

## LAS RAÍCES DE LA GEOLOGÍA: EL *CANIS CARCHARIAE* DE NICOLÁS STENO (1667)

FRANCISCO PELAYO

Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación «López Piñero».  
CSIC-Universidad de Valencia

INHIGEO (Comisión Internacional para la Historia de la Geología)  
Proyecto BHA2003-04414-C03-02 con financiación FEDER

LEANDRO SEQUEIROS

Instituto METANEXUS para la Ciencia y la Religión.  
Facultad de Teología. (Universidad de Granada)

INHIGEO (Comisión Internacional para la Historia de la Geología)

### RESUMEN

*Se presenta la primera traducción al castellano del *Canis Carchariae* (1667) del médico y anatomista danés Nicolás Steno (1638-1686). El estudio anatómico de la cabeza de un tiburón llevó a Steno al estudio de sus dientes y a la comparación de éstos con las glosopetras o lenguas de San Pablo, piezas triangulares de los montes de Malta a las que se atribuían propiedades medicinales. La interpretación de las glosopetras como dientes de tiburones fósiles fue el inicio de los conceptos geológicos de «estrato» y «sedimentación» utilizados más tarde por Steno en el *Prodrómo* (1669) para establecer los principios de la geología.*

### ABSTRACT

*The first spanish translation of *Canis Carchariae* (1667) composed by the danish physician and anatomist Nicholas Steno (1638-1686) is showed in this paper. The anatomical study of the head of a shark, carried Steno to study of the teeth and the its comparison with the glossopetrae or St Paul Tonges, triangular pieces from the mountains of Malta which shown medical properties. The interpretation of the glossopetrae as shark fossil teeth means the origin of the geological concepts of «bed» and «sedimentation» employed latter by Steno in the *Prodrómus* (1669) for the state the principles of geology.*

Palabras clave: Historia, Paleontología. Geología, Steno, siglo XVII, Estrato, Sedimentación.

### Introducción

Se presenta en este trabajo la primera traducción al castellano realizada desde el original latino de una de las obras fundamentales para el conocimiento de los orígenes de la geología: la que suele ser denominada como *Canis*

*Carchariae*. Publicada en 1667, forma parte de una obra más extensa dedicada a la disección de los músculos de la cabeza del tiburón y de otros peces, *Elementorum Myologiae Specimen seu musculi descriptio geometrica. Cui accedunt Canis Carchariae dissectum capuz et dissectus piscis ex canum genere ad Serenissimum Ferdinandum II, Mágnum Etruriae Ducem* [SCHERZ, 1969, 1971; SEQUEIROS, 2002]. De esta obra puede consultarse el facsímil en [www.tekstext.dnlib.dk/Steno\\_haj/Images/](http://www.tekstext.dnlib.dk/Steno_haj/Images/)

El autor de la misma fue el médico y anatomista danés afincado en la Toscana, Nicolás Steno (1638-1686) [también conocido como Niels Steensen (en danés) o como Nicolas Stenon (en francés) o Nicholas Stenone (en italiano)] [BOSIO, 1953; CIONI, 1953; BUSSI, 1986; ELLENBERGER, 1988, 1989; FURON, 1988; GARRET, 1916; GEIKIE, 1905; GOHAU, 2003; HOCH, 1895; MORELLO, 1979; SCHERZ, 1971; SCHERZY BECK, 1988; ZIERGARD, 2001; SEQUEIROS, 2002]. Esta obra se considera fundamental para el conocimiento de las raíces de la geología, pero incompresiblemente no había sido aún traducida al castellano pese a ser repetidamente citada por los autores, junto con el *Prodromus* (1669) del mismo Steno [SEQUEIROS, 2002]. En este trabajo se ofrece a los estudiosos de la historia de la geología la traducción castellana, junto a una introducción. Para la traducción española se ha seguido la edición latina de Scherz, así como sus notas y se han consultado también las traducciones italiana de N. Morello y la inglesa de Scherz.

La disección hecha por Nicolás Steno de los músculos de la cabeza de un tiburón capturado en aguas de Liguria, llevó a éste al estudio de los numerosos dientes triangulares del tiburón y a su comparación con unas piezas triangulares recogidas de los montes de la Isla de Malta a las que desde la antigüedad se les llamaba *glosopetras* o lenguas de San Pablo y a las que se atribuían propiedades curativas contra los venenos. Steno propone que éstas son dientes de tiburones antiguos. Pero ¿cómo pudieron llegar a los montes de Malta? ¿No se podrán encontrar en otros montes? Estas preguntas llevan al joven y entusiasta Steno a investigar los campos de Volterra donde tiene la suerte de encontrar estas mismas *glosopetras* junto a conchas y caracoles marinos, muy alejados del mar. ¿Cómo llegaron hasta allí? Steno intuye que esas piezas no se han producido allí sino que son restos de animales marinos que fueron llevados allí por el mar y que quedaron enterrados en capas de «sedimentos» (*sedimenta*) (concepto creado por Steno) que al depositarse lentamente forman «estratos» (*strata*) (otro nuevo concepto). La conclusión de Steno es clara: los mares de la Tierra no han estado siempre donde están ahora sino que en el pasado han inundado la tierra firme depositando sobre ella capas de sedimentos.

## 1. Las *glosopetras* o lenguas de San Pablo

En los primeros años de la historia del cristianismo, Pablo de Tarso fue tomado preso y conducido a la fuerza a Roma para ser juzgado como ciudadano romano. Según la narración de los Hechos de los Apóstoles (Hechos 27, 13-44 y Hechos 28, 1-6), durante la travesía por el Mediterráneo, el barco naufragó y Pablo y sus guardianes llegaron a nado a la costa se refugiaron en la isla de Malta [BUFFETAUT (1992: 17-23); ADAMS (1938: 77-135); ELLENBERGER (1989:196-197)]. Mientras el prisionero Pablo de Tarso recogía leña para hacer una hoguera y calentarse fue mordido por una víbora. Pero la picadura venenosa no le causó ningún daño. Según una leyenda maltesa (que nos ha llegado por el testimonio oral de un profesor maltés, el Dr. Leonard Caruana) Pablo, encolerizado, maldijo entonces a todas las serpientes de la isla, por lo que sus lenguas bífidas se transformaron en piezas de piedra. Estas presuntas lenguas petrificadas, llamadas todavía en Malta «lenguas de San Pablo», son muy comunes en los montes de la isla. Y en el medio rural se utilizan como un amuleto contra las mordeduras de víboras. Algunos naturalistas que visitaron la isla en el siglo XVII las llamaron «*glossopetrae*», *glosopetras*. Esta tradición fue recogida por muchos naturalistas, como Conrado Gesner (1555), Goropius (1569), Mercati, Leonardo da Vinci, Fabio Colonna (1616) y Agostino Scilla (1670) Fabio Colonna (1616) es el primero que demuestra el origen animal [ELLENBERGER, 1989].

La atracción que sienten los humanos por los dientes de los tiburones lo demuestra el interés de los coleccionistas dispuestos a pagar una buena suma por un ejemplar de diente de *Carcharodon*, el mítico tiburón gigante que ha llegado hasta las pantallas de cine. Como ha mostrado el prehistoriador Kenneth Oakley [BUFFETAUT, 1991], muchos descubrimientos arqueológicos jalonan esta larga historia. Así, estos dientes se encuentran en Egipto, en yacimientos neolíticos, predinásticos y dinásticos. Al igual que hicieron los hombres del paleolítico de Tuc d'Audoubert en Ariège, donde se han hallado dos dientes del tiburón *Isurus* procedentes de yacimientos terciarios situados a más de 150 km de distancia. Posiblemente les daban una interpretación mágica y eran usados como amuletos. También, según Oakley, los bordes afilados y dentados de aquellos grandes dientes triangulares servían incluso para practicar incisiones, con fines decorativos, en las vasijas de barro antes de cocerlas.

La creencia en la época medieval, renacentista y barroca de que las *glosopetras* absorbían el veneno se extendió por Europa. Bastaba con mojar una *glosopetra* en un líquido sospechoso para neutralizar el posible veneno en una época en que los nobles temían la venganza de sus familiares. Con el fin de tener siempre a mano esos objetos de tanta utilidad, se llegaron a fabricar, durante la edad media y

hasta el mismo siglo XVIII, los llamados «lenguarios», bolsos en forma de árbol en los que se colgaban las *glosopetras* listas para su uso. Algunos de estos curiosos objetos, que adornaban las mesas de los poderosos, eran a veces pequeñas obras maestras de orfebrería, tal como las que se encuentran expuestas hoy en día en el Kunsthistorisches Museum de Viena [BUFFETEAUT, 1991]. Las *glosopetras* fueron también equiparadas con otro grupo de objetos misteriosos, las *ceraunias*, que tenían también forma triangular y eran considerados como «piedras de rayo», caídas del cielo durante las tormentas.

La idea de que los dientes fósiles de tiburón eran lenguas de serpiente petrificadas no estaba compartida, sin embargo, por la mayor parte de los naturalistas. El más célebre de éstos, Plinio el Viejo (23-79 de nuestra era), cuya *Historia Natural* (XXXVII, 10, 164) fue durante siglos la autoridad en la materia, les encontraba más bien un parecido con la lengua humana. Pensaba que caían del cielo durante los eclipses de Luna, y contaba que los magos las creían útiles en las empresas amorosas. Esta opinión fue seguida también por Isidoro de Sevilla; pero otros, como Sardina-Frascatoro (1540), las interpretaban como lenguas de pájaros. Son numerosas las opiniones: para Agricola (*de Natura Fossilium* 1546, lám. V y VI) son lenguas humanas y para Cardano (1556), lenguas de pito real. Es Conrad Gesner quien en 1558 representa por vez primera juntos un esqualo y las *glosopetras* [SEQUEIROS, 2002]. Fallopio (1564) afirma la semejanza con los dientes de *Carcharias*, mientras que Cesalpinus les da un origen natural [ELLENBERGER, 1989].

Sin embargo, quien logra dar una solución científica al problema de *Canis Carchariae* fue Nicolás Steno en 1667. Posiblemente tuvo ocasión de contemplar las *glosopetras* en su época de estudiante y ya de médico en Copenhague pues su profesor de anatomía Thomas Bartholin los había traído de la isla de Malta en 1644. Posiblemente los volvió a encontrar en el Gabinete de Ciencias que el Gran Duque de Toscana Fernando II había cuidado en Florencia y que le habían llegado procedentes de la isla de Malta como «lenguas de San Pablo» o *glosopetras* de poderes mágicos. Pero cuando en 1666 le llega a Steno, estando ya en Florencia, la cabeza de un tiburón (lo que entonces se denominaba *Canis Carchariae*) para hacer una disección y vio las mandíbulas y los dientes, una sospecha acudió a su mente y la curiosidad y el deseo de llegar a la verdad, le condujo a elaborar unos principios que constituyen la base de la moderna geología.

## 2. Datos biográficos de Nicolás Steno

Nicolás Steno nació en Copenhague el 11 de enero (según el calendario gregoriano) de 1638 [SCHERZ, 19171; SCHERZ Y BECK, 1988; ZIERGAARD,

2001] (Figura 1) Su padre era orfebre. Su familia era muy religiosa, de estricta observancia luterana. Desde pequeño tuvo una salud quebradiza, y una tendencia natural a la meditación y al ensimismamiento reflexivo. Estudia humanidades y tiene entre sus profesores a Ole Borch (más conocido como Borricchius), humanista, químico y boticario, al que volverá a encontrar después en Holanda y en París [SCHERZ, 1969].



Figura 1: *Uno de los retratos de Nicolás Steno.*

En 1656, en la Universidad de Copenhague, Steno realiza estudios de medicina, en los que estuvo dirigido especialmente por el anatomista Thomas Bartholin, hermano del pionero de la cristalografía Erasmus Bartholin, e hijo del célebre anatomista Gaspard Bartholin [SEQUEIROS, 2002]. Entre 1660 y 1664, con su nombre ya latinizado de Steno o Stenonius (en Francia firma como Stènon) vive en Holanda, principalmente en Leyden, desde 1660, donde se dedica a fecundas investigaciones anatómicas que le dan a conocer a la incipiente comunidad científica [SCHERZY BECK, 1988; SEQUEIROS, 2002].

Según sus biógrafos, su carácter afable le abre a la amistad con numerosas personalidades científicas de la época, entre las que se cuentan Swammerdam, de Reinier, de Graaf, Sylvius de la Boe (el influyente yatroquímico), Spinoza, etc. En Holanda Steno tiene ocasión de discutir sobre el valor de la metodología mecanicista cartesiana en física y en anatomía.

El 7 de abril de 1660 realizó ya su primer descubrimiento científico sobre el tiroides al que siguió otros relativos a los músculos y al corazón. En la primavera de 1660, Steno viaja a Roma donde toma contacto con los jesuitas del Colegio Romano y especialmente con el padre Athanasius Kircher (1601-1680) y pudo visitar su famoso Museo [SEQUEIROS, 2002].

Steno regresó a Dinamarca con el deseo de obtener una cátedra universitaria, pero al no lograrlo decidió volver al extranjero. En el año 1665 y principios de 1666, está en París, como invitado personal de Thévenot, cuyo círculo, heredero del de Mersenne, sería el núcleo inicial de la Academia de Ciencias de París [SCHERZ, 1969; SEQUEIROS, 2002]. En París, Steno estudia temas relativos al embrión y al cerebro. Mientras prosigue sus trabajos de anatomía, sacó mucho provecho de este ambiente intelectual y sigue, entre otros, los experimentos de Pierre Borel. Éste había reunido en Castres un gabinete que comprendía fósiles verdaderos o falsos, como los priapolitos, interpretados con un interés por lo maravilloso que perpetuaba el espíritu de los siglos anteriores [SCHERZ, 1969; SCHERZY BECK, 1988].

Posiblemente en París o en Montpellier (las opiniones no son unánimes), Steno tiene la suerte de trabar contacto con eminentes miembros de la Royal Society de Londres, como William Croone, Martin Lister y John Ray. Se discute si a través de ellos pudo conocer los trabajos de Hooke [VALERA, 2004], pero el problema sigue sin ser resuelto [ROGER, 1971]. En cualquier caso, desde esta fecha e incluso antes, John Ray se interesa mucho por los fósiles (Su gran viaje de 1663 a 1666 lo habría de llevar a la isla de Malta) [WAGNER, 1986]. Los autores investigan sobre la posibilidad de que John Ray comunicase a Steno sus observaciones sobre los fósiles malteses [SCHERZ, 1969; SCHERZY BECK, 1988].

Desconocemos las circunstancias [SEQUEIROS, 2002], pero en 1666 tenemos ya a Steno establecido en la Toscana, en la corte del Gran Duque Fernando II de Florencia, que será su protector. se sabe que fue aquí fue muy bien acogido, especialmente por Francesco Redi (entomólogo y «ovista» como Steno) y por Viviani (el biógrafo de Galileo), entre otros hombres ilustres de la *Accademia del Cimento* [SCHERZ, 1969].

Los años 1666-1669 fueron enormemente fecundos para Steno. Desde hacía años realizaba disecciones de animales, incluidos los peces (existe una carta muy interesante sobre la anatomía de la raya de 1664) Pero un escualo embarrancado en la costa de la Toscana le proporcionan la ocasión para continuar estos estudios dedicados a la musculatura y a los órganos genitales (origen de los huevos [ROGER, 1971: 258], como de los dientes (estudios iniciados por la disección de la cabeza [MORELLO, 1979: 37]. Fruto de este estudio fue la obra publicada en Florencia en 1667 con el título *Elementorum myologiae specimen, seu musculi descriptio geometrica. Cui accedunt Canis Carchariae dissectum caput et dissectis piscis ex canum genere...* [SCHERZ, 1969].

Como consecuencia de sus hipótesis, y con el deseo de contrastarlas, Steno dedica un año entero (según su propio testimonio) al problema de los antiguos

depósitos conchíferos de la Toscana. Este estudio de campo le llevará a proponer unos principios básicos de la geología que darán lugar a una verdadera investigación científica sobre la historia geológica de la Toscana, tal como desarrolla en el *Prodromo* de 1669 [SEQUEIROS, 2002].

Entretanto, a finales de 1667, con 29 años, Steno se convierte al catolicismo, pero esto no se debe al parecer ni a presiones ni a un cálculo. Según Negri (1986) [en BUSSI, 1986], había iniciado su cambio de dirección en París, quizá influido en parte por Bossuet. Lo cierto es que abandona para siempre la actividad científica. Entre 1672 y 1674, está en su país, en Copenhague, invitado por el rey de Dinamarca pero dimite a causa de verse involucrado en controversias religiosas que le causaron viva desazón [CIONI, 1953; SCHERZ, 1969; ZIERGAARD, 2001].

De vuelta a Toscana, decide ordenarse sacerdote católico (14 de abril de 1675) y posteriormente es consagrado obispo (19 de septiembre de 1677) Reside como vicario apostólico en Hannover desde finales de 1677 hasta el año 1679. Los últimos años de Steno transcurren en Alemania como obispo, con una vida cada vez mas ascética y una austeridad de vida no comprendida por muchos. Demacrado, pobrementemente vestido y sufriendo heroicamente del estómago, el obispo Steno falleció el 5 de diciembre de 1686 en Schewerin, sin haber cumplido aún los 49 años [CIONI, 1953; SCHERZY BECK, 1988; ZIERGAARD, 2001].

### 3. El *Canis Carchariae* (1667) y la obra científica de Nicolás Steno

La obra científica de Steno es de una gran amplitud, pese a que su actividad científica culmina cuando tiene 35 años. Sus escritos científicos muestran que a Steno se debe, entre otros méritos científicos, la primicia de ser el primero en establecer la ley de constancia de los ángulos diedros en los cristales; descubrió el conducto excretor (el «conducto de Steno») de las glándulas parótidas, que desembocan en la cavidad bucal.

A él se debe la formulación del concepto de «estrato» y el de «sedimento», y los principios de sucesión de los estratos y de la superposición de los estratos. Realizó notables investigaciones embriológicas y experimentó en animales una oclusión de la aorta, a través de las paredes abdominales, con lo cual se quedan paralizadas las extremidades inferiores por anemia de la médula espinal.

Fruto de su trabajo investigador como anatomista y geólogo en Florencia hacia 1666 es uno de los dos trabajos más concienzudos de Steno: el estudio de la cabeza del tiburón que le encargó Fernando II y que lleva por título *Elementorum myologiae specimen, seu musculi descriptio geometrica. Cui accedunt*

*Canis Carchariae dissectum caput et dissectis piscis ex canum genere...* Fue publicado en Florencia en 1667. Tiene 123 páginas y 7 láminas que se han hecho famosas. En la traducción que se presenta hemos seguido el texto bilingüe publicado por SCHERZ [1969] al que se ha añadido, para mayor facilidad como se hizo con el *Prodromo*, una numeración arbitraria de párrafos que simplifica, sin duda, la localización de los textos.

Aunque Steno no lo organiza en capítulos, SCHERZ [1969:20] diferencia tres partes en el *Elementorum Myologiae Specimen*. Consta de tres partes: la primera de ella se refiere a las observaciones sobre la Anatomía del tiburón (llamado entonces *Canis Carchariae*) La segunda parte contiene las observaciones sobre los dientes del tiburón y su comparación con las *Glossopetrae* de la Isla de Malta, interpretados como restos de seres vivos y no como objetos curiosos [ELLENBERGER, 1989: 196-202]. La tercera parte es el estudio pormenorizado de estos dientes desde el punto de vista que hoy llamaríamos paleontológico, y que le abrirán al proyecto más ambicioso, como es el del estudio de las rocas y los fósiles de Toscana. Presentamos aquí el esquema de Scherz modificado ligeramente:

- 0. Presentación: [1-6]
- I. Observaciones sobre la anatomía del tiburón *Canis Carchariae* [7-47]
- II. Observaciones sobre los dientes (las *glossopetras*) [48-56]
  - Las mandíbulas del tiburón [48]
  - El número y la sustancia de los dientes [49-54]
  - Las lenguas de piedra o *glossopetras* [55-56]
- III. Observaciones geológicas y paleontológicas [57-99]
  - «Historia»: Los once hechos observados [57-58]
  - «Conjeturas»: Seis hipótesis sobre la geología y la paleontología [59- 95]
    - Conjetura 1: ¿Puede hoy la tierra producir esos cuerpos? La tierra de la que se extraen los cuerpos similares a partes de animales no produce hoy tales cuerpos [59-62]
    - Conjetura 2: ¿Fue siempre compacta la misma tierra? La tierra no era compacta cuando se produjeron los cuerpos en cuestión [63-64]
    - Conjetura 3: ¿Estuvo en el pasado la tierra cubierta por las aguas? No hay obstáculos para creer que la tierra haya estado un tiempo cubierta por las aguas [65-68]
    - Conjetura 4: ¿Podría la tierra haber estado mezclada en el pasado con el agua? No hay obstáculo para creer que la misma tierra haya estado mezclado con el agua [69-77]

Conjetura 5: ¿Podría haberse formado el sedimento a partir del agua? No creo que haya obstáculo para considerar que la tierra esta formada por un sedimento depositado lentamente por el agua [78-90]

Conjetura 6: Los cuerpos sólidos extraídos de la tierra, y que son similares a las partes de animales, ¿pueden ser considerados partes de animales? No hay obstáculo para considerar verdaderas partes de animales los cuerpos similares a partes de animales que se extraen de la tierra [91-95]

#### CONCLUSIONES [96-99]

Censuras de la obra y aprobación de la misma [100]

#### 4. Aportaciones del *Canis Carchariae* a las ciencias de la Tierra

El final de esta memoria anatómica sobre la cabeza de *Canis Carchariae* está dedicado al problema del origen de los fósiles e introduce una idea capital: «*las capas de la tierra por debajo de nosotros son «estratos», antiguos sedimentos sucesivos*» (conjeturas 1,2, 3, 4, 5, 6) Las palabras *estratos* y *sedimentos* son utilizados ya en sentido moderno, lo que será recogido en el *Pródromo*.

El texto siguiente de *Canis Carchariae* es significativo de su pensamiento que será luego desarrollado en el *Pródromo*:

«Y si en algunos lugares se encuentran numerosísimas conchas de ostras endurecidas formando en una masa única, ésto no es nada diferente de lo que sucede en el mar, ya que de éste se extraen grandes amasijos de conchas de diferentes tamaños que se adhieren unas a otras, y que aparecen ligadas de forma admirable» [93]

Y más adelante:

«Y si a veces se ven numerosísimas glosopetras, de distinto tamaño y no todas enteras, formando una masa entre sí como si estuviesen adheridas a la misma matriz, lo mismo se puede ver en la mandíbula del animal vivo: en ella no todos los dientes son del mismo tamaño y los más interiores ni siquiera están completamente endurecidos» [93].

La lógica baconiana lleva a Steno a una conclusión de la que no duda:

«Por tanto, ya que en los cuerpos más complejos rara vez se encuentran los defectos que son tan frecuentes en los cuerpos más simples; ya que no se aprecia en los cuerpos complejos ningún defecto que no aparezca idéntico en las partes de los animales; y ya que, además, estos cuerpos, se extraigan de donde se extrai-

gan, son muy similares entre ellos mismos y las partes de los animales, resulta evidente que la forma de esos cuerpos no constituye obstáculo alguno para considerarles partes verdaderas de animales» [93].

El *Canis Carchariae* viene acompañado por tres magníficas láminas que se han hecho clásicas: la lámina I, presenta una excelente reproducción de la cabeza de un tiburón vivo («*Lamiae Piscis caput*», la cabeza del pez *Lamia*) y dos dientes del mismo («*Eisdem Lamiae dentes*») La lámina II muestra un detallado dibujo de las estructuras cerebrales del tiburón. Y la lámina III, dibuja seis dientes de las *Glossopetraes* que son idénticas a los dientes del tiburón antes descrito [SCHERZ, 1969]. El estudio de las *glossopetras* le llevará a la investigación sobre los materiales de la tierra llegando a la conclusión de que «*las capas de la tierra son «estratos», antiguo «sedimentos» sucesivos*».

Tal como apunta ELLENBERGER [1989: 196] el final de su *Myologia* contiene, sin solución de continuidad, unas páginas de las que aquí presentamos por vez primera su traducción directa del latín al castellano y que pronuncian sus grandes principios científicos de la geología.

Steno había leído al botánico y zoólogo napolitano Fabio Colonna (1567?-1640), miembro de la Accademia del Lincei, quien en su memoria *Fabio Columna Lyncei de Glossopetris Dissertatio...* de 1616 [ELLENBERGER, 1989: 160 ss] había defendido el carácter biológico de las «piedras con aspecto de lengua». Pero Colonna no había relacionado las *glossopetras* con los materiales de la tierra en las que estaban contenidas ya que trabajó a partir de ejemplares de coleccionistas. Steno introduce un dato esencial: estudiar las *glossopetras* dentro del contexto de las rocas en que se incluyen. Solo Leonardo da Vinci (1452-1519) había apuntado (sin que casi nadie le hiciera caso) que los materiales de la tierra están formados por «capas» de tierras diversas formadas al erosionarse las montañas [ELLENBERGER, 1989: 107].

Pero Steno da un paso más y considera que esas «capas» no se deben solo ni principalmente a la erosión de los montes sino a lo que llamaríamos hoy el depósito de sustancias incluidas en un medio acuoso, especialmente el marino. Esas «capas» van a adoptar una denominación novedosa que ha pasado a la literatura científica geológica: los «estratos» (*strata*) En latín clásico es una palabra derivada de verbo *sternere*, extender sobre el suelo, cubrir. Su significado es la cama (el lecho), sus cobertores, a veces el enlosado de los caminos (Plinio y Vitrubio llaman *corium* a una capa del suelo)

Tal como hemos mostrado en otro lugar [SEQUEIROS, 2002], Steno se manifiesta como filósofo baconiano utilizando un método rigurosamente lógico de tipo inductivo. La cuestión esencial se plantea desde el principio: «el litigio

sobre las grandes *glossopetrae* no está resuelto: ¿se trata de dientes de *Canis Carchariae* (el perro fiero marino) o de piedras producidas por la tierra?

Steno inicia su *Canis Carchariae* con lo que llama en latín «Historia», es decir, una sucesión de 11 hechos observados por él en Toscana relacionados con la naturaleza de los materiales de la tierra, su disposición, su origen, la presencia de cuerpos con aspecto de restos de animales y su disposición. Pero aún no habla de dientes.

Una vez expuestos los «hechos» (la «historia»), Steno propone y justifica seis *Conjeturas* (que algunos traducen como hipótesis) que «en si ofrecen alguna especie de verdad» y que son el fundamento epistemológico de las conclusiones sobre la interpretación de las *glosopetras* como dientes de tiburones antiguos que se encuentran atrapados por las capas de *sedimentos* y se presentan en estratos.

El concepto de *sedimento* se introduce en la *Conjetura 5* como denominación para una tierra acumulada poco a poco y que deja un *sedimento* en el fondo. La interpretación biológica de las *glosopetras* y otros restos animales se reserva a la *Conjetura 6*. Según apunta ELLENBERGER [1989:198] en el siglo XVII la palabra *sedimentum* era un término químico-médico. Así, Steno habla del «sedimento» depositado por la orina. Así se interpreta el número 3 de la «Historia»: «*stratis sibi mutuo impositis*» (los estratos situados uno sobre otro) Los estratos son, por tanto, materiales que se depositan y se sitúan unos encima de otros. De alguna manera, Steno extiende los conceptos químicos y médicos a los fenómenos naturales que acontecen en los medios acuosos como los mares, los lagos y los ríos. Estos conceptos se apoyan en experiencias que el mismo Steno realizó con ayuda de dos amigos a quienes cita: Borrichius y Pierre Borel. En la *Conjetura 4* [69-77] Steno enumera cuatro modos posibles según los cuales los «cuerpos» sólidos pueden separarse del agua limpia: por enfriamiento, por evaporación, por confluencia de varios fluidos y por las mutaciones de las aguas (ELLENBERGER, 1989:199).

Al final del texto del *Canis Carchariae* [93-99] Steno expone con gran prudencia sus conclusiones:

«[98] Por tanto, pudiéndose considerar partes de animales los cuerpos similares a partes de animales que se extraen de la tierra, y siendo la figura de la *glosopetras* similar a los dientes de *Canis carcharias* como lo son dos huevos entre sí, y no convenciéndonos de lo contrario ni su número ni la localización, me parece que no andan muy lejos de la verdad quienes sostienen que las *glosopetras* más grandes son dientes de *Canis carcharias*».

Como concluye ELLENBERGER (1989:202) las aportaciones del *Canis Carchariae* al nacimiento de la geología han sido, con frecuencia, eclipsadas por

las del *Prodromus*. Sin embargo, muchas de las ideas de Steno están ya presentes aquí. Son 16 las aportaciones reseñadas por Ellenberger de las que destacamos algunas:

- La tierra está compuesta por *estratos*, que se depositan horizontales, son de tipo diferente y algunos luego se han inclinado.
- Todo esto se explica si se admite que los estratos están formados por *sedimentos* sucesivos de las aguas, depositados gradualmente. Unos sedimentos se han formado por decantación y otros por precipitación química.
- Estos *sedimentos*, después de depositarse horizontalmente se consolidan y luego pueden haberse dislocado en bloques o fracturas.
- Lo que hoy llamaríamos «fossilización» se explica por la expulsión de la materia animal participante y el aporte de un «jugo mineral».
- Todas las *glosopetras*, tanto las ordinarias como las muy grandes, son dientes de *Canis Carcharias*. La isla de Malta, de donde proceden algunas *glosopetras*, tuvo que ser levantada fuera del mar por un fenómeno de origen subterráneo.

Tras la publicación de *Myologiae* que incluye *Canis Carchariae*, Steno recibió una pensión de 25 escudos al mes para proseguir sus trabajos. Parece ser que en esta época tiene lugar su profunda crisis religiosa, mientras prosigue la investigación en las rocas de la Toscana, y su mente se ocupa también de poner orden entre los conocimientos tradicionales adquiridos y las nuevas e inquietantes observaciones que entran en contradicción no solo con la ciencia oficial sino también con sus creencias religiosas. Steno pensaba escribir un gran tratado sobre el significado de esos cuerpos rocosos incluidos dentro de otros cuerpos y que encontraba una y otra vez en los campos de Volterra. Su protector, el Gran Duque Fernando II, le apremia a terminar sus investigaciones. Por ello, decide escribir un anticipo, una síntesis del estado de su pensamiento. Es *el De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Pródromo*. Fue editado a cargo del propio Nicolás Steno en Florencia, y vio la luz en abril del año 1669 [SCHERZ, 1969; SCHERZ Y BECK, 1988; SEQUEIROS, 2002].

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, F. D. (1938) *The birth and development of the Geological Sciences*. New York, Dover Publications, Inc., 506 pp. (sobre todo pp. 358-363).
- BOSIO, G. (1953) «Da sacerdote della scienza a sacerdote di Cristo». *Civiltà Cattolica*, 104 (4), 517-530.
- BUFFETEAUT, E. (1991) *Fósiles y Hombres*. Barcelona, Plaza y Janés, sobre todo pp. 50-67.

- BUSI, A. (Coord.) (1986) *Niccolo Stenone e la scienza in Toscana alla fine del '600*. - *Mostra documentaria ed iconografica - Catalogo a cura di Lionello Negri, Niccoleta Morello, Paolo Galluzzi*. Florencia, Biblioteca Medicea Laurenziana (Lujoso catálogo de una exposición dedicada a Steno, comprende varios artículos originales de I. Negri, N. Morello y P. Galluzzi).
- CIONI, R. (1953) *Niccolò Stenone, Scienziato e Vescovo*. Firenze, Le Monnier Editore, 297 pp.
- ELLENBERGER, F. (1988) *Histoire de la Géologie. Tome I. Des Anciens à la première moitié du XVIIe siècle*. Paris, Technique et Documentation, Lavoisier, (Edición castellana (1989) *Historia de la Geología. Volumen 1. De la Antigüedad al siglo XVII*. Barcelona, MEC- Editorial Labor, 282 pp. (sobre todo pp. 194-258).
- FURON, R. (1988) «Nacimiento de la Geología». En: Taton, R. (Edit.) *Historia General de las Ciencias*. Barcelona, Editorial Orbis, tomo 5, pp. 453-463.
- GARRET, J. G. (1916) *The Prodrum of Nicolaus Steno's Dissertation...* University of Michigan Studies, Human. Series, vol. XI.
- GEIKIE, A. (1905) *The founders of Geology* (2.<sup>a</sup> ed.). Londres, New York, Macmillan.
- GOHAU, G. (2003) *Naissance de la Géologie Historique. La Terre, des «Théories» à l'Histoire*. París, Vuivert-Adapt, Collection «inflexions», 124 pp.
- MORELLO, N. (1979) *La nascita della paleontologia nel seicento. Colonna, Stenone e Scilla*. Milán, Franco Angeri, Contiene el texto latino del *Canis Carchariae* y la traducción italiana acompañada de una introducción y de buenas notas críticas.
- ROGER, J. (1971) *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIIe siècle*. París.
- SCHERZ, G. (Ed.) (1969) *Steno. Geological papers*. Bibliotheca Universitatis Hauniense, *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium*, Copenhague, volumen 20, 370 pp.
- SCHERZ, G. (ed.) (1971) *Dissertations on Steno as geologist in Acta Hist. Sc. Nat. et Medic.*, Odense University Press, n.º 23.
- SCHERZ, G. y BECK, P. (1988) *Niels Steensen (Nicolaus Steno) (1638-1686)*. Copenhague, Royal Danish Ministry of Foreign Affairs, 95 pp.
- SCHNEER, C. J. (1954) «The rise of Historical Geology in the seventeenth century». *Isis*, 1954, 256-268.
- SEQUEIROS, L. (2002) «Las raíces de la Geología: Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio universal». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10 (3), 217-242.
- VALERA, M. (2004) *Hooke. La ambición de una ciencia sin límites*. «Científicos para la Historia», 20. Madrid, Nívola libros, 218 pp.

WAGNER, P. (1986) *Nicolaus Steno. 1638-1686*. Odense University Press., sobre todo, pp. 155-157.

ZIERGAARD, W. F. (2001) «Stensen». En: *Diccionario Histórico de la Compañía de Jesús*. Madrid, Universidad Comillas, tomo III, pp. 3626-3637.

### **ANEXO: Bibliografía sobre Steno**

Reseñamos aquí como anexo aquellos trabajos más relevantes que ayudarán, sin duda, a quienes deseen profundizar más. En Internet es posible encontrar, en las palabras «Steno», «Sténon», «Stenonis» y «Steensen» mucha más información. Nos ceñimos a citar las que siguen:

#### **I. Ediciones completas de las obras de Steno:**

LARSEN, K. y SCHERZ, G. (Ed.) (1941-1947) *Nicolai Stenonis Opera theologica*. I y II. Hafniae.

MAAR, V. (Ed.) (1910) *Nicolai Stenonis Opera philosophica*, I y II. Copenhague. Se incluyen aquí los escritos científicos.

SCHERZ, G. (1952) *Nicolai Stenonis Epistolae*. Hafniae/Friburg.

SCHERZ, G. (Ed.) (1958) *Nicolaus Steno and his Indice*. Recopilación de varios trabajos sobre Steno. En: *Acta Historica Scientiarum et Medicinalium*, Copenhague, n.º 15.

SCHERZ, G. (Ed.) (1969) *Steno. Geological papers*. Bibliotheca Universitatis Hauniense, *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium*, Copenhague, volumen 20, 370 páginas De este texto es del que nos hemos servido en la traducción.

#### **II. Ediciones del *Pródromo* y del *Canis Carchariae***

No son muchas las ediciones que se hicieron del *Pródromo* o del *Canis Carchariae* de Steno. Citamos algunas de las ediciones antiguas:

*Nicolai Stenonis De Solido Intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodomus. Ad Serenissimum Ferdinandum II. Magnum Etruriam Ducem*. Florentiae, in 4.º, páginas 1-78, 1 lámina y explicaciones de las figuras. Hubo reediciones en 1679, en 1763, en 1904 (facsimil) y 1910.

*Nicolai Stenonis Elementorum Myologiae Specimen, seu Musculi descriptio geometrico. Cui accedunt Canis Carchariae capuz dissectum, et Dissectus Piscis ex Canum genere. Ad Serenissimum Ferdinandum II. Magnum Etruriam Ducem* in 4.º, Florentiae, 1667; in 8º in Amsterdam, 1668.

#### **III. Traducciones y extractos**

Hay reseñadas nueve ediciones del *Pródromo* traducido a seis lenguas. De ellas no hemos encontrado ninguna traducción completa al español. Hay tres traduc-

ciones al inglés (1671, 1916, 1969); una al francés (1757); dos al alemán (1923, 1967), y una al danés (1902), al italiano (1928) y al ruso (1957) Recientemente (2004) ha sido traducido al japonés. También hay dos ediciones de fragmentos: las publicadas por Elie de Beaumont en francés en 1832, y otra edición de extractos de la versión latina (Florencia, 1842)

Del *Canis Carchariae* hay pocas traducciones. Está la traducción inglesa en Scherz [1969, pp. 66-131] con notas y láminas; y en italiano Morello [1979, pp. 100-142].

## TRADUCCIÓN Y COMENTARIOS

Nicolás Steno

### ELEMENTORUM MYOLOGIAE SPECIMEN

Una introducción a los elementos de Miología  
o descripción geométrica de los músculos  
a la que se añade

### LA DISECCIÓN DE LA CABEZA DE CANIS CARCHARIAE Y LA DISECCIÓN DE UN PEZ-PERRO

Dedicado al Serenísimo FERNANDO II,  
Gran Duque de Toscana

Florencia, impreso bajo el signo de la ESTRELLA, 1667,  
Con permiso de los superiores.

### Introducción: la disección de la cabeza de *Canis Carchariae*<sup>1</sup>

Los años 1666-1669 fueron enormemente fecundos para el médico y anatomista danés Nicolás Steno. Los azares de la vida lo llevaron a Florencia, capital de la Toscana, donde el Gran Duque Fernando II tenía gran interés por las ciencias naturales. Desde hacía años, Steno realizaba disecciones de animales, incluidas las de los peces (existe una carta muy interesante sobre la anatomía de la raya de 1664). Pero un escualo embarrancado en la costa de la Toscana le proporcionan la ocasión para continuar estos estudios dedicados a la musculatura y a los

órganos genitales (como es el origen de los huevos),<sup>2</sup> como de los dientes (los estudios iniciados por la disección de la cabeza).<sup>3</sup> Fruto de este estudio fue la obra publicada en Florencia en 1667 con el título *Elementorum myologiae specimen...*<sup>4</sup>

El texto original latino de Steno trata de una ciencia antigua, la Miología o estudio de los músculos referido sobre todo en este caso al tiburón, a quien en estos tiempos se llamaba con el nombre provocador de *Canis Carchariae*.<sup>5</sup> Para facilitar su manejo hemos procedido a la numeración de los párrafos entre corchetes [], tal como hicimos anteriormente con la edición castellana del *Pródromo*.<sup>6</sup> A la traducción latina se han añadido una notas que, sin querer ser aparato crítico, aclaran algunos puntos del texto. La parte del libro consagrada a la anatomía de la cabeza del tiburón *Carchariae* se subdivide, a su vez, en un estudio de la anatomía comparada del conjunto, un examen más particular del sistema dentario y un paréntesis (pág. 90-116) de un considerable interés geológico sobre el problema de las grandes *glossopetrae* fósiles. Esta parte de su libro, más conocida como *Canis Carchariae*, es a la que nos referimos en este trabajo.

### Traducción castellana del *Canis Carchariae* de Nicolás Steno

[53] De todo lo dicho se deduce claramente: en primer lugar, que la sustancia de los dientes, que inicialmente era blanda, cuando pasa el tiempo se endurece; lo cual es común a los dientes y a otros huesos. En segundo lugar, que los dientes no se hacen totalmente duros de una vez, sino que las primeras señales de la sustancia endurecida aparece en la punta; en esto difieren de los otros huesos en los que los primeros nódulos duros casi siempre aparecen hacia la mitad del hueso. En tercer lugar, que la sustancia de los dientes tiene dos capas, una externa y otra interna, que no puede ser considerada con propiedad como una membrana. Por ello, en esto difieren los huesos de los dientes: que aunque éstos tienen médula, los huesos incluyen también un cuerpo fibroso.

[54] Hay tres cosas que deben ser tenidas aquí en consideración: la primera, si los dientes están en continuidad con el resto del cuerpo o solo están en contacto con él; segunda, si la costra se forma de un fluido que se secreta del cuerpo fibroso, o es por el contrario una continuación del cuerpo fibroso; tercera, en qué consiste la diferencia existente entre las partes blandas y las partes duras de los dientes. Por ello es necesario hacer más observaciones antes de poder concluir algo de estas cosas.

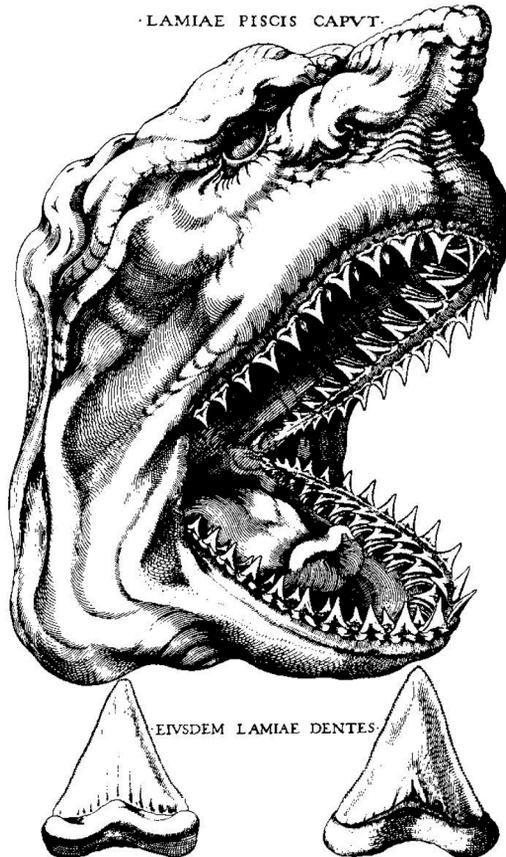
Por ello esto debería considerarse altamente seguro, ya que hasta ahora la ignorancia sobre su naturaleza ha significado que la curación de casi todas las

enfermedades que afectan a los dientes se deben a la casualidad. ¿Quién puede impedir la caries de los dientes una vez que ésta ha empezado? ¿Quién puede evitar los dolores? ¿Quién puede dar una explicación convincente de la llegada de síntomas de la enfermedad de los dientes o de cómo se pueden curar? Pero si nosotros tenemos una idea clara de su sustancia, y si podemos entonces hacer comparaciones con otras sustancias, en ese caso no dudo de que podríamos encontrar una curación mejor para muchas enfermedades y que sería menor el número de aquellos que se quejan de haber perdido los dientes.

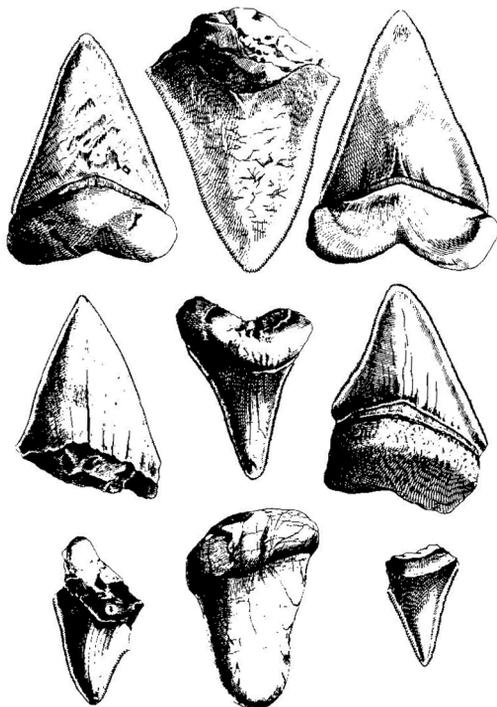
*Sobre las glossopetras. Láminas I y III [figuras 2 y 3]*

TABULA I.

LAMIAE PISCIS CAPVT.



TABULA III.  
·GLOSSOPETRÆ MAIORES·



[55] Hasta ahora no se ha resuelto la controversia sobre la naturaleza de las *glosopetras* de mayores dimensiones, sobre si son dientes de *Canis Carchariae* o piedras producidas por la tierra. Por ejemplo: algunos han sostenido que son cuerpos similares a partes de animales que se extraen de la tierra y otros que son restos de animales vivos que en otro tiempo vivían en esos lugares; y otros, sin considerar la hipótesis de origen animal, creen que se han producido en el mismo lugar en que aparecen. Mi conocimiento sobre estos asuntos no me permite aún exponer aquí mi opinión, y aunque mi peregrinar en el estudio de estos animales me ha llevado por diferentes caminos, no me atrevo, sin embargo, a garantizar que lo que voy a observar en el resto del viaje vaya a ser similar a lo observado hasta ahora, sobre todo porque no he visto todavía lo que ha contemplado mi celeberrimo preceptor Bartholin<sup>7</sup> durante su viaje a Malta. De ahí que igual que en un juicio uno tiene el papel de acusado y otro el de acusador, yo extraeré de las observaciones realizadas hasta ahora las argumentaciones en base a las cuales

los cuerpos mencionados se atribuyen a animales; mientras que en otro momento, deberé tal vez exponer argumentos en apoyo de la opinión contraria, en cuanto que un verdadero juicio espera siempre lo mejor de las personas más doctas..

*Digresión sobre los cuerpos que se encuentran enterrados en la tierra y que se parecen a partes de animales:*

[56] Introduzco, por tanto, la presente digresión sobre el nacimiento de aquellos cuerpos similares a partes de animales que se extraen de la tierra o que están sobre la misma superficie de la tierra, a condición de que se consideren inciertas, ya que tengo el convencimiento de que no hay total seguridad sobre las cosas que voy a decir a propósito de este asunto. Deseo también advertir al lector que espere muchas novedades, que no se lamente después si sus expectativas se ven defraudadas, ya que algunas de estas consideraciones han sido propuestas por otros, otras muchas se deben a observaciones hechas por mis predecesores y por ello, aquí propondré muy pocas cosas que hayan sido demostradas por mí mismo.

[57] *Historia*<sup>8</sup>

*Qué cosas nos constan por la experiencia sobre estas tierras y estos cuerpos*

1. La tierra de la que se extraen estos cuerpos similares a partes de animales marinos es, en algunos lugares, más dura, como es la toba o las piedras de otro tipo; y en otros lugares es más blanda, como es la arcilla o la arena.
2. Esta tierra, ya sea blanda o dura, es en casi todos los lugares compacta y resistente a una ligera presión.
3. En diferentes lugares he visto que la misma tierra está compuesta de estratos superpuestos unos encima de otros, y a veces inclinados respecto a la línea del horizonte.<sup>9</sup>
4. En una tierra arcillosa he visto que esos estratos de diferente color están partidos en varios puntos y que todas las fracturas que son casi perpendiculares a los estratos, están rellenas de una materia que tiene un mismo color.
5. En las tierras que hasta ahora he tenido ocasión de ver ya sean más blandas o más duras se hallan enterrados cuerpos de varios géneros.
6. En la arcilla he notado que tales cuerpos son mucho más abundante en la superficie de la tierra mientras que en su interior son escasos.
7. He observado que en la arcilla estos cuerpos son tanto más frágiles cuanto más se profundiza en la tierra, y que algunos se deshacen al mínimo contacto; casi todos lo que estaban en la superficie de la tierra se reducían fácilmente a polvo blanco.

8. He visto que en la arcilla los cuerpos son mucho más numeroso y todos de la misma consistencia sea cual sea el punto en que se encuentren; se hallan incrustado como si se les hubiera cementado con cal y yeso.
9. Los cuerpos similares a partes de animales marinos, extraídos de una tierra, ya sea más blanda o más dura, son muy similares no sólo entre ellos mismos sino también a las partes correspondientes de los animales: no hay diferencia alguna con los bivalvos por lo que respecta a las estrías, a las conexiones de las *lamelas*, a la valvas y a la sinuosidad de las partes cóncavas, las comisuras y las charnelas.
10. Estos cuerpos son más o menos sólidos: hay casos en que son como piedras, y a veces se hacen polvo fácilmente.
11. En algunos lugares se encuentran numerosísimas conchas de testáceos<sup>10</sup> de forma variada, endurecidas y formando un solo bloque. Algunas veces se extraen del tierra también conchas rotas; además se han visto, en algunos bloques numerosas *glosopetras*<sup>11</sup> de diversos tamaños y no todas enteras, pegadas al bloque como si fuese su matriz.

[58] En base a la historia [los datos observados] referida parece que pueden aventurarse como verosímiles la siguientes conjeturas.<sup>12</sup>

[59] Conjetura 1

*¿Puede hoy la tierra producir esos cuerpos?*

La tierra de la que se extraen los cuerpos similares a partes de animales no produce hoy en día tales cuerpos.

[60] En cuanto a los cuerpos que se hallan en un terreno blando, cuanto más blandos sean esos cuerpos (*historia, 1*), éstos menos soportan el contacto; y cuanto más profundos se encuentran es tanto más incierto que la tierra los produzca, como cierto es, en cambio, que la tierra los destruye. Tampoco es cierto, como alguien podría creer, que sean más frágiles porque estos cuerpos no han crecido aun por completo; de hecho, los que son blandos durante el crecimiento mantienen unidas sus partes mediante una especie de gluten (como se ve en las cortezas jóvenes de pinos y de almendros), sin el cual sin embargo, se convertirían en polvo. El ser frágiles, por tanto, es un argumento a favor de su destrucción y no de su producción. Tampoco constituye un obstáculo el hecho de que su número sea mayor en la superficie de la tierra (*historia, 1*): ello se debe, sin duda, a que la lluvia disgrega la tierra en que se encuentran. La sustancia misma de la que están compuestos los cuerpos que yacen en la superficie, al hacerse polvo fácilmente (*historia, 7*), demuestra que la caída de la lluvia más bien ha interrumpido su destrucción iniciada dentro de la tierra.

[61] Por lo que respecta al hecho de que hoy en día tales cuerpos no se producen en tierra dura: considerando que en todo el espesor de la roca tienen todas las mismas consistencia (*historia, 8*), y que se hallan encerrados en una materia sólida y compacta, se puede pensar que si hoy se produjesen en el tierra más dura, la materia que los encierra tendría que ceder para no impedirle el crecimiento regular; y estos cuerpos hoy producidos tendrían que diferenciarse ciertamente en algún aspecto de los producidos en otro tiempo.

[62] Como quiera que en los tiempos recientes no se ha visto que se produzca más un cuerpo en la tierra más dura que en la tierra más blanda; y como quiera que la tierra más blanda en algunos lugares, parece destruir tales cuerpo, es por tanto lícito suponer que la tierra no produce hoy cuerpos similares a las partes de animales que de ella se extraen.

[63] Conjetura 2

*¿Fue siempre compacta la misma tierra?*

Parece ser que la tierra no era compacta cuando se produjeron los cuerpos en cuestión.

[64] Los cuerpos que crecen expandiéndose lentamente pueden levantar otros cuerpos sólidos que yacen sobre ellos e incluso agrandar las hendiduras de una roca, como hacen las raíces de los árboles en la tierra dura, en los muros y en las peñas. Igualmente estos cuerpos, al buscarse un espacio adecuado muy a menudo se tropiezan con un obstáculo de mayor consistencia que es resistente y que les impide crecer de forma adecuada. Así, las raíces de las plantas que están en un terreno duro aparecen retorcidas y comprimidas de mil maneras: no presentan la forma que tienen habitualmente y que conservan cuando crecen en un terreno más blando. Los cuerpos en cuestión, de los que aquí tratamos, son todos semejantes entre sí (*historia, 9*), ya sean extraídos de un terreno blando, de una roca o ya sean evacuados por algún animal. Por tanto, tales cuerpos no se producen en los lugares en que aparecen hoy en día (*conjetura 1*); en consecuencia, como los cuerpos que crecen dentro de tierra sólida son extraordinariamente deformes, y ya que, en realidad, estos cuerpos son en todas partes similares entre sí, esto significa que la tierra no era compacta en el momento en que se produjeron los cuerpos mencionados.

[65] Conjetura 3

*¿Estuvo en el pasado la tierra cubierta por las aguas?*

No hay obstáculos para creer que la tierra hubiera estado un tiempo cubierta por las aguas.

[66] Esto [que en el pasado la tierra firme hubiera estado cubierta por las aguas] pudo haber sucedido de dos maneras: según mantengamos que la tierra haya ocupado siempre la misma posición o que, en algún momento esta posición se hubiera modificado.

[67] En cuanto a la primera manera [que la tierra en el pasado hubiera ocupado la misma posición], sabemos por las sagradas escrituras que, tanto en los inicios de la creación como en el tiempo del diluvio todo estuvo cubierto por las aguas. Tertuliano lo recuerda elegantemente con esta palabras: «la tierra entera, que estuvo en un tiempo completamente sumergida bajo las aguas ha cambiado: [prueba de ello es que] aún vagan por los montes conchas y turbinados [caracoles], deseosos de demostrar a Platón que también las cosas pesadas flotan» (Tertuliano, *De Pallio*, n.º 2).

Y no nos ponen en un compromiso los argumentos propuestos por los partidarios de la opinión contraria: éstos defienden que si la presencia de cuerpos fósiles en la tierra dependiera del hecho de que toda la tierra hubiera estado sumergida bajo la aguas estos cuerpos deberían encontrarse en todos sitios; y no se explican por qué se encuentran sólo en los lugares elevados. Ambas objeciones se responden fácilmente que no todas las aguas transportan todas las cosas. Si vemos que, mediante la acción de la lluvia en las llanuras al pie de las montañas se acumula material de arrastre, casi de desechos, de los montes, ¿por qué sorprenderse de que en los lugares elevados se vean al descubierto los cuerpos, mientras que en las zonas de llano, que es una tierra de formación más reciente, yacen aún enterrados?

[68] Si alguien considera que en los lugares donde se extraen los cuerpos en cuestión parte de la tierra cambió su posición, no por ello ha de verse obligado a admitir algo que es contrario a la razón o a la experiencia. De hecho, si examinamos las hendiduras de los estratos rellenas de materia de un solo color, allí donde los estratos son de distinto color (*historia*, 4), parece que es totalmente probable que ese terreno pudo haber sido sacudido por un movimiento violento y que, al ceder, se hubiera fracturado, adquiriendo así una nueva posición. Sería fácil demostrar con numerosos ejemplos cuán grandes modificaciones del terreno producen los terremotos, si no fuera suficiente la autoridad del mismo Tácito: «en el mismo año, doce ciudades de Asia fueron destruidas de noche por un terremoto, al que siguieron después daños más imprevistos y graves que la peste. En tales circunstancias no daba resultado siquiera el remedio habitual, es decir, lanzarse a zonas abiertas, porque las tierras que se hundían se tragaban a la gente. Se tienen en la memoria el recuerdo de que se desplomaron grandísimas montañas, que muchos vieron levantarse los valles y que entre las ruinas aparecían llamadas de fuego» (Tácito, *Annales*, libro II, n.º 47)

Por tanto, ya que el aspecto mismo de la tierra y los ejemplos de lo sucedido en otros lugares nos convencen de que la tierra estuvo en otro tiempo dispuesta de otra manera, y que el suelo, que en otro tiempo era menos compacto (*Conjetura 2*), ¿qué nos impide suponer que la blandura de la superficie de la tierra depende de las aguas y creer que, antes de que la tierra cambiara de aspecto, estuvo cubierta por las aguas bien sea directamente por aguas que estaban situadas al aire libre, o que [surgiendo del interior] inundasen la corteza de la tierra?

[69] Conjetura 4

*¿Podría la tierra haber estado mezclada en el pasado con el agua?*

No hay obstáculo para creer que la misma tierra haya estado mezclado con el agua.

[70] En la proposición anterior insinuábamos que en otro tiempo la tierra hubiera estado cubierta por las aguas; ahora voy más allá para probar que la tierra pudo haber estado mezclada con el agua.

[71] El impetuoso descenso de los torrentes a través de terrenos arcillosos y arenosos y la agitación de las aguas por los vientos han demostrado, más claramente que las palabras, que la arcilla y la arena se mezclan con el agua si esta última se agita enérgicamente; tampoco es difícil probar que en las aguas estancadas, aun en las más limpias se encuentra arena, arcilla, toba y sólidos de todo tipo.

[72] Dos son las maneras mediante las cuales los sólidos se mezclan con el agua: bien porque están en polvo, o bien porque allí se encuentran sus elementos.<sup>13</sup>

[73] El polvo de un sólido se mezcla con el agua simplemente, como demuestran todas las sales y vitriolos, o se mezcla con ella mediante la intervención de una tercera sustancia: así se disuelven en el agua los minerales por medio de ácidos y las sustancias aceitosas gracias a las sales de lejía cuando la sal da al aceite y el ácido al agua la pesadez necesaria para hacer que, en el mismo agua, el aceite pueda precipitar y la sal disolverse.

[74] También los elementos de un sólido pueden encontrarse en el agua de dos maneras: bien que estén presentes de hecho los mismos elementos del sólido, o bien que todos ellos adoptan luego otra figura, ya en parte o ya como cuerpos particulares que se transforman en sólido. Basándose en esto, muchos creen que las aguas minerales contienen los elementos de los minerales: de esta suposición ha surgido la famosa «solución» de los metales, en nombre de la cual intentan extraer mercurio y azufre de un metal.<sup>14</sup>

*Lugares de los cuales podrían haber fluido los sólidos disueltos*

[75] Tales son también las maneras en que pueden aparecer cuerpos sólidos bajo la apariencia de agua y no hace falta mucho esfuerzo para encontrar lugares donde estos sólidos se mezclan con las aguas de las fuentes que ocupan nuestra tierra.

[76] Las entrañas de la tierra esconden sólidos y fluidos de todo tipo, y los jugos que discurren por los escondrijos de la tierra o las exhalaciones que vagan por los mismos lugares no pudieron dejarlos intactos: de hecho, han impregnado esos sólidos a los que están destinados a disolverse en la Naturaleza. Efectivamente, los jugos que constantemente penetran desde las venas de la tierra en las aguas escondidas bajo la corteza terrestre o expuesta al aire, dispersan en las sustancias del agua los sólidos disueltos dentro de la tierra. Pero también los cuerpos de todo género expuestos al aire por el agua, la tierra, las plantas y los animales, pudieron transmitirse al agua de forma admirable combinados entre sí, bajo forma de lluvia o de algún otro modo que se escapa a nuestro sentido. ¿Qué decir a propósito de los animales acuáticos de distinto tipo que, mientras viven en el agua arrojan a ella los efluvios de su cuerpo y, en el momento de su muerte, se descomponen casi totalmente en el agua?

[77] Por tanto, si sólidos de todo tipo pueden mezclarse con el agua, y si se conocen los lugares en que estos sólidos han podido combinarse con ellos ¿qué tiene de extraño que los elementos o el polvo de la arcilla, o de la arena, o de la toba o de otras piedras se hayan mezclado con el agua? Y no hay motivo para creer, según mi opinión que los jugos que disuelven esos duros cuerpos tengan que haber sido ácidos hasta el punto de no haber podido conservar restos animales. He visto a mi preceptor y amigo Borch<sup>15</sup> disolver en agua, mediante «agua insípida»,<sup>16</sup> una piedrecilla durísima: ¿por qué no querer atribuir a la Naturaleza lo que no podemos negar a lo que ha hecho la mano humana?

[78] Conjetura 5

*¿Podría haberse formado el sedimento a partir del agua?*

No creo que haya obstáculo para considerar que la tierra esté formada por un sedimento depositado lentamente por el agua.

[79] Acabamos de ver que no hay obstáculo para creer que la tierra, tal como se ha dicho, estuviera mezclada con agua (*conjetura 4*); es evidente, sin embargo, que en varios lugares la tierra está compuesta por estratos de distinto color superpuestos unos sobre otros (*historia, 3 y 4*); incluso en los lugares donde la tierra es toda del mismo color se pueden reconocer los distintos estratos. Precisamente los estratos nos llevan a creer que la tierra estuvo formada por un sedimento depo-

sitado por el agua; mientras la diversidad de los estratos, por su parte (aunque nos cueste creerlo), nos persuade a creamos que, al menos en parte, la tierra se ha ido formando lentamente.

[80] Para que estas afirmaciones se entiendan más claramente, mostraré de qué formas ha podido acumularse el sedimento.

*Las maneras cómo se acumulan los sedimentos a partir de las aguas*

[81] Si suponemos que el agua en cuestión pudo recibir aguas turbias del mar o de torrentes, es cierto que los cuerpos que enturbiaban el agua debieron irse al fondo un vez cesado el movimiento violento. Y no es necesario afanarse en buscar ejemplos para confirmar esto, porque así lo demuestran claramente las desembocaduras y los cauces de los ríos. Sólo hay que subrayar una cosa: que los cuerpos que hicieron turbias las aguas no eran todos del mismo peso. Por tanto, al regresar lentamente el agua al estado de reposo, se depositaron antes los cuerpos más pesados y luego los menos pesados; mientras que los más ligeros flotaban durante más tiempo cerca del fondo antes de alcanzarlo. Esto demuestra cómo, en el mismo sedimento, se forman, a menudo, estratos distintos.

*Las maneras cómo los cuerpos sólidos ocultos dentro del agua pueden ser secretados*

[82] Si creemos pues que el agua limpia contenía cuerpos sólidos procedentes del aire, la tierra y los animales, entonces no es difícil encontrar el modo cómo se pudiesen depositar los cuerpos sólidos contenidos en las aguas claras. Expondré aquí las maneras principales:

[83] 1. Si una materia ligera, al agitarse las partes de un fluido, no discurre a través de éste con movimiento constante, los corpúsculos sólidos que se movían al unísono con las partículas del fluido, al disminuir el movimiento dejan de estar en contacto con el fluido. Así la sangre es roja y fluida sólo cuando está caliente; al enfriarse se separa en partes que difieren en color y en la consistencia. Así la orina clara suele perder con el calor la transparencia que volverá a adquirir puesta al fuego. Análogamente, los jugos calientes que proceden de la tierra o los cálidos efluvios que de ella emanan, mezclados con el agua, al disminuir el calor pudieron depositar los polvillos de mayor consistencia que transportaban. Y no siempre ha debido ser necesario un gran calor, poco favorable a la vida de los animales en tales aguas. Bastaría con que se agitara la materia sutil de los fluidos procedentes de otros lugares y que se moviese a más velocidad de la normal.

[84] 2. Si las partes más ligeras de un fluido se hubiesen evaporado lentamente, y si cambiase la proporción entre disolvente y soluto, una cantidad del sólido disuelto debe depositar una cantidad de sustancia proporcional a la evaporada del disolvente. Esto lo demuestran numerosas experiencias relativas a los fluidos

que contienen el polvo, ya de un sólido o ya de sus elementos. De la primera manera se separan los cristales de la sal de las aguas saladas; de la segunda se separa el tártaro del vino. Otros muchos ejemplos se observan todos los días, como son los de la acumulación de sedimentos en las aguas, por lo que considero inútil tener que describirlos aquí.

[85] 3. Si consideramos que fluidos distintos, en el mismo momento, o en distintos momentos, pueden haber confluido desde distintos lugares, será fácil admitir que sólidos en estado fluido, llegados de un único lugar, pueden haberse depositado a través de fluidos llegados de otros lugares. Como las sustancias disueltas por los ácidos precipitan en presencia de sales, de igual manera las sustancias disueltas de las sales precipitan en presencia de ácidos, en cuanto que los ácidos y las sales se unen más fácilmente entre sí que con otros tipos de sólidos. Los sólidos disueltos a partir de un ácido pueden precipitar también de otras maneras, como sucede en el caso de los metales: un metal disuelto por un ácido precipita por la aparición de otro metal. Por la misma razón, las tinturas obtenidas con «espíritu volátil»<sup>17</sup> se separan añadiendo agua. Pero dos fluidos, añadidos el uno al otro, solidifican enseguida: así lo he podido ver en París a Borel,<sup>18</sup> experto en química, en la Academia de mi amigo y huésped Thévenot,<sup>19</sup> que combinaba dos sustancias líquidas bastante límpidas las cuales se endurecían rápidamente, hasta tal punto que, volcando la probeta no caía ni una sola gota. ¿Por qué, entonces, no se podría proponer la conjetura de que, en distintas épocas, cayeron lluvias de distinto tipo del cielo, que se mezclaron en la tierra con jugos de distinto género de modo que las exhalaciones mezcladas con el agua, y que unas veces disueltas, precipitasen los cuerpos de los que hemos hablado, y que otras veces precipitadas disolviesen los cuerpos mencionados? Esto es evidente en la orina, recogida en momentos distintos de una misma persona: el sedimento sólido que se deposita durante los primeros días se adhiere tenazmente al fondo; luego se disuelve habitualmente al añadir a los pocos días orina de la misma persona. Pero más tarde, en poco tiempo, se acumula otro sedimento a partir de la nueva orina. Lo que realiza una dieta diferente en el microcosmos de los humores, esto mismo lo pudieron hacer los humores de la tierra, debido a las alteraciones del Sol y de la Luna y a otras modificaciones diversas. Gassendi, luz de Francia, lo confirma con un clarísimo ejemplo cuando, en su filosofía, trata de cómo se producen las piedras.<sup>20</sup>

[86] 4. Los que sostienen que cada cosa puede nacer de cualquier otra, o, al menos admiten que los *minima naturalia* están sujetos a distintas modificaciones pueden explicar las cosas de otro modo. De hecho, podemos imaginar con bastante claridad y nitidez que la materia ligera, al atravesar el agua y el aire, transforma en cuerpos sólidos distintas partes de los fluidos, asumiendo gradualmen-

te una nueva forma. En case de mi amigo Borch he visto obtener tierra blanca a partir agua purísima, tierra insípida a partir de sal de lejía, y sal resistente a partir del fuego y del aire: estas cosas se pueden explicar de distinto modo según la variedad de los principios.<sup>21</sup>

[87] Estas son las distintas formas en que los sólidos se separan de un fluido e incluso los fluidos de un fluido (como es fácil de demostrar para lo que sucede al aire libre): si los estratos de nuestro suelo no se han consolidado por algunas de estas maneras, es cierto que podrían hacerse consolidado de esta misma manera...

[88] Pero, de todos modos, sea cual sea la manera en que se separan los sólidos de un fluido, éstos siempre se presentan bajo la forma de polvo (como sucede con los metales precipitados a partir de ácidos), o como sustancia compacta, aunque ésta sea algunas veces más blanda (tal es el caso del sedimento viscoso de la sangre, que es fibroso, o el sedimento de la leche, que es caseoso como la nata, o el del «rocío de mayo»<sup>22</sup> y del agua de lluvia que es viscoso); a veces es un sedimento más duro, como el tártaro en el vino, o los cristales de las aguas saladas o también la costra pétreo de diversas fuentes. De esto resulta evidente que a partir de aguas limpiísimas se han podido formar incrustaciones, diferentes entre sí por su consistencia e incluso ricas en minerales de diversos tipos.

[89] ¡Qué felizmente se corresponden todas las cosas dichas! ¡Qué grande y general es la concordancia entre ellas! Reconocemos que una parte de un terreno dado puede haber sido más apropiada para contener agua; sabemos también que elementos y polvo del mismo terreno han podido mezclarse con el agua; no ignoramos las maneras en que han podido ser llevados hasta esas aguas para posteriormente poder separarse de ella; y llegamos incluso a reconocer en el mismo terreno la diversidad de los estratos: ¿por qué, entonces, no considerar que esa misma tierra se ha formado como sedimento a partir del agua?

[90] Quienes no consideren suficientes estos datos, que entren en las grutas subterráneas, de las que en un tiempo se extrajeron rocas, y verán en el lugar de la roca extraída cómo crece otra roca; reconocerán incluso que cuerpos nacidos de un fluido aéreo forman los chupones de piedra que penden de las bóvedas; éstos, huecos por dentro y formados por muchas láminas similares a cilindros, no reciben de la bóveda ni agua ni roca y tampoco su estructura. Esto no solo está sugerido sino que incluso puede ser comprobado mediante la estructura de las lamelas.

[91] Conjetura 6

*Los cuerpos sólidos extraídos de la tierra, y que son similares a las partes de animales, ¿pueden ser considerados partes de animales?*

No hay obstáculo para considerar verdaderas partes de animales los cuerpos semejantes a las partes de animales que se extraen de la tierra.

*Sobre la posición de estos cuerpos en la tierra*

[92] Como la tierra de la que se extraen los cuerpos similares a las partes de animales no produce hoy en día cuerpos de tal tipo (*primera conjetura*) y como verosímilmente la misma tierra, que en otro tiempo era blanda (*segunda conjetura*) se mezcló también con agua (*cuarta conjetura*), ¿por qué no sería lícito suponer que estos cuerpos deben considerarse restos de animales que entonces estaban vivos en esas aguas? Ciertamente, del examen de su dislocación en el terreno no parece que hayan podido formarse del modo en que se encuentran sin afirmar que se han formado lentamente junto con el sedimento con agua. Tampoco es un obstáculo el hecho de que en los terrenos más duros aparezcan en número tan elevados. De hecho, quien haya examinado atentamente cómo crece la roca nueva en las cavernas de la tierra de las que, en otro tiempo se extrajeron rocas, no verá ninguna dificultad en este caso. En efecto, ya sea que una «piel pétre» al crecer como un mucílago en la superficie del agua, al hacerse más pesada se vaya al fondo; o que unos corpúsculos pétreos, derivados de la masa entera de las aguas, se depositen gradualmente, el sedimento que se forma sólo crece con lentitud: de ello se deriva que los animales, bien adheridos al fondo o muertos —y por tanto como restos de cadáveres— o vivos pero privados de movimiento, fueron cubiertos por un nuevo sedimento. Los demás animales vivos, que están encima de ese sedimento, llenan las aguas debido a una prole numerosa [que estaba allí] antes de que después se depositase ahí un nuevo sedimento.

De ello se derivan [varias conclusiones]: 1) El agua estancada en estas grutas conserva para siempre a los animales nacidos en otro tiempo y al fluir está siempre en contacto con ellos; 2) los testáceos y los animales de este tipo no se atacan entre sí, por lo cual son otros animales acuáticos los que los consumen rápidamente; 3) los caparazones de los testáceos raramente se consumen, por lo que casi todos los animales acuáticos con caparazón se descomponen en el agua. Me parece que todos estos argumentos no carecen de peso para confirmar mi hipótesis, sobre todo porque no es posible, basándose en la forma y la sustancia de estos cuerpos, aducir fácilmente algo en contra suya.

*Sobre la forma de los cuerpos*

[93] Por lo que respecta a la forma de los cuerpos de los que se trata: es decir, hasta qué punto se corresponden exactamente con verdaderas partes de animales (*historia 9*), parece que la semejanza de estructura puede suponer que tienen un origen similar. Y en el caso en que se considere que los cuerpos en cuestión se hicieron de acuerdo con cualquier otro principio, no es fácil creer que se haya

podido observar una semejanza tan grande. Y he aquí un argumento de enorme evidencia al respecto. ¿Quién no sabe que la figura hexaédrica del cristal, los cubos de marcasita, los cristales de sal en las operaciones químicas y otros numerosos cuerpos que crecen en un fluido tienen formas mucho más regulares que las conchas, los bivalvos, los caracoles y otros animales similares? Igualmente en algunos cuerpos simples vemos a veces que está quebrada la punta del ángulo sólido, a veces hay otros cuerpos adheridos unos a otros sin ningún orden, a veces los planos<sup>23</sup> son diferentes entre sí tanto en cuanto al tamaño como a la posición; y también hay otras maneras distintas que muestran cómo estos cuerpos simples se desvían de la forma regular. Cuanto mayores y más notables son los defectos de los cuerpos dotados de forma mucho más regular, ¿cómo es que precisamente lo que imitan son las partes de los animales? Y si en algunos lugares se encuentran numerosísimas conchas de ostras endurecidas formando en una masa única (*Historia 11*), lo cual no es nada diferente de lo que sucede en el mar, ya que de éste se extraen grandes amasijos de conchas de diferentes tamaños que se adhieren unas a otras, y que aparecen ligadas de forma admirable.

Si se encuentran algunas conchas partidas por la mitad, el borde mismo del fragmento testimonia que en otro tiempo la otra parte —que a veces se encuentra también en las cercanías— estaba adherida a ella. Y si a veces se ven numerosísimas glosopetras, de distinto tamaño y no todas enteras, formando una masa entre sí como si estuviesen adheridas a la misma matriz, lo mismo se puede ver en la mandíbula del animal vivo: en ella no todos los dientes son del mismo tamaño y los más interiores ni siquiera están completamente endurecidos. Por tanto, ya que en los cuerpos más complejos rara vez se encuentran los defectos que son tan frecuentes en los cuerpos más simples; ya que no se aprecia en los cuerpos complejos ningún defecto que no aparezca idéntico en las partes de los animales; y ya que, además, estos cuerpos, se extraigan de donde se extraigan, son muy similares entre ellos mismos y las partes de los animales, resulta evidente que la forma de esos cuerpos no constituye obstáculo alguno para considerarles partes verdaderas de animales.

*Sobre la sustancia de estos cuerpos*

[94] Si presto atención ahora a la sustancia de estos cuerpos, tampoco ésta es un obstáculo para mi opinión. En efecto, bien sea [la sustancia de los cuerpos] dura y pesada como piedra, o bien sea ligera, o bien se reduzca fácilmente a polvo, como sucede en los cuerpos calcinados, no ha aparecido ninguna cosa que no pudiera haber sucedido también en las partes de esta clase de animales. Los cuerpos sólidos que toman formas de animales contienen dos materias distintas: una que se convierte en fluido por la acción de un fluido todavía más sutil y que apa-

rece como una exhalación o como un líquido;<sup>24</sup> otra materia es aquella que, resistiendo al movimiento de un fluido más sutil, conserva la forma de una parte íntegra durante un tiempo suficientemente largo, hasta que al transcurrir un largo tiempo, se convierte en polvo. Así, cualquier hueso o cuerno, expuesto libremente al fuego, como el «cuerno de ciervo» y los demás cuernos calcinados —usando el lenguaje de los filósofos—, pierden la mayor parte de la sustancia fluida aunque mantengan la forma y el tamaño original, al menos en apariencia. Sin embargo, no me atrevo a afirmar que las dimensiones de esos cuerpos no varíen.<sup>25</sup>

Es posible que en esos cuerpos los poros, después de haber sido expulsado el jugo animal, se hayan rellenado, en igual cantidad, con otro fluido; pero también puede haber ocurrido que los propios poros se hayan encogido, contrayéndose así las partes más sólidas. De este modo he visto cambiar el volumen de cuerpos sólidos según la cantidad de calor o de frío sin variar la forma: lo he podido ver en un anillo de bronce, gracias al favor de ese queridísimo hombre que es Lorenzo Magalotti;<sup>26</sup> y posiblemente pronto todos los estudiosos de las cosas naturales podrán ver este fenómeno.<sup>27</sup>

[95] Debemos a la química estos experimentos, pero yo no dudo de que la naturaleza actúe de modo similar en el seno de la tierra. Mientras el sedimento formado se endurece lentamente durante una larga serie de años, y junto con él también los dichos cuerpos, entonces el fluido más sutil no ha podido dejar los cuerpos intactos sino que, según el tipo de tierra que lo rodea, [los cuerpos] deberá eliminar el jugo animal y añadir el jugo mineral; y esto de dos maneras: bien, cuando se ha agotado el jugo animal, deberá [la tierra] introducir el jugo mineral; o bien, si se acepta la mutación debida a los *minima naturalia*, el jugo animal se transformará en jugo mineral. Y así también creo haber demostrado perfectamente que no es fácil encontrar en la tierra de la que se extraen cuerpos similares a partes de animales y en estos mismos cuerpos, algún argumento que se oponga a considerarles verdaderas partes de animales.

[96] Al exponer aquí mi opinión plausible, sin embargo no acuso de falsas las opiniones de los partidarios del parecer contrario. Un mismo fenómeno se puede explicar de muchas maneras e incluso la Naturaleza, en su operaciones, persigue el mismo fin con medios distintos. Sería por tanto imprudente reconocer como verdadero sólo uno de todos los modos posibles y condenar a los demás como equivocados. Son muchos los varones ilustres que creen que estos cuerpos se producen sin que haya una intervención de algunos animales. Por no hablar de los menos conocidos por el público, defiende dicha opinión *Mercati miniatense*,<sup>28</sup> antes citado, así como Antonio Nardi<sup>29</sup> en su obra *Scene Etrusche*, cuyo libro manuscrito, que contiene numerosísimos problemas de física y matemáticas, está

en posesión de Francesco Redi,<sup>30</sup> mi muy famoso amigo al servicio de su Serenísima el Gran Duque de Toscana. También ellos tienen sus razones, que son tanto menos recusables cuanto mayor es el número de las admirables obras de la Naturaleza que cada día que pasa nos dejan de nuevo sobrecogidos de asombro.

*Sobre las glosopetras de mayor tamaño*

[97] Para retomar mi objetivo principal, una vez cerrada la digresión, aplicaré a la cuestión de las *glosopetras* de mayores dimensiones algunas de las cosas hasta hora dichas. Su forma me convence de que se trata de dientes de *Canis cacharias*, porque las partes planas, los bordes y la base de los dientes, ya sean fósiles o ya sean actuales, se corresponden. Si damos crédito a los relatos que narran que han emergido nuevas islas en medio del mar, ¿qué es lo que se puede conocer de verdad sobre la formación originaria de Malta? Tal vez, sumergida en otro tiempo bajo las aguas del mar, fuera entonces una guarida de tiburones, cuyos dientes, enterrados en el fondo en ese tiempo fangoso, al variar la posición del fondo marino a causa de un incendio imprevisto de vapores subterráneos ahora se encuentran en el interior de la isla. Tampoco el gran número de *glosopetras* procedentes de la isla plantea dificultades. En un mismo pez se cuentan doscientos o más dientes, bajo los cuales siguen creciendo otros.

[98] Por tanto, pudiéndose considerar partes de animales los cuerpos similares a partes de animales que se extraen de la tierra, y siendo la figura de la *glosopetras* similar a los dientes de *Canis Carchariae* como lo son dos huevos entre sí, y no convenciéndonos de lo contrario ni su número ni la localización, me parece que no andan muy lejos de la verdad quienes sostienen que las *glosopetras* más grandes son dientes de *Canis Carchariae*.

[99] La presente digresión estaba ya a punto de ser entregada a la imprenta cuando el canónigo milanés Manfredo Settala,<sup>31</sup> famoso por el conocimiento singular de las cosas naturales y por su dedicación infatigable al enriquecimiento de su museo, donde, por cierto, me dijo que conservaba entre sus rarezas cosas que pueden beneficiar no poco a mi hipótesis. Me resultó muy grato saber esto, porque soy conciente de cuánto peso puede añadir a mis conjeturas el consenso de tal [ilustre] varón.

## NOTAS

1. El texto que se presenta es la traducción castellana de la última parte de su obra *Nicolai Stenonis Elementorum Myologiae Specimen, seu Musculi descriptio geometrica. Cui accedunt Canis Carchariae caput dissectum, et Dissectus Piscis ex Canum genere*, de 1667. Publicada en 4.º en Florencia, y en 1669 en 8.º en Ámsterdam. La traducción ha sido

realizada directamente a partir del texto latino de Scherz (1969); se han tenido en cuenta también para cotejar textos conflictivos, las traducciones italiana de Nicoletta Morello (1979) y la inglesa que ofrece G. Scherz (1969). Algunas notas críticas se han tomado de la edición de Scherz.

2. J. ROGER (1971) *Les sciences de la vie dans le pensée française du XVII siècle*. Paris, p. 258.
3. N. MORELLO (1979) *La nascita della Paleontologia nel Seicento: Colonna, Stenmone e Silla*. Milán, p. 37.
4. La traducción literal del título del libro no permite dar a conocer bien su contenido. Ello se debe a la terminología arcaica referida a lo que hoy conocemos como tiburones o escualos. En el siglo XVII, la clasificación de los tiburones no estaba aún muy elaborada. Steno, en el *Elementorum Myologiae* [8] lo denomina con el nombre antiguo de *Lamia* al que fue capturado y que él estudia. Se denominaba con este nombre mitológico a monstruos marinos que tenían rostro de mujer y cuerpo de dragón. Se suponía en los primitivos estudios zoológicos que eran formas marinas carnívoras cercanas a los «perros» y por ellos se denominaba «peces-perros», «peces del grupo de los perros» o «perros terribles» (en griego, el verbo *karkairo* significa temblar, aterrorizar). *Canis Carchariae* es la latinización de la expresión *perro que hace temblar*. En el siglo XVII, aún no existía la nomenclatura binomial, y los naturalistas eran muy laxos en sus asignaciones taxonómicas. Sistemáticamente, los tiburones y escualos se situaban dentro de la clase Chondrichthyes (peces con esqueleto cartilaginoso). Dentro del orden Euselachii (auténticos tiburones) se encuentra la familia Isuridae (conocida también como Lamnidae) que incluye los géneros *Isurus* (como el marrajo), *Acopias*, *Carcharodon* (como lo que hoy se llama el jaquetón o pez-perro), y *Lamna* (como el caillón), [OCAÑA, A. y SEQUEIROS, L. (1994) «Tiburones fósiles». *Boletín ACMI-PA*, Córdoba, n.º 24, 12-13]. El tiburón descrito por Steno parece pertenecer al género *Carcharodon*. Este género fue descrito nominalmente por vez primera por Agassiz en 1838. Pero ya Linneo (1758), denomina como *Carcharodon carcharias*, a formas fósiles de grandes dientes triangulares. Agassiz (1838) lo sitúa en sinonimia con *Megalodon*. Hoy se suele denominar con el nombre antiguo de *Carcharias* al *Odontaspis*, un tiburón de otra familia diferente. En los tiempos de Steno, el naturalista J. Jonston (*De piscibus et cetis*, 1767) figura tres ejemplares de *Canis Carchariae* en los que Steno se inspiró para su famosa lámina I [SCHERZ Y BECK, 1988; SEQUEIROS, 2002, p. 238]. El estudio zoológico de la forma estudiada por Steno [SCHERZ, 1968: 124] supone que se trata de *Carcharodon rondeletti* [T. J. PARKER (1887) «Notes on Carcharodon Rondeletti». *Proc. Zoolog. Society*, New Zealand, III, 27-40].
5. Lorenzo Magalotti (1637-1712), que fue uno de los miembros de la Academia del Cimento (1657-1667). Fue redactor, entre otras, de una obra en la que relata la actividad desarrollada en el seno de la Academia: *Sagi di naturali esperienzefatte nell'Accademia del Cimento* (Firenze, 1667). Tras la clausura de la Academia, abandona los intereses científicos y emprende numerosos viajes como diplomático de los Medici. En una carta de 26 de octubre de 1666 al Arzobispo de Siena, Ascanio II

- Piccolomini, Magalotti describe la captura del *Canis Carchariae*. Añade un dibujo de la cabeza y relata que un barco de pesca francés había observado la semana anterior la cabeza de *Lamia* (otro nombre del tiburón) a algunas millas de Leghorn, entre Gorgona y Meloria, «acompañada de cientos de peces estúpidos», razón por la que los pescadores llaman al animal pez-lechuza. Finalmente, el tiburón fue jalado fuera del agua con un gancho, amarrado a un árbol y matado a golpes. De su enorme barriga extrajeron las vísceras que fueron arrojadas al mar; se evaluó el peso del tiburón en 3.500 libras (unos 1.200 kg).
6. SEQUEIROS, L. (2002) «Las raíces de la Geología: Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio universal». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10 (3), 217-242.
  7. Thomas Bartholin (1616-1660), médico y anatomista, fue preceptor científico de Steno en Copenhague y casi un segundo padre entre 1656 y 1660. Posiblemente, fue quien aconsejó a Steno que viajase a Holanda a continuar sus estudios. Había visitado la isla de Malta en 1644 y se trajo algunas muestras de *glosopetras*. Steno alude a que él mismo no ha visitado Malta. Bartholin, durante estos años elaboró una tesis (que nunca fue publicada) sobre las *glosopetras* como dientes de fósiles de escualo. De regreso a Padua después de estos viajes, publicó un breve tratado de argumento análogo, titulado *De Unicornu* (Patavii, 1645).
  8. Steno denomina aquí como «Historia» lo que Morello traduce como «datos conocidos». Steno inicia su disertación exponiendo aquellas observaciones objetivas que él ha podido registrar en sus estudios sobre los campos de la Toscana.
  9. Este texto es de gran interés puesto que en él se propone y se define el concepto de «estrato», esencial para el desarrollo futuro de las ciencias de la Tierra [cfr. G. GOHAU (2003) *Naissance de la Géologie Historique. La Terre des «théories» à l'histoire*. Paris, Vuivert, 124 pp. (sobre todo, pp. 23-31)].
  10. Nombre antiguo para los animales sin vértebras pero dotados de una concha dura.
  11. Esta es la primera referencia que hace Steno al hallazgo «in situ», enterradas en los sedimentos, de estas piezas de aspecto de lengua que mostrará son dientes de tiburones.
  12. La traducción italiana prefiere usar la expresión «Hipótesis» en lugar de «Conjetura». La palabra «Hipótesis», posiblemente más correcta, no es propia de Steno. Éste usa la palabra «Conjetura», que tiene tradición en la moderna epistemología. Así. Karl R. Popper titula uno de sus libros como «Conjeturas y refutaciones».
  13. Se refiere a una observación de decantación de materiales sólidos o de precipitación química. Es una excelente y moderna división entre rocas detríticas y químicas.
  14. Posiblemente estos datos proceden de las experiencias realizadas con Thévenot, de las que tratamos más adelante.
  15. Ole Borch, primer profesor de Steno en la Facultad de Medicina, viajó con Steno por Holanda y Francia. Era un químico entusiasta —tenía en su casa un laboratorio— y mantenía muchos contactos científicos.
  16. Se llama *aqua insipida* a una sustancia «húmeda» que, al gusto, resulta carente de todo sabor. Cfr. *Amalteum Castellum-Brunonianum sive lexicon Medicum*. (Patavii, 1746), voz: *Apoeum*.

17. Se refiere a una sustancia «volátil», que se evapora al aire libre. Tal vez se refiera al alcohol.
18. Pierre Borel (1620-1689) médico en Montpellier, viene a París en 1653. Fue uno de los asiduos al círculo de Thévenot. Se ocupaba de medicina, historia y química, realizando investigaciones también en otros campos de las ciencias naturales. En 1643 fue nombrado médico de la corte de París. Borel reunió en Castres un Gabinete de historia natural que comprendía fósiles, verdaderos o falsos, como los priapolitos (fósiles cuya forma recordaba el órgano sexual masculino) Cfr. EDUARD FARBERN (1934) *Dictionary of Scientific Biography*, volumen 1, 305-306 voz «Pierre Borel». En Copenhague, Steno leyó la obra de Borel e hizo un resumen de la misma en lo referente a los fósiles.
19. Se trata del viajero francés Melquisedec Thévenot (1620-1692). Nacido en París. Realizó algunos viajes por Europa, y fue nombrado en 1682 bibliotecario del rey. Acostumbraba a reunir en casa a algunos «sabios» que departían sobre las materias más variadas, siendo estas reuniones el origen de la Academia de Ciencias. En 1666, Steno está en París como invitado personal de Thévenot, cuyo círculo frecuentaba. Mientras prosigue sus trabajos de anatomía, Steno aprovecha este ambiente, rico en intercambios, y sigue, entre otros, los experimentos de Pierre Borel. [Cfr: J. ROGER (1971). *Les sciences de la vie dans le pensée française du XVII siècle*. París, pág. 170].
20. Pierre Gassend (1592-1655), filósofo y astrónomo francés contemporáneo de Descartes. Es famoso sobre todo por haber contribuido notablemente a la difusión del atomismo de Epicuro, adaptándolo a las exigencias científicas y filosóficas del siglo XVII. En 1647 dio a imprenta en Lyon su *De vita et moribus Epicuro, libri octo* y en la edición póstuma de sus obras (*Petri Gassendi, Opera Omnia*, Ludguni, 1658) aparecen también *Philosophiae Epicuro sintagma cum refutationibus dogmatum quae contra fidem christianam ab eo asserta sunt, opositis per Petrum Gassendum*. Para entender a Steno es necesario tener en cuenta sus ideas sobre la clasificación y producción de las «piedras» (lapides) para cuya formación hace falta una fuerza lapidificante (*vis lapidifica*) de tipo *seminal* (en los capítulos I-III del *De lapidibus ac metallis* en la sección III de la Física, tomo II de las *Petri Gassendi, Opera Omnia*, Ludguni, 1658). [Para la bibliografía de P. Gassend, cfr. BERNARD POCHOT (1912), vol. «Pierre Gassend» en *Dictionary of Scientific biography*, vol. V, pp. 284-290. También: F. ELLENBERGER (1989) *Historia de la Geología. Vol. I*. Barcelona, Editorial Labor, 188-194].
21. Steno alude probablemente a la transformación (cambio de forma) de algunos elementos (llamados «principios» también por Robert Boyle (1627-1691) en *The Skeptical Chimist*, (Londres 1661) en otros elementos, aunque algunos ejemplos hagan pensar no en una transformación sino en la separación de diversas sustancias.
22. La expresión *ros maialis* se aplica a un preparado farmacéutico («rocío de mayo») al que se le atribuía una gran eficacia por contener «sal sacarina». Cfr. *Amaltheum Castellum-Brunonianum*, opus cit., voz «Ros».
23. Se refiere a las «caras» de los cristales regulares.
24. Tal vez se esté refiriendo aquí a aquellos restos fósiles que «impregnan» las rocas o que sólo dejan una huella en ellas. Posiblemente es la primera reflexión tafonómica de la

- historia de la paleontología.
25. Referencias muy interesantes a lo que hoy llamamos fenómenos de fosilización y de destrucción postdiagenética.
  26. Sobre Lorenzo Magalotti (1637-1712), ver la nota 5.
  27. Interesantes consideraciones, deducidas de la experiencia, de los fenómenos fósildia-genéticos.
  28. Michele Mercati (1541-1593), después de haber estudiado en Pisa con Cisalpino, fue llamado a dirigir los jardines botánicos del Vaticano por deseo del Papa Pío V, manteniendo este encargo también durante el pontificado de Gregorio XIII y de Sisto V. Mantuvo una densa correspondencia con artistas y científicos: preparó la descripción de la colección de minerales de las Estancias Vaticanas que se publicaron en 1717.
  29. Podría tratarse de Nardo Antonio Recchi (1540?-1594), napolitano, médico de Felipe II, autor de un compendio de la obra de Francisco Hernández sobre la flora y la fauna mexicanas, elaborando después por los Lincei (no se sabe cómo y cuándo llegó a las manos de Cesi) con el título de *Tesoro Mexicano*. No hay sin embargo noticia suya como autor de la obra manuscrita conservada por Francesco Redi.
  30. Francesco Redi (1626-1698), entomólogo, parasicólogo y toxicólogo, miembro de la Accademia del Cimento. La principal obra de Redi, *Experienze intorno alla generazione degli insecti* (Firenze, 1668), en la que demuestra que estos animales no se generan espontáneamente sino a partir de huevos.
  31. Manfredo Settala (1600-1680), hijo de Ludovico Settala, fue un gran experto en lingüística, pero también hizo algunos aparatos mecánicos, entre ellos un microscopio. Era canónigo en Milán y coleccionó una extensa cantidad de pinturas, antigüedades y curiosidades naturales, así como máquinas y artilugios que había recogido en sus viajes por Sicilia, Chipre, Constantinopla, Egipto y Asia Menor.