiles de este piso: medio ó del *Kupferschiefer*, pizarra cobriza, cuyo carácter distintivo y mas notable consiste en las numerosas impresiones de peces fósiles que en ellas existen; y superior ó del *Zechstein*, expresion minera alemana, que se aplica á bancos de Dolomias, yesos, pizarras verdes, etc. A estos tres pisos agrega el Sr. Murchison parte de la arenisca pizarrosa y rojiza que otros consideran del trias, llamada del *Bunter schiefer*.

**EXTENSION Y DISTRIBUCION.**—El terreno pérmico se encuentra muy desarrollado en Europa; en Alemania el país de Mansfeld (Turingia), no solo es clásico por haberse reconocido y estudiado desde muy antiguo, sino que tambien por la explotacion de muchos de los materiales útiles que contiene. En el ducado de Baden se halla en las faldas de la Selva Negra; en Inglaterra existe alrededor de los depósitos carboníferos de Worcester, en el ducado de Salop, en el de York, Cumberland y en el norte de Escocia. En Francia constituye las dos vertientes de los Vosgos,



donde lo representan considerables bancos de la arenisca, que lleva el nombre de la cordillera. El Sr. Coquand ha indicado y descrito en una Memoria inserta en noviembre de 1856 en el *Boletín de la Sociedad geológica de Francia*, el terreno pérmico, en el departamento del Saona y Loira, y en las montañas de la Serre en el Jura. Pero la region mas vasta ocupada por este terreno es Rusia, donde se le

encuentra en el gobierno de Astracan, en el de Saratow, al norte de los montes Urales y Tinans, en los gobiernos de Oremburgo, Simbirk, Permia y en otros, segun Murchison, Verneuil y Keiserling.

Mientras el norte de Europa se ve tan favorecido por este terreno, su parte occidental se halla casi privada de él, así es que á lo menos por ahora, solo el Sr. Pellico en su

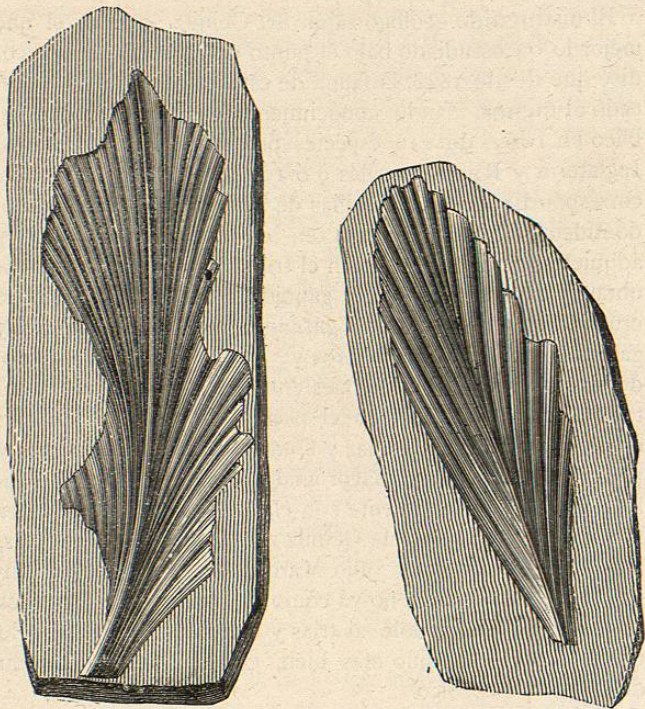


Fig. 85.—Impresiones de la hoja del neeggerathia expansa

Memoria geológica sobre el distrito de Sierra-Almagrera y Murcia, hace mencion de él en la Península, pero de una manera tan vaga, que hasta nuevas indagaciones no puede admitirse la existencia de este terreno. Tambien el Sr. Naranjo lo indica, aunque sin fundarse en datos paleontológicos; de consiguiente, puede admitirse, pero con alguna re-



Fig. 89.—Corte del Pico de Ranera (Cuenca)  
A, Pico de Ranera B, Collado de Sancho Gil

TRIAS: 1 Terreno terciario y diluvial en capas horizontales.—2 Dolomias.—3 Arcillas y yesos.—4 Caliza dolomítica.—5 Arenisca ferruginoso-micéacea (Rodeno).—6 Cuarzita del terreno devónico.

serva, cerca de Montiel y en los lagos de Ruidera, donde toma origen el Guadiana; la famosa Cueva de Montesinos, inmortalizada por la pluma de Miguel de Cervantes, parece hallarse constituida, segun el citado profesor, por la caliza magnésica ó por el *Zechstein* de los alemanes.

El Sr. Ansted, en una Memoria publicada en el *Boletín de la Sociedad geológica de Londres*, dice que las calizas dolomíticas y acaso tambien el grupo de conglomerados y areniscas bastas que se presentan con oscura estratificación en las cercanías de Málaga, es probable pertenezcan á este terreno. Mr. Jacquot refiere al pérmico lo que otros consideran como horizonte inferior del trias, en la provincia de Cuenca. El Sr. Botella en la expedición á Granada verificada en 1875,



Fig. 86.—Walchia Schlotheimii

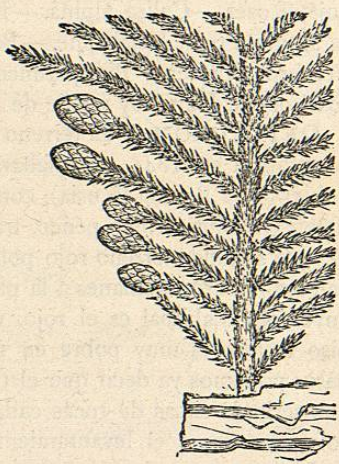


Fig. 87.—Rama y fructificación de Walchia hypnoides

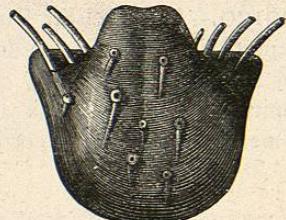


Fig. 88.—Productus horridus

dice haber encontrado este terreno, siquiera la falta de fósiles hace que sea aun problemática su existencia.

**MATERIALES ÚTILES.**—Supuesto que en la descripción de este terreno se han dado ya á conocer las principales sustancias que pueden utilizarse, tales como caliza, areniscas, Dolomias, yesos, cobre, hierro, etc., y atendido por otro lado lo problemático de su existencia en España, excusamos entrar en mayores detalles.

En muchos puntos utilizanse las pizarras que abundan en este terreno, para la extracción del petróleo, del ácido sulfúrico, de la parafina y de otras sustancias menos importantes. Las pizarras son siempre mas ó menos ricas, en petróleo sobre todo, pero entre ellas se distingue una capa de escaso espesor, de estructura compacta mas bien que hojosa, sumamente ligera y con todo el aspecto de madera fósil, á la que los ingleses llaman *Voguet*, y cuya proporcion en materias bituminosas es tal que compensa con creces la pobreza de muchas pizarras. En las fábricas de destilación que hemos visitado en Autun hace 15 dias, empiezan por machacar con mazas la pizarra, cuyos pedazos, del tamaño de la mano, colocan en calderas giratorias en hornos de reverbero, pasando luego los productos de la cocción á condensadores de hierro sometidos á chorro de agua fria, luego á depósitos de afinación donde separan el ácido sulfúrico y la parafina del petróleo, que por último lo hacen pasar por el aparato de refinación.

**TERCER PERIODO.—TERRENOS MESOZÓICOS Ó SECUNDARIOS**

**DEFINICION.**—Con el nombre de terrenos secundarios,

llamados así por representar el segundo gran período de creación orgánica, se designa una serie de estratos de distinta naturaleza, interpuestos entre los terrenos terciarios, á los que sirven de base en estratificación discordante, y los llamados *primarios*, sobre los que descansan con frecuencia en discordancia.

Estos terrenos son tal vez los que alcanzan mayor extensión superficial y una circunscripción mas marcada por el carácter de su fauna y flora respectivas.

La mayor parte de los geólogos están hoy dia acordes en

separar este gran período en tres terrenos, que de abajo arriba son: triásico, jurásico y cretáceo. Fúndanse en los accidentes estratigráficos determinados por los levantamientos del Thuringerwald, de la Côte d'Or y del Monte Pilas, y por el carácter peculiar que ofrecen los grupos de animales y plantas fósiles que contienen.

**TERRENO TRIÁSICO**

**SINONIMIA.**—Terreno keuprico de varios autores.—

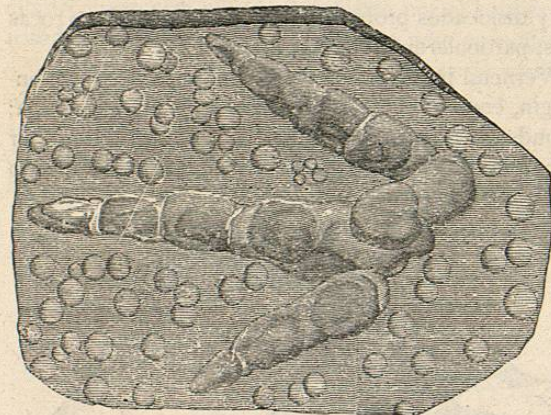


Fig. 90.—Huellas de un animal corpulento con señales de gotas de lluvia



Fig. 93.—Enocrinus moniliformis

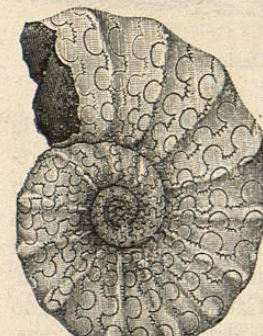


Fig. 91.—Ceratites nodosus



Fig. 92.—Myophoria lineata



Fig. 94.—Huellas de animales en el terreno triásico

La mayor parte del grupo de la arenisca roja, Delabeche.—Grupo de la arenisca roja moderna, Lyell, última edición.—Grupo poikilitico, Conybear y Buckland.—Parte de la formación de la arenisca abigarrada de Boué.—Formación triásica, parte del período salino-magnésifero, Cordier.—Terreno keuprico de Omalius.—Pisos salífero y conchífero, D'Orbigny.—Parte del terreno de los Vosgos, Rozet.—Terrenos izemínico-abísicos del keuper, abísico-conchíferos y abísico-pecillicos, Brong.

**DEFINICION Y CARÁCTER MINERALÓGICO.**—El terreno triásico ó del trias, así llamado en 1834 por Alberti, por haber observado que en la Suabia se compone, en general, de tres pisos ó series de estratos, caracterizado cada uno por rocas especiales, forma la base de los secundarios, colocado entre los sistemas del Thuringerwald y del Rhin, que lo separan, aquel del terreno jurásico, y este de los comprendidos en la serie paleozóica. En el corte del pico de Ranera (fig. 89), trazado por Verneuil, al paso que se nota la composición, puede comprenderse su posición entre el terreno terciario y el devónico.

**CARÁCTER ESTRATIGRÁFICO.**—Los sistemas del Rhin y Thuringerwald lo aislan por abajo de los paleozóicos, y por arriba de su inmediato superior el jurásico. Durante la sedimentación de sus materiales, no se verificó al

parecer ninguno de esos grandes levantamientos que determinan las divisiones estratigráficas que en otros hemos visto; sin embargo, no dejaron de experimentar los efectos de la aparición de ciertas sustancias eruptivas, y en especial de las rocas porfido-magnésicas, como lo acredita la dislocación que en muchos puntos ofrecen sus materiales, y tambien el estado metamórfico de la Dolomia, del yeso y de la sal comun, que, con bastante fundamento, se atribuye á la aparición de aquellas.

**CARÁCTER PALEONTOLÓGICO.**—Entre los muchos restos orgánicos que encierra el trias en sus estratos, puede decirse que los que mas lo caracterizan son los del *microlestes antiquus*, representante por ahora de la primera aparición de los mamíferos. El descubrimiento de este curioso animal se debe al Sr. Plieninger, quien dió noticia del suceso en 1874. Los restos encontrados hasta el dia son unos dientes molares (1). El horizonte en que se observaron por primera vez, es una brecha silíceo, situada entre la arenisca inferior del lias y el keuper en Diegerloch, cerca de Stuttgart (Wurtemberg).

Además de este hecho paleontológico curiosísimo, que no

(1) En 1864 tuve el gusto de ver en la colección del autor, en Stuttgart, tan curiosos restos.