

NICOLAI STENONIS
DE SOLIDO
INTRA SOLIDVM NATVRALITER CONTENTO
DISSERTATIONIS PRODRAMVS.
A D
SERENISSIMVM
FERDINANDVM II.
MAGNV M ETRVRIÆ DVCEM.



FLORENTIÆ

Ex Typographia sub signo STELLÆ MDCLXIX,
SVPERIORVM PERMISSV.

Precisiones sobre la traducción del *Pródromo* que aquí se presenta

La presente traducción del *Pródromo* de Steno ha sido realizada a partir de la edición latina reproducida por Scherz (1969), aunque ha sido necesario acudir al texto de la traducción inglesa para subsanar algunas erratas que constaban en el texto latino de referencia. Este texto de la edición latina a la que nos referimos fue asimismo recogida de la primera edición de *Nicolai Stenonis. De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodomus* (Florenia, 1669)*.

Steno no subdividió las partes de su trabajo y sólo incluye a pie de página unas breves indicaciones. Por ello, y dado el carácter práctico de este trabajo, hemos preferido incluir epígrafes orientativos que, al estar entre corchetes, indican que no pertenecen al texto original. Por nuestra parte, y para facilitar su lectura, hemos procedido a insertar algunos epígrafes (que se incluyen entre corchetes, []). De igual modo se ha introducido otra innovación que se ha revelado muy útil para la práctica: se ha hecho una numeración de los párrafos del texto (también señalados entre corchetes []) que permiten encontrar un texto concreto, citarlo. Esto facilita indudablemente su lectura.

Hemos añadido también algunas notas a pie de página que, sin tener la pretensión de convertir este trabajo en una edición crítica, aclaran conceptos y referencias para el lector de habla española.

Hemos de reconocer, con orgullo, que esta es la primera traducción completa al castellano que se hace de la obra de Steno y parece extraño que uno de los libros más importantes, pese a su brevedad, de la historia de la Geología, no hubiera sido aún editado en nuestra lengua (al menos por lo que conocemos). Somos conscientes de que la traducción no es perfecta. No es fácil traducir a un autor que domina muy bien el latín clásico y que escribe su obra con los recursos retóricos propios de los estudiosos del siglo XVII así como con una concisión y una precisión terminológica sorprendente.

Una dificultad que se ha intentado superar es la de la terminología. Nicolás Steno escribe en el siglo XVII cuando apenas hay unos conceptos biológicos y geológicos establecidos. Por ello, siempre que ha sido posible se ha preferido conservar las formulaciones conceptuales arcaicas de Steno que dan al texto una belleza especial, aunque en algunas ocasiones hemos preferido introducir neologismos para clarificar mejor su pensamiento.

Del mismo modo, hemos procurado huir de una traducción excesivamente "literal" que haría farragosa y más difícil la lectura. Los anacolutos y las elipsis son frecuentes y hacen difícil en ocasiones la transmisión de su pensamiento. Por ello, en algunos momentos se ha modificado la puntuación y la sintaxis y se ha preferido añadir palabras que el autor da por supuestas y que, desde nuestro propio modo de pensar, hacen mucho más comprensible el texto.

Debe constar aquí la gratitud más entrañable a los profesores latinistas que han colaborado en esta traducción. Al no ser personas procedentes del mundo de los geólogos, la dificultad añadida a la traducción ha sido mucho mayor. Pero el talante con que han dedicado muchas horas al trabajo merecen que aquí se citen sus nombres: Teresa Berdugo Villena, Javier Peinado Peinado y Antonio Pascual Lupiáñez. También deseo manifestar mi gratitud a los profesores Emilio Pedrinaci (Presidente de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, AEPECT), a Francisco Anguita (Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad Complutense), a Cándido Manuel García Cruz (Comisión Internacional de Historia de la Geología, INHIGEO, y Profesor de Secundaria, La Laguna, Tenerife) y a Josep Verd Crespí (Profesor de Secundaria, Mallorca). Ellos han aportado valiosas sugerencias para la mejora de la traducción y de esta presentación.

LEANDRO SEQUEIROS

(*) SCHERZ, G. (1969). opus cit., 220.

EL PRÓDROMO

NICOLAUS STENO

*De Solido intra Solidum naturaliter contento
Dissertationis Prodromus*

NIELS STENSEN (NICOLAS STENO)

*Pródromo a una Disertación sobre un cuerpo rocoso sólido contenido
de forma natural dentro de otro cuerpo rocoso sólido*

dedicado a Fernando II, el Serenísimo Gran Duque de Toscana
Florencia, 1669, editado en la imprenta bajo el signo de la Estrella
Con permiso de los Superiores¹

*Traducción a cargo de Leandro Sequeiros**

EXORDIO

Serenísimo Gran Duque:

[1] Suele acontecer con frecuencia cuando los viajeros se aproximan a una ciudad edificada en lo alto de un monte, que al atravesar unas regiones que les son desconocidas y que tienen altas montañas y sierras, al mismo tiempo que ven la ciudad y confiadamente piensan que ya está muy próxima, sin embargo se van desanimando y caen en el cansancio al ver que los múltiples rodeos de los senderos les impiden seguir el camino en línea recta.

Estos viajeros contemplan solamente la montaña próxima y cercana, la cual oculta tanto las cumbres de los otros montes, como la profundidad de los valles o la planicie de los campos, por lo que discuten entre sí sobre las posibilidades de llegar ya que son frágiles sus conjeturas sobre la distancia que queda hasta la meta.

[2] No es otra la situación de aquéllos que buscan el conocimiento práctico verdadero de las cosas guiados por lo que se experimenta². Pues dado que se les ofrecen al conocimiento ciertos datos verdaderos, están convencidos al principio de que todas sus preguntas van a ser respondidas enseguida. Éstos nunca tienen en cuenta el tiempo que se requiere para resolver la intrincada cadena de dificultades que, gradualmente y como brotando de la oscuridad, frenan siempre con nuevas objeciones a los que quieren llegar rápidamente al final de su trabajo.

(1) El presente texto traducido del latín se basa en la edición del *De solido intra solidum naturaliter contento Dissertationis Prodromus*, en: SCHERZ, G., edit. (1969). Steno. *Geological papers. Bibliotheca Universitatis Havnensis, Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium, Copenhague, volumen 20, páginas 133-217.*

(2) Steno refleja aquí su aceptación del método inductivo experimental de Francis Bacon [ver: SEQUEIROS, L. (1999) *La epistemología oculta de los paleontólogos. Los fósiles "bajo el crisol de Bacon"*. Actas XX Jornadas de Paleontología. Madrid, octubre 1999. Temas Geológico- Mineros ITGE, 26, 36-43]. Respecto a sus preferencias epistemológicas, se ha conservado de Steno un manuscrito autógrafa (1659-2660) de cuando era estudiante en Copenhague y tenía 21 años. El manuscrito lleva el título de *Chaos*, y en él figuran alusiones laudatorias a Bacon y a Descartes y que piensa actuar en su vida de acuerdo al método de Descartes [ELLENBERGER, F. (1988). *Histoire de la Géologie. Tome I. Des Anciens à la première moitié du XVIIe siècle. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.* (Edición castellana: (1989) *Historia de la Geología. Volumen 1. De la Antigüedad al siglo XVII. MEC- Editorial Labor, Barcelona, 282 pág (sobre todo, pág. 203).*].

(*) Área de Filosofía. Facultad de Teología. Campus de la Cartuja. Universidad de Granada. Apdo. 2002. 18080 Granada
E-mail: lsequeiros@probesi.org

Cualquier trabajo que se acomete muestra al principio que existen ciertas dificultades comunes y generalmente conocidas; tras éstas siguen otras tareas, como son las de eliminar las explicaciones falsas, aclarar las que son oscuras, traer a colación hechos hasta ahora desconocidos que difícilmente habrían sido detectados por nadie antes de que hubieran salido a la luz al hilo de su investigación.

[3] No sin razón usó Demócrito el ejemplo del pozo en que el trabajo que resta por hacer y el tiempo que se necesita para agotarlo apenas puede ser medido a no ser que sea sacando agua ya que el número de las venas de agua está oculto y siempre hay duda de la abundancia del caudal de la materia que fluye. Así pues, no os admiréis, *Serenísimo Príncipe*, de que yo hubiera dicho antes que la investigación sobre los dientes del *Canis Carchariae*³ se iba a prolongar hasta quedar terminada a lo largo de todo el año pasado y lo que queda de éste.

Visitadas una y otra vez las tierras donde salen a la luz las conchas y otros tipos de restos marinos, hice notar que estos suelos fueron sedimentos originados por un mar de aguas turbias, y que era posible calcular hace cuánto tiempo estuvo en cada lugar el mar de aguas turbias; en un primer momento, me pareció que todo lo que allí interpretaba iba a ser una investigación que llevaría breve tiempo. Pero en ello me engañaba, e incluso se engañaban otros que sacaban conclusiones prematuras.

[4] De aquí que, cuando me pongo a investigar más atentamente cada uno de los lugares y los cuerpos [rocosos], me asaltan todos los días dudas, que están indisolublemente entrelazadas unas con otras. Por ello, frecuentemente me he visto a mí mismo casi encerrado en una cárcel cuando más creía estar cerca de la meta. Permítaseme decir que estas dudas se me asemejaban a las cabezas de la Hidra de la laguna de Lerna⁴, que cuando se le cortaba una de sus cabezas, nacían otras muchas; por todas estas cosas, me he encontrado muchas veces perdido en un laberinto en el que, cuanto más le parece a uno que llega a la salida, tanto más se experimenta que se pierde en más recovecos.

[5] Pero no quiero insistir en dar excusas por el retraso, ya que por vuestra larga experiencia os consta de sobra⁵, cómo una investigación intrincada se complica con el curso de la cadena de experimentos. Pero después de haber superado gran parte del citado trabajo, y después de haber consultado los escritos de los Anatómicos⁶, os pido ahora vuestro permiso para volver a mi patria interrumpiendo por el momento todas estas las tareas. Pero no necesito aducir una excusa para ello, pues no ignoro la obediencia que os debo como Príncipe y que pienso que os podré seguir agradando como súbdito en otra ocasión. No dudo de vuestra benevolencia en esta cuestión que se debe sobre todo a vuestra buena disposición hacia mí, ya que después de incrementar la ayuda magnánima para dar término al trabajo, me habéis permitido alejarme de aquí siempre que lo he deseado. No atreviéndome pues a retrasar por más tiempo el final de los trabajos iniciados, haré un esfuerzo para finalizar mis compromisos, ya que con frecuencia me he visto forzado por las obligaciones con quienes los subvencionaron. Y ahora, no debiéndole ningún dinero a nadie, intentaré daros a conocer lo principal de lo conseguido, y aunque no lo he podido finalizar todo, podréis ver que no he roto con mis promesas.

[6] Me causa disgusto tener que aplazar hasta después de volver de mi patria el momento de dar por finalizado todo el trabajo, pero estoy seguro de que ahora es necesario marchar para poder cumplir con otras obligaciones contraídas y que me ayudarán a darlo por terminado. Por eso, mientras intento encontrar en la otra investigación que llevo adelante el número de glándulas de todo el cuerpo, me afaño también en la investigación sobre la poderosa estructura del corazón.

(3) Se refiere Steno a su trabajo anterior, *Canis Carchariae dissectum caput de 1667*, incluido en su *Elementorum Myologiae Specimen*, la disección de la cabeza de un tiburón. Lorenzo Magalotti relata en una carta del 26 de junio de 1666 al Arzobispo de Siena, Ascanio II Piccolomini, la captura del tiburón. Fue avistado por pescadores franceses frente a las costas de Livorno. El duque Fernando II dio la orden de que fuera capturado. Este tiburón estudiado por Steno pesó al ser recogido unos 1700 kilogramos. La cabeza fue enviada a Steno para que fuera estudiada anatómicamente y lo denomina *Canis Carcharias* (perro marino que hace temblar). [La palabra *carcharias* viene del verbo griego *karkaíro* que significa temblar]. En esos tiempos eran considerados perros marinos por su fiereza para atacar. Este ejemplar fue catalogado después como *Lamia* [la *Lamia* en la mitología griega era un monstruo fabuloso con cara de mujer] y también *Carcharodon rondeletti* pues se había descrito uno similar por G. Rondeletti en su libro sobre peces publicado en 1554 [SCHERZ, G. (1969) *Steno*. Geological Papers. Odense University Press]

(4) Alude Steno al mito griego de la Hidra habitante de la isla de Lerna, junto al golfo de la ciudad de Argos. La Hidra es una serpiente o un dragón acuático de siete, nueve, cincuenta o cien cabezas que mataba a quien respiraba el aire que arrojaba. Según la mitología era hija de Tifaón y Equidna. Cuando el intrépido aventurero cortaba una de las cabezas, más de éstas aparecían. La destrucción de la Hidra constituye el séptimo de los trabajos de Hércules [cfr. CHEVALIER, J. Y GHEERBRANDT, F. (1986) *Diccionario de los Símbolos*. Herder, Barcelona]

(5) El Gran Duque Fernando II en persona tomó parte en los trabajos de la Academia Platónica de 1628 y su sucesora la Accademia del Cimento. Fernando II inventó y construyó instrumentos científicos y realizó el primer mapa de la Luna según los datos del telescopio de Galileo.

(6) Steno no precisa quiénes son. Pero por el contexto de *Canis Carchariae* parece ser que se trata de las obras clásicas de Galeno y los aristotélicos, así como de Giovanni Borelli (1608-1679) miembro de la Accademia del Cimento, Michele Mercati (1541-1593), Francesco Redi (1626-1697), Giovanni Riva (1627-1677). Posiblemente pudo consultar la obra de Andrea Vesalio (1514-1564), *De humanis corporis fabrica* (1543) que establece las bases de la moderna anatomía.

[7] Pero la muerte de algunos de mis familiares⁷ ha interrumpido estos estudios. Por ello, al retomar el trabajo sobre la descripción minuciosa de los músculos, vuestros mares me ofrecieron un tiburón de maravillosa grandeza; y en estos momentos a él dedico todos mis afanes. Me siento llamado por otros trabajos, pero tengo el mandato de obedecer, bajo las leyes naturales, y me siento muy obligado a obedeceros por los grandes favores que me habéis concedido a mí y a mi familia.

[8] Para que todo llegue a buen fin, no quiero investigar ansiosamente, ni quiero atribuirme a mí mismo cosas que se deben a una causa superior. Si prolongase mi reflexión tal vez podría añadir algunas cosas, como si fueran mías propias, mis propios descubrimientos; lo cual ciertamente tendría mucho que ver con el desarrollo de la investigación que llevo entre manos desde hace mucho tiempo, pero que me hubiera cerrado la salida para todo lo demás.

No conociendo, por tanto, qué otros experimentos y estudios me estarán esperando, pienso que es mejor pararse ahora en estas cosas referentes a *un cuerpo rocoso sólido encerrado en otro cuerpo rocoso sólido*, que son una señal para vos de mi gratitud por los favores que he recibido, y me dan la oportunidad para otros trabajos relacionados con el cultivo de los estudios de física y geografía, que según mis deseos he llevado a cabo para mi descanso y con gran provecho y con dedicación.

[Plan de la Disertación]

[9] Por lo que se refiere a la producción de un cuerpo sólido incluido dentro de otro sólido, en primer lugar propondré el método de la Disertación; posteriormente, narraré con brevedad las cosas que aparecen allí y que parecen ser extrañas.

[10] He dividido la Disertación en cuatro partes. La primera de ellas, que hace las veces de introducción, muestra que la investigación acerca de las “cosas” marinas encontradas lejos del mar parece ser una cuestión antigua, interesante y útil; pero en los tiempos pasados se dudaba menos de la verdadera explicación, mientras que se considera más problemática en tiempos actuales.

Después, habiendo expuesto las razones por las que los estudiosos Modernos se han apartado de la opinión de los Antiguos; y por qué (aunque se han consultado muchos libros excelentes escritos por gran número de autores) nadie ha podido encontrar una respuesta novedosa a la controversia; volviendo finalmente a vos, mostraré después de otros datos nuevos encontrados en vuestras investigaciones, en parte debidos a nuevos estudios bajo vuestro patronazgo y en parte recogiendo antiguas ideas. Por lo que esperemos que reste dar solamente un último y breve repaso a esta cuestión.

[11] En la segunda parte se resuelve un problema general del que depende la explicación de dificultades particulares, como es: *dado un cuerpo dotado de cierta figura y originado según las leyes de la naturaleza, poder encontrar en la misma sustancia argumentos para explicar el por qué está ahí y la manera cómo se ha producido*. Aquí, antes de acometer el problema que debe conducir a la solución, me esforzaré en exponer los significados de todos los términos para que no haya disputas entre las escuelas de filósofos y para no dejar duda alguna sobre ellos.

La tercera parte la he destinado a examinar algunos sólidos rocosos particulares incluidos dentro de otros sólidos rocosos, para resolver el problema de acuerdo con las leyes descubiertas.

La cuarta parte describe varios aspectos de la Toscana no tratados por los historiadores ni por los que han escrito libros sobre cosas de la naturaleza; y se propone en ella que debió acontecer una especie de diluvio universal⁸ que no se considera contradictorio con las leyes de los cambios naturales.

[12] Y todo esto yo lo había empezado a desarrollar en italiano; en parte no solo porque entendía que era de vuestro agrado, sino también porque quedara patente a la ilustre Academia de la Crusca⁹, la cual me añadió a mí, indigno de tal honor, al número de sus socios. Procuero de esta manera ser me-

(7) El padrastro de Steno, Johan Stichman fue enterrado en octubre de 1663; y en 1664 Steno fue al entierro de su madre.

(8) En el texto, Steno suele utilizar la expresión latina *diluvium universale*, aludiendo al texto del Génesis 2, 17-20 [ver SEQUEIROS, L. (2000). *Teología y Ciencias Naturales: las ideas sobre el Diluvio Universal y la extinción de las especies biológicas hasta el siglo XVIII*. Archivo Teológico Granadino, 63, 91-160]

(9) La Accademia della Crusca (en castellano, salvado) fue la primera sociedad creada en la península italiana para dedicarse al estudio de las ciencias naturales. Se fundó en Nápoles en 1560 por Bautista Porta. Su título “del salvado” alude a que se propuso purificar la lengua italiana, como la harina se separa del salvado. Steno ingresó en la misma el 16 de julio de 1668, un poco antes de la publicación del Pródromo.

EL PRÓDROMO

NICOLAUS STENO

*De Solido intra Solidum naturaliter contento
Dissertationis Prodromus*

NIELS STENSEN (NICOLAS STENO)

*Pródromo a una Disertación sobre un cuerpo rocoso sólido contenido
de forma natural dentro de otro cuerpo rocoso sólido*

dedicado a Fernando II, el Serenísimo Gran Duque de Toscana
Florencia, 1669, editado en la imprenta bajo el signo de la Estrella
Con permiso de los Superiores¹

*Traducción a cargo de Leandro Sequeiros**

EXORDIO

Serenísimo Gran Duque:

[1] Suele acontecer con frecuencia cuando los viajeros se aproximan a una ciudad edificada en lo alto de un monte, que al atravesar unas regiones que les son desconocidas y que tienen altas montañas y sierras, al mismo tiempo que ven la ciudad y confiadamente piensan que ya está muy próxima, sin embargo se van desanimando y caen en el cansancio al ver que los múltiples rodeos de los senderos les impiden seguir el camino en línea recta.

Estos viajeros contemplan solamente la montaña próxima y cercana, la cual oculta tanto las cumbres de los otros montes, como la profundidad de los valles o la planicie de los campos, por lo que discuten entre sí sobre las posibilidades de llegar ya que son frágiles sus conjeturas sobre la distancia que queda hasta la meta.

[2] No es otra la situación de aquéllos que buscan el conocimiento práctico verdadero de las cosas guiados por lo que se experimenta². Pues dado que se les ofrecen al conocimiento ciertos datos verdaderos, están convencidos al principio de que todas sus preguntas van a ser respondidas enseguida. Éstos nunca tienen en cuenta el tiempo que se requiere para resolver la intrincada cadena de dificultades que, gradualmente y como brotando de la oscuridad, frenan siempre con nuevas objeciones a los que quieren llegar rápidamente al final de su trabajo.

(1) El presente texto traducido del latín se basa en la edición del *De solido intra solidum naturaliter contento Dissertationis Prodromus*, en: SCHERZ, G., edit. (1969). Steno. *Geological papers. Bibliotheca Universitatis Havnensis*, Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium, Copenhague, volumen 20, páginas 133-217.

(2) Steno refleja aquí su aceptación del método inductivo experimental de Francis Bacon [ver: SEQUEIROS, L. (1999) *La epistemología oculta de los paleontólogos. Los fósiles "bajo el crisol de Bacon"*. Actas XX Jornadas de Paleontología. Madrid, octubre 1999. Temas Geológico- Mineros ITGE, 26, 36-43]. Respecto a sus preferencias epistemológicas, se ha conservado de Steno un manuscrito autógrafa (1659-2660) de cuando era estudiante en Copenhague y tenía 21 años. El manuscrito lleva el título de *Chaos*, y en él figuran alusiones laudatorias a Bacon y a Descartes y que piensa actuar en su vida de acuerdo al método de Descartes [ELLENBERGER, F. (1988). *Histoire de la Géologie. Tome I. Des Anciens à la première moitié du XVIIe siècle. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. (Edición castellana: (1989) Historia de la Geología. Volumen 1. De la Antigüedad al siglo XVII. MEC- Editorial Labor, Barcelona, 282 pág (sobre todo, pág. 203)].*

(*) Área de Filosofía. Facultad de Teología. Campus de la Cartuja. Universidad de Granada. Apdo. 2002. 18080 Granada
E-mail: lsequeiros@probesi.org

Cualquier trabajo que se acomete muestra al principio que existen ciertas dificultades comunes y generalmente conocidas; tras éstas siguen otras tareas, como son las de eliminar las explicaciones falsas, aclarar las que son oscuras, traer a colación hechos hasta ahora desconocidos que difícilmente habrían sido detectados por nadie antes de que hubieran salido a la luz al hilo de su investigación.

[3] No sin razón usó Demócrito el ejemplo del pozo en que el trabajo que resta por hacer y el tiempo que se necesita para agotarlo apenas puede ser medido a no ser que sea sacando agua ya que el número de las venas de agua está oculto y siempre hay duda de la abundancia del caudal de la materia que fluye. Así pues, no os admiréis, *Serenísimo Príncipe*, de que yo hubiera dicho antes que la investigación sobre los dientes del *Canis Carchariae*³ se iba a prolongar hasta quedar terminada a lo largo de todo el año pasado y lo que queda de éste.

Visitadas una y otra vez las tierras donde salen a la luz las conchas y otros tipos de restos marinos, hice notar que estos suelos fueron sedimentos originados por un mar de aguas turbias, y que era posible calcular hace cuánto tiempo estuvo en cada lugar el mar de aguas turbias; en un primer momento, me pareció que todo lo que allí interpretaba iba a ser una investigación que llevaría breve tiempo. Pero en ello me engañaba, e incluso se engañaban otros que sacaban conclusiones prematuras.

[4] De aquí que, cuando me pongo a investigar más atentamente cada uno de los lugares y los cuerpos [rocosos], me asaltan todos los días dudas, que están indisolublemente entrelazadas unas con otras. Por ello, frecuentemente me he visto a mí mismo casi encerrado en una cárcel cuando más creía estar cerca de la meta. Permítaseme decir que estas dudas se me asemejaban a las cabezas de la Hidra de la laguna de Lerna⁴, que cuando se le cortaba una de sus cabezas, nacían otras muchas; por todas estas cosas, me he encontrado muchas veces perdido en un laberinto en el que, cuanto más le parece a uno que llega a la salida, tanto más se experimenta que se pierde en más recovecos.

[5] Pero no quiero insistir en dar excusas por el retraso, ya que por vuestra larga experiencia os consta de sobra⁵, cómo una investigación intrincada se complica con el curso de la cadena de experimentos. Pero después de haber superado gran parte del citado trabajo, y después de haber consultado los escritos de los Anatómicos⁶, os pido ahora vuestro permiso para volver a mi patria interrumpiendo por el momento todas estas las tareas. Pero no necesito aducir una excusa para ello, pues no ignoro la obediencia que os debo como Príncipe y que pienso que os podré seguir agradando como súbdito en otra ocasión. No dudo de vuestra benevolencia en esta cuestión que se debe sobre todo a vuestra buena disposición hacia mí, ya que después de incrementar la ayuda magnánima para dar término al trabajo, me habéis permitido alejarme de aquí siempre que lo he deseado. No atreviéndome pues a retrasar por más tiempo el final de los trabajos iniciados, haré un esfuerzo para finalizar mis compromisos, ya que con frecuencia me he visto forzado por las obligaciones con quienes los subvencionaron. Y ahora, no debiéndole ningún dinero a nadie, intentaré daros a conocer lo principal de lo conseguido, y aunque no lo he podido finalizar todo, podréis ver que no he roto con mis promesas.

[6] Me causa disgusto tener que aplazar hasta después de volver de mi patria el momento de dar por finalizado todo el trabajo, pero estoy seguro de que ahora es necesario marchar para poder cumplir con otras obligaciones contraídas y que me ayudarán a darlo por terminado. Por eso, mientras intento encontrar en la otra investigación que llevo adelante el número de glándulas de todo el cuerpo, me afaño también en la investigación sobre la poderosa estructura del corazón.

(3) Se refiere Steno a su trabajo anterior, *Canis Carchariae dissectum caput de 1667*, incluido en su *Elementorum Myologiae Specimen, la disección de la cabeza de un tiburón*. Lorenzo Magalotti relata en una carta del 26 de junio de 1666 al Arzobispo de Siena, Ascanio II Piccolomini, la captura del tiburón. Fue avistado por pescadores franceses frente a las costas de Livorno. El duque Fernando II dio la orden de que fuera capturado. Este tiburón estudiado por Steno pesó al ser recogido unos 1700 kilogramos. La cabeza fue enviada a Steno para que fuera estudiada anatómicamente y lo denomina *Canis Carcharias* (perro marino que hace temblar). [La palabra *carcharias* viene del verbo griego *karkaíro* que significa temblar]. En esos tiempos eran considerados perros marinos por su fiereza para atacar. Este ejemplar fue catalogado después como *Lamia* [la *Lamia* en la mitología griega era un monstruo fabuloso con cara de mujer] y también *Carcharodon rondeletti* pues se había descrito uno similar por G. Rondeletti en su libro sobre peces publicado en 1554 [SCHERZ, G. (1969) *Steno*. Geological Papers. Odense University Press]

(4) Alude Steno al mito griego de la Hidra habitante de la isla de Lerna, junto al golfo de la ciudad de Argos. La Hidra es una serpiente o un dragón acuático de siete, nueve, cincuenta o cien cabezas que mataba a quien respiraba el aire que arrojaba. Según la mitología era hija de Tifaón y Equidna. Cuando el intrépido aventurero cortaba una de las cabezas, más de éstas aparecían. La destrucción de la Hidra constituye el séptimo de los trabajos de Hércules [cfr. CHEVALIER, J. Y GHEERBRANDT, F. (1986) *Diccionario de los Símbolos*. Herder, Barcelona]

(5) El Gran Duque Fernando II en persona tomó parte en los trabajos de la Academia Platónica de 1628 y su sucesora la Accademia del Cimento. Fernando II inventó y construyó instrumentos científicos y realizó el primer mapa de la Luna según los datos del telescopio de Galileo.

(6) Steno no precisa quiénes son. Pero por el contexto de *Canis Carchariae* parece ser que se trata de las obras clásicas de Galeno y los aristotélicos, así como de Giovanni Borelli (1608-1679) miembro de la Accademia del Cimento, Michele Mercati (1541-1593), Francesco Redi (1626-1697), Giovanni Riva (1627-1677). Posiblemente pudo consultar la obra de Andrea Vesalio (1514-1564), *De humanis corporis fabrica* (1543) que establece las bases de la moderna anatomía.

[7] Pero la muerte de algunos de mis familiares⁷ ha interrumpido estos estudios. Por ello, al retomar el trabajo sobre la descripción minuciosa de los músculos, vuestros mares me ofrecieron un tiburón de maravillosa grandeza; y en estos momentos a él dedico todos mis afanes. Me siento llamado por otros trabajos, pero tengo el mandato de obedecer, bajo las leyes naturales, y me siento muy obligado a obedeceros por los grandes favores que me habéis concedido a mí y a mi familia.

[8] Para que todo llegue a buen fin, no quiero investigar ansiosamente, ni quiero atribuirme a mí mismo cosas que se deben a una causa superior. Si prolongase mi reflexión tal vez podría añadir algunas cosas, como si fueran mías propias, mis propios descubrimientos; lo cual ciertamente tendría mucho que ver con el desarrollo de la investigación que llevo entre manos desde hace mucho tiempo, pero que me hubiera cerrado la salida para todo lo demás.

No conociendo, por tanto, qué otros experimentos y estudios me estarán esperando, pienso que es mejor pararse ahora en estas cosas referentes a *un cuerpo rocoso sólido encerrado en otro cuerpo rocoso sólido*, que son una señal para vos de mi gratitud por los favores que he recibido, y me dan la oportunidad para otros trabajos relacionados con el cultivo de los estudios de física y geografía, que según mis deseos he llevado a cabo para mi descanso y con gran provecho y con dedicación.

[Plan de la Disertación]

[9] Por lo que se refiere a la producción de un cuerpo sólido incluido dentro de otro sólido, en primer lugar propondré el método de la Disertación; posteriormente, narraré con brevedad las cosas que aparecen allí y que parecen ser extrañas.

[10] He dividido la Disertación en cuatro partes. La primera de ellas, que hace las veces de introducción, muestra que la investigación acerca de las “cosas” marinas encontradas lejos del mar parece ser una cuestión antigua, interesante y útil; pero en los tiempos pasados se dudaba menos de la verdadera explicación, mientras que se considera más problemática en tiempos actuales.

Después, habiendo expuesto las razones por las que los estudiosos Modernos se han apartado de la opinión de los Antiguos; y por qué (aunque se han consultado muchos libros excelentes escritos por gran número de autores) nadie ha podido encontrar una respuesta novedosa a la controversia; volviendo finalmente a vos, mostraré después de otros datos nuevos encontrados en vuestras investigaciones, en parte debidos a nuevos estudios bajo vuestro patronazgo y en parte recogiendo antiguas ideas. Por lo que esperemos que reste dar solamente un último y breve repaso a esta cuestión.

[11] En la segunda parte se resuelve un problema general del que depende la explicación de dificultades particulares, como es: *dado un cuerpo dotado de cierta figura y originado según las leyes de la naturaleza, poder encontrar en la misma sustancia argumentos para explicar el por qué está ahí y la manera cómo se ha producido*. Aquí, antes de acometer el problema que debe conducir a la solución, me esforzaré en exponer los significados de todos los términos para que no haya disputas entre las escuelas de filósofos y para no dejar duda alguna sobre ellos.

La tercera parte la he destinado a examinar algunos sólidos rocosos particulares incluidos dentro de otros sólidos rocosos, para resolver el problema de acuerdo con las leyes descubiertas.

La cuarta parte describe varios aspectos de la Toscana no tratados por los historiadores ni por los que han escrito libros sobre cosas de la naturaleza; y se propone en ella que debió acontecer una especie de diluvio universal⁸ que no se considera contradictorio con las leyes de los cambios naturales.

[12] Y todo esto yo lo había empezado a desarrollar en italiano; en parte no solo porque entendía que era de vuestro agrado, sino también porque quedara patente a la ilustre Academia de la Crusca⁹, la cual me añadió a mí, indigno de tal honor, al número de sus socios. Procuro de esta manera ser me-

(7) El padastro de Steno, Johan Stichman fue enterrado en octubre de 1663; y en 1664 Steno fue al entierro de su madre.

(8) En el texto, Steno suele utilizar la expresión latina *diluvium universale*, aludiendo al texto del Génesis 2, 17-20 [ver SEQUEIROS, L. (2000). *Teología y Ciencias Naturales: las ideas sobre el Diluvio Universal y la extinción de las especies biológicas hasta el siglo XVIII*. Archivo Teológico Granadino, 63, 91-160]

(9) La Accademia della Crusca (en castellano, salvado) fue la primera sociedad creada en la península italiana para dedicarse al estudio de las ciencias naturales. Se fundó en Nápoles en 1560 por Bautista Porta. Su título “del salvado” alude a que se propuso purificar la lengua italiana, como la harina se separa del salvado. Steno ingresó en la misma el 16 de julio de 1668, un poco antes de la publicación del Pródromo.

receder al máximo de tal distinción y rendir tributo al mismo tiempo a los que trabajan para adquirir un conocimiento de la lengua de la Toscana. Y no llevo con desagrado este deber que me impongo de dar a conocer estos escritos, tanto para llevar a término la tarea apremiante para mí de aclarar e investigar todos estos conocimientos, cuanto para ofrecer con más gusto en esta lengua un anticipo de mi estudio.

[A) PRIMERA PARTE: Fundamentación histórica y filosófica sobre las hipótesis de los cuerpos incluidos dentro de otros]

[13] Si soy fiel a los problemas y al método indicado, me llevaría mucho tiempo escribir todas las observaciones y las conclusiones sacadas de aquí. Por ello, con el objeto de indicar brevemente los asuntos primordiales de forma conveniente y en cuanto sea posible exponerlos con claridad, unas veces me referiré a las observaciones y otras a las conclusiones.

[Causas de la incertidumbre actual sobre el origen de algunos fósiles:]

[1. Primera causa: el rechazo a afrontar de una vez las dificultades]

[14] Me parece que hay dos causas principales que explican el hecho de por qué en la resolución de los problemas de la naturaleza no sólo hay muchas dudas y preguntas sin resolver, sino que a menudo también las respuestas más dispares se multiplican cuando aumenta el número de los autores:

[15] La primera causa es porque algunos eluden las dificultades para quitárselas de encima, por lo que en la resolución de la investigación ésta queda mutilada e imperfecta. La presente investigación es un ejemplo muy claro de este punto. A los antiguos les preocupaba una sola dificultad, a saber, el modo cómo cosas marinas fueron encontradas en unos lugares lejanos del mar; y no se planteaban el problema de cómo se habrían producido cuerpos similares a los que ahora son seres vivos en lugares que no eran marinos¹⁰.

[16] En los tiempos más recientes, a la dificultad que planteaban los autores antiguos se le dio menos importancia, ya que casi todos los autores estaban más preocupados en preguntarse por el origen de dichos cuerpos. Aquellos que los interpretaban como objetos marinos ponían el énfasis de sus argumentos en demostrar que no se podían haber formado de otro modo; pero aquellos que les atribuían un origen terrestre, negaban que el mar hubiera podido cubrir en el pasado aquellas regiones; pero todos coincidían en reconocer que las fuerzas de la Naturaleza eran suficientes para producir cualquiera de estos objetos.

[17] Pero había aún otra tercera opinión que ha sido bien recibida, y que postulaba que algunos de estos cuerpos habrían sido producidos en el mar y otros habrían sido producidos en la tierra; pero casi todos silenciaban las dudas que tenían los antiguos, y salvo en el caso de alguna mención, casi no aluden a las inundaciones y a la sucesión de años de duración desconocida, y esto siempre de forma incidental y como de paso.

Así que, para satisfacer con la mayor fidelidad según mis fuerzas las leyes del análisis, una y otra vez, durante muchísimo tiempo, recorrí y volví a recorrer todo el curso de esta investigación, e indagué cada una de sus partes hasta no ver ninguna dificultad pendiente que no se hubiera planteado en este momento hasta donde puede llegar al conocimiento, dado que la duda no la habían resuelto ni la lectura de los autores antiguos, ni las objeciones de mis amigos, ni el examen realizado a los lugares.

[18] El primer interrogante era si las *glossopetrae* de Malta habían sido con anterioridad dientes de los tiburones; la respuesta inmediata era obvia puesto que éstas se podían referir a la cuestión general de que si los cuerpos que se parecían a los marinos y que se habían encontrado lejos del mar habían sido producidos en tiempos pasados por el mar¹¹.

(10) En su Geografía, Estrabón arguye sobre el descubrimiento de conchas en lugares lejanos del mar (para estas cuestiones es interesante la referencia de ELLENBERGER, F. (1989). opus cit.,19-98)

(11) El profesor de Nicolás Steno, Thomas Bartholin (1616-1680), al que se ha citado más arriba, había visitado la isla de Malta en 1644 y llamó a los sedimentos del Cretácico y del Terciario "acumulaciones de fósiles". Él no quiso saber nada de las *glossopetrae*, interpretados por Steno como dientes de tiburones fosilizados. Bartholin trajo una colección de estas lenguas de piedra por lo que Steno las conocía ya.

receder al máximo de tal distinción y rendir tributo al mismo tiempo a los que trabajan para adquirir un conocimiento de la lengua de la Toscana. Y no llevo con desagrado este deber que me impongo de dar a conocer estos escritos, tanto para llevar a término la tarea apremiante para mí de aclarar e investigar todos estos conocimientos, cuanto para ofrecer con más gusto en esta lengua un anticipo de mi estudio.

[A) PRIMERA PARTE: Fundamentación histórica y filosófica sobre las hipótesis de los cuerpos incluidos dentro de otros]

[13] Si soy fiel a los problemas y al método indicado, me llevaría mucho tiempo escribir todas las observaciones y las conclusiones sacadas de aquí. Por ello, con el objeto de indicar brevemente los asuntos primordiales de forma conveniente y en cuanto sea posible exponerlos con claridad, unas veces me referiré a las observaciones y otras a las conclusiones.

[Causas de la incertidumbre actual sobre el origen de algunos fósiles:]

[1. Primera causa: el rechazo a afrontar de una vez las dificultades]

[14] Me parece que hay dos causas principales que explican el hecho de por qué en la resolución de los problemas de la naturaleza no sólo hay muchas dudas y preguntas sin resolver, sino que a menudo también las respuestas más dispares se multiplican cuando aumenta el número de los autores:

[15] La primera causa es porque algunos eluden las dificultades para quitárselas de encima, por lo que en la resolución de la investigación ésta queda mutilada e imperfecta. La presente investigación es un ejemplo muy claro de este punto. A los antiguos les preocupaba una sola dificultad, a saber, el modo cómo cosas marinas fueron encontradas en unos lugares lejanos del mar; y no se planteaban el problema de cómo se habrían producido cuerpos similares a los que ahora son seres vivos en lugares que no eran marinos¹⁰.

[16] En los tiempos más recientes, a la dificultad que planteaban los autores antiguos se le dio menos importancia, ya que casi todos los autores estaban más preocupados en preguntarse por el origen de dichos cuerpos. Aquellos que los interpretaban como objetos marinos ponían el énfasis de sus argumentos en demostrar que no se podían haber formado de otro modo; pero aquellos que les atribuían un origen terrestre, negaban que el mar hubiera podido cubrir en el pasado aquellas regiones; pero todos coincidían en reconocer que las fuerzas de la Naturaleza eran suficientes para producir cualquiera de estos objetos.

[17] Pero había aún otra tercera opinión que ha sido bien recibida, y que postulaba que algunos de estos cuerpos habrían sido producidos en el mar y otros habrían sido producidos en la tierra; pero casi todos silenciaban las dudas que tenían los antiguos, y salvo en el caso de alguna mención, casi no aluden a las inundaciones y a la sucesión de años de duración desconocida, y esto siempre de forma incidental y como de paso.

Así que, para satisfacer con la mayor fidelidad según mis fuerzas las leyes del análisis, una y otra vez, durante muchísimo tiempo, recorrí y volví a recorrer todo el curso de esta investigación, e indagué cada una de sus partes hasta no ver ninguna dificultad pendiente que no se hubiera planteado en este momento hasta donde puede llegar al conocimiento, dado que la duda no la habían resuelto ni la lectura de los autores antiguos, ni las objeciones de mis amigos, ni el examen realizado a los lugares.

[18] El primer interrogante era si las *glossopetrae* de Malta habían sido con anterioridad dientes de los tiburones; la respuesta inmediata era obvia puesto que éstas se podían referir a la cuestión general de que si los cuerpos que se parecían a los marinos y que se habían encontrado lejos del mar habían sido producidos en tiempos pasados por el mar¹¹.

(10) En su Geografía, Estrabón arguye sobre el descubrimiento de conchas en lugares lejanos del mar (para estas cuestiones es interesante la referencia de ELLENBERGER, F. (1989). opus cit., 19-98)

(11) El profesor de Nicolás Steno, Thomas Bartholin (1616-1680), al que se ha citado más arriba, había visitado la isla de Malta en 1644 y llamó a los sedimentos del Cretácico y del Terciario "acumulaciones de fósiles". Él no quiso saber nada de las *glossopetrae*, interpretados por Steno como dientes de tiburones fosilizados. Bartholin trajo una colección de estas lenguas de piedra por lo que Steno las conocía ya.

[19] Así como en la tierra se encuentran otros cuerpos semejantes a ellos que se crían en aguas dulces, y otros al aire libre, o en el agua de los ríos, si concedemos a la tierra la virtud de producir estos cuerpos, no podemos negarle a ella la facultad de engendrar estos restos. Fue conveniente, pues, extender la pregunta a todos aquellos cuerpos que, procedentes de la tierra, se parecen a aquellos semejantes que vemos criarse al aire libre.

Pero otros muchos cuerpos se encuentran dentro de las rocas y están dotados de formas particulares. Si alguien dijera que se han producido por una fuerza que existe en el terreno, es necesario admitir que todos estos restos se podrían haber producido por la misma fuerza. Por tanto deduje que si son producidos por la misma fuerza del terreno, hay que admitir necesariamente que se han formado en ese mismo lugar en que han sido encontrados. Esto es, que debería tomarse en consideración tanto la naturaleza del lugar *donde se encuentran* como la naturaleza del lugar *en donde se han producido*. Pero nadie puede determinar el *lugar de producción* si desconoce el *modo de producción*; y todas las discusiones sobre el modo de producción son inútiles a menos que tengamos un conocimiento cierto de la naturaleza de la materia [rociosa]. De aquí se deduce que es patente la gran cantidad de problemas que deben ser resueltos antes para poder llevar a término esta línea de investigación.

[2. Segunda causa: la falta de una metodología experimental de investigación]

[20] La segunda causa en la que se alimentan las dudas, me parece que es la siguiente: que en el examen de las cuestiones naturales no se suele separar aquéllas cosas que no pueden ser resueltas de aquéllas que ciertamente pueden ser resueltas mediante un método. De aquí se deduce que las principales escuelas de filósofos se pueden reducir a dos clases: la escuela de aquéllos que se sienten atraídos por la religión y tienen escrúpulos en la búsqueda de la verdad en la investigación dejando a un lado la fe y por ello toleran que el mismo error exista manteniendo el error que detectaron en algunas demostraciones; por otra parte está la escuela de aquellos otros que, por el contrario, se ciñen solamente a las demostraciones que tienen como ciertas, de modo que son de la opinión de que todas las cosas así conocidas son verdad y aparecen para ellos admirables e ingeniosas y que nadie en su sano juicio y fe sana en los sentidos podría negar.

Hay quienes confieren poca importancia al método experimental; hay también quienes rechazan todos o al menos algunos de los principios por los que se rige la Naturaleza; y hay quienes mantienen como demostrados algunos principios inventados por ellos mismos¹². Para evitar tales prejuicios me parece que hay que urgir en Física lo mismo que urge Séneca cuando inculca sabiamente sus preceptos morales: él establece que los preceptos morales más importantes son aquellos que tienen un uso común, que son ampliamente aceptados y que son proclamados conjuntamente por casi todas las escuelas filosóficas, tanto la de los Peripatéticos y la de los de la Academia, como la de los Estoicos y la de los Cínicos. Y, por supuesto, estos principios de la naturaleza no serán los mejores porque tienen un uso común o porque son ampliamente aceptados, sino que se consideran admitidos por casi todas las escuelas. Éstos son aceptados tanto por los estudiosos ávidos de todas las cosas nuevas, como por los partidarios de los dogmas tradicionales.

[B] SEGUNDA PARTE Los principios metodológicos para una recta investigación geológica y paleontológica]

[Algunos principios relativos a la naturaleza de la materia: las partículas]

[21] Por ello, no tomo una postura decidida sobre si las partículas¹³ de un cuerpo natural puedan o no puedan cambiar la forma de un cuerpo; o si hay o no hay pequeños espacios vacíos dentro de la roca; o si en esas partículas, además de la dureza y la extensión, hay alguna propiedad más que nos es desconocida. No hay sin embargo opiniones comúnmente aceptadas sobre estas cuestiones. Además es un débil argumento afirmar que algo no es cierto por el hecho de decir que allí hay cosas que no observo.

(12) Parece que aquí Steno se está refiriendo a Descartes. Desde 1665, Steno rechazó definitivamente la teoría especulativa de la biología mecanicista cartesiana.

(13) Steno usa con frecuencia la palabra *partícula*, recogida de los filósofos atomistas. En el siglo XVII, la teoría atomista era defendida por Pierre Gassendi (1592-1665) recuperando el atomismo de Demócrito. Más tarde, Descartes profundizó en la teoría corpuscular de la materia en la tercera parte de los *Principia Philosophiae* de 1644, donde diferencia tres clases de sustancias. Notemos que Steno habla de partículas, pero no de átomos (como Demócrito), ni de mínima (como Aristóteles), ni de corpúsculos (como Descartes).

Pero en verdad, yo puedo afirmar sin tener duda sobre ello:

- 1) Que un cuerpo natural es un agregado de partículas insensibles¹⁴ a través de las cuales pueden pasar las fuerzas que proceden de una maneta [un imán], de un fuego y en ocasiones de la luz. Y esto lo hacen esas fuerzas de diferentes maneras: ya sea pasando entre las partículas porque en ellas hay canales abiertos, ya sea pasando a través de las mismas partículas.
- 2) Puedo afirmar que en esto difiere el sólido del líquido: que en el líquido las partículas insensibles están en perpetuo movimiento y se mueven unas con respecto a las otras; sin embargo en el sólido, aunque las partículas insensibles pueden moverse, sin embargo apenas se mueven unas con respecto a las otras, por lo que el sólido permanece impasible y entero.
- 3) Que mientras se produce el cuerpo sólido, sus partículas no se mueven de un lugar a otro.
- 4) Que aún estamos lejos de conocer la naturaleza de la materia y explicar así el origen de la modificación y clarificar nuestro conocimiento del cambio; pero la determinación de las modificaciones naturales puede ser alterada por tres causas:
 1. Por el movimiento de un fluido que penetra todos los cuerpos: y las cosas que se producen de esta manera decimos que se han producido de forma natural.
 2. Por el movimiento realizado por seres vivos: así, las cosas que han sido hechas de esta manera por los humanos, decimos de ellas que son artificiales.
 3. Por la acción de una causa primera y desconocida: y en esto, incluso los paganos creían que había una acción Divina que se actúa de este modo. En verdad, negarle a esta causa primera el poder para producir efectos contrarios al curso de la Naturaleza sería lo mismo que negarles a los humanos el poder para cambiar el curso de los ríos, de vencer a los vientos con las velas de los barcos, de subir el fuego a sitios donde antes nunca subiría, de apagar una hoguera que se enciende de manera natural y que solo se extinguiría cuando se hubiera consumido la materia ardiente; de insertar el retoño de una planta a la rama de otra planta o de producir frutos veraniegos en pleno invierno; de producir hielo en los tiempos calurosos del verano, y otros mil casos que son contrarios a la acción de las simples leyes de la Naturaleza. Si pues nosotros, que desconocemos la estructura de nuestro cuerpo y el de las otras cosas modificamos en muy poco tiempo la determinación de los cambios naturales, ¿por qué no podría Él, que no solo conoce todo sobre nuestra estructura y la de todas las cosas, sino que además les dio el ser, tener la capacidad para alterar la determinación de la naturaleza? Querer, pues, admitir que el ingenio humano actúa libremente mediante la acción de las cosas hechas artesanalmente con sus manos, y negar que hay cosas de la Naturaleza que han sido producidas por un Motor libre, me parece que es argumentar aquí con una gran simplicidad. Y esto es así precisamente porque los humanos, que han realizado obras artificiales portentosas, no pueden construir nada de algo que no haya sido ya hecho, ni realizarlo sin el uso de algún órgano, a no ser a través de aquella causa que desde la oscuridad mueve dichos órganos.

[22] Todo esto lo expongo extensamente en esta singular Disertación que está fundamentada al mismo tiempo en experimentos y en razonamientos. De este modo, queda en evidencia que no hay algunos Filósofos que no hayan dicho lo mismo, aunque no siempre con las mismas palabras; o incluso ellos admiten estas cosas, aunque hayan hablado de cosas diferentes; por lo que necesariamente se sigue todo esto. En cuanto a lo que he dicho sobre la materia, ya sea sobre si ocupa un lugar, como sobre si la materia tuviera átomos, o si las partículas se cambian de mil modos, o si hay cuatro elementos¹⁵; o sobre lo que se ha dicho de los principios de la química¹⁶, en lo que respecta a los muchos elementos es así tal como se encuentran en las variadas opiniones existentes entre los químicos. Y también respecto a lo que propuse acerca de la determinación del cambio que es propio de todo lo que tiene modificaciones, ya sea que os refiráis a la forma cómo se cambia, ya sea a las cualidades que se deducen de la forma, ya sea a la Idea, ya sea a la materia sutil común o a la materia sutil propia, o al alma particular o al alma del mundo o a la inmediata intervención divina.

(14) Es decir, sin sensaciones, inertes, no vivas.

(15) La doctrina de los cuatro elementos nos remite a Empédocles de Agrigento, para señalar al fuego, al aire, a la tierra y al agua como los componentes esenciales de la realidad material.

(16) Aquí hay una alusión a la obra de Robert Boyle (1626-1691) que en su *Sceptical Chemist* (El Químico Escéptico) de 1661 y en *Origin of Forms and Qualities* (Origen de las formas y de las cualidades) de 1666, desarrolla su teoría sobre la sustancia, movimiento, y los elementos con las partículas más pequeñas e invisibles.

[Los cambios y la producción de nuevos cuerpos en la naturaleza]

[23] De acuerdo con esto, yo explico los diferentes modos de hablar que son en general aceptados por el uso común, con los cuales defendemos de varias maneras la diversa producción de los diferentes cuerpos, y algunas veces de los mismos cuerpos. Porque lo que interviene en la producción de cualquier cuerpo, se refiere tanto al lugar, como a la materia o al cambio. De aquí que, cuando un objeto semejante produce algo semejante a sí mismo, le aporta lugar de producción, materia y cambio; como sucede con la planta injertada en la simiente de alguna planta, que recibe materia de la otra planta en la que ha sido producida y materia de que ha sido producida por ella misma, y el movimiento de las partículas que le dan la forma; esto es también verdad para los animales, incluido el huevo de animales que son similares a ellos.

[24] Por tanto, del mismo modo que la forma de las partículas o el alma producen algo, así en la producción de aquel cuerpo, el cambio de las partículas está determinado por un objeto que cambia de forma particular, ya sea que el que cambia sea similar al otro cuerpo, o que el que cambia sea semejante a otro cualquiera.

Así, de lo que se dice que ha sido producido por el Sol, se deduce que el cambio de sus partículas procede de los rayos del Sol; y por las mismas razones, todas aquellas cosas que se atribuyen a las influencias de los astros, decimos que derivan del cambio de sus partículas; dando pues como si fuera cierto que nuestros ojos son movidos por la luz de las estrellas y que la parte restante de la materia puede ser movida por ellos.

[25] Las cosas producidas por la tierra proceden de la tierra, a no ser que sean producidas por el cambio de posición en la que están ellas, o por el material aportado a ellas en ese mismo lugar a través de los poros.

Las cosas producidas por la Naturaleza derivan del movimiento de las partículas de un fluido que las penetra, ya venga ese fluido del Sol, o del fuego contenido en la materia terrestre, o debido a cualquier otra causa no conocida por nosotros, como por ejemplo, la acción del alma, y otras por el estilo.

[26] Por ello, el que atribuye la producción de algo a la Naturaleza, está refiriéndose a que actúa algo que es un motor general de todas las cosas; aquel que acude al Sol para que haga esta función, está determinando al mismo motor de forma restringida; el que designa al alma o a una forma particular añade una causa más limitada que las restantes. Pero no se ha encontrado respuesta a las preguntas que nos ocupan, como que si es la Naturaleza, los rayos del Sol, el alma o a la forma particular, que son de hecho puramente un nombre.

[27] Por tanto, deben considerarse también los aspectos referentes a la materia y a la posición para la producción de los cuerpos, salvando siempre la posibilidad de que alguien los mueva. Es claro, en consecuencia, que no solo la respuesta a estos problemas es oscura sino que el objeto de nuestra investigación es desde este punto de vista incompleta, sobre todo cuando se dice que es una obra de la Naturaleza el que las almejas han sido producidas por la tierra, siendo semejantes a las que se crían en el mar. Pero debe decirse justamente que la Naturaleza no produce nada, ya que el fluido no rellena nada por sí mismo, sino que su determinación depende del material que lo mueve y de su posición. Un ejemplo de esto lo tenemos en los mismos humanos: pueden hacer cualquier cosa si las cosas están al alcance de su mano, pero no pueden hacerlo si las cosas faltan.

[28] El que realiza la producción de algún objeto terrestre lo tiene que hacer en algún lugar, pues la posición de un objeto en la tierra necesita al menos en parte cosas de la tierra. La posición de un cuerpo se debe ciertamente a la producción por otro cuerpo; lo mismo se puede decir, como yo digo de la Naturaleza, que todas las cosas formadas en la tierra han sido producidas por la misma tierra, y por tanto, que de estas cosas que se han encontrado en la tierra ninguna ha sido producida por la misma tierra.

[Proposiciones básicas para el estudio de los cuerpos sólidos incluidos en otros sólidos]

[29] Todas estas cosas que brevemente se han expuesto con anterioridad son suficientes para resolver todas las dudas referentes a la cuestión propuesta y que aquí se resumen en las tres proposiciones siguientes:

I

[Un cuerpo sólido encerrado es anterior al sólido que lo envuelve]

[30] Si un cuerpo sólido está rodeado por todas partes por otro cuerpo sólido, el que se ha endurecido en primer lugar es aquél que en el contacto mutuo esculpe por sí mismo los caracteres de su forma superficial en la superficie del otro. De aquí se sigue que:

1. En el caso de aquellos sólidos que están rodeados por todas partes y que se encuentran dentro de la tierra o dentro de las piedras; y que pueden ser cristales [de roca] ¹⁷, selenitas¹⁸, marcasitas, plantas o sus partes, huesos o cuernos de animales, y otros cuerpos de esta clase, que están incluidos dentro de otros pero que tienen la superficie lisa; hay que admitir que estos mismos cuerpos no se han endurecido al mismo tiempo que el material de la tierra y las rocas que los contienen y que entonces eran aún fluidas; y esto claramente deberá ser así ya que si las tierras y las rocas hubieran producido los cuerpos que están contenidos en ellas, entonces éstas habrían llegado a la existencia al mismo tiempo en que se hubieran producido los citados cuerpos.
2. Si un cristal está incluido parcialmente dentro de otro cristal, y si una calcita está dentro de una calcita, y si una marcasita aparece dentro de una marcasita, se puede afirmar que cuando éstos contenían esos cuerpos ya estaban casi endurecidos, y que los cuerpos que los contenían estaban aún en estado de fluido.
3. En aquéllas tierras y rocas en las que estaban contenidas las conchas cristalizadas y petrificadas, o las venas de mármol, o de lapislázuli, o las de plata, mercurio, antimonio, cinabrio, tanto fluidos como de los que contienen otros minerales de cualquier clase, se puede afirmar que los cuerpos contenidos ya estaban endurecidos cuando los cuerpos que los contenían aún eran fluidos. Y tal sucede con la marcasita que fue la primera en producirse; y con posterioridad se formaron las rocas en las que se incluyen dichas marcasitas, y a continuación se formaron las venas de minerales que rellenan las fisuras de las rocas.

II

[De la identidad de superficie y de la disposición interna, se deducen el modo y lugar de la producción de dos sólidos]

[31] Si un cuerpo sólido es desde todos los puntos de vista semejante a otro cuerpo sólido, no sólo en los caracteres superficiales sino también en la organización interna de cada parte y de las partículas, también es semejante a él en lo que se refiere al modo y lugar de producción, si se exceptúan aquellas condiciones del lugar en que ha sido encontrado en algunos lugares, que se encuentran con frecuencia en un lugar dado, y que no presentan ni ventajas ni inconvenientes en cuanto a la producción del cuerpo. De aquí se siguen estas consecuencias:

- 1) Que los estratos que se encuentran en la tierra son coincidentes, en lo que se refiere al lugar y al modo de producción, con aquellos estratos que han sido depositados por el agua turbia.
- 2) Que los cristales de las montañas coinciden, en lo que se refiere al lugar y modo de producción, con los cristales de nitro; a pesar de que no sea para ello necesario aceptar que el fluido por el cual han sido producidos deba ser acuoso¹⁹.
- 3) Afirmando también que estos cuerpos, que se crían en el interior de la tierra, y que se han producido del mismo modo y en el mismo lugar, y que son semejantes en todo a las partes de las plantas y de los animales, éstos se han producido allí a partir de partes de plantas y de animales.

Pero saldré al paso de esta dificultad no sea que dé lugar a una interpretación errónea.

Entiendo por el término “lugar” que el material cuya superficie está inmediatamente en contacto con la superficie del cuerpo que se describe estaba ya en ese sitio; sin embargo, se afirma que el material admite una gran variedad de diferencias, ya que ese material:

(17) Cuando Steno habla de cristal se está refiriendo casi siempre al cristal de roca, al cuarzo. Lo que llama selenita son cristales de yesos o cristales de calcita. La palabra marcasita es el nombre antiguo de la pirita. Pirita y marcasita son químicamente lo mismo, aunque difieren en su estructura (SCHERZ, G. (1969) opus cit.)

(18) Los alquimistas denominaban como selenitas a una serie de minerales, principalmente la calcita y a veces el yeso o la mica, que creían se formaba por influjo de la Luna. De ahí su nombre (Selene=Luna).

(19) Por supuesto, Steno no conoce en esta época la diferencia química entre cuarzo y nitrato de sodio (salpeta).

1. O es todo sólido o todo fluido, o en parte es sólido y en parte es fluido.
2. Todo el material, o es sensible, o en parte sensible por sí o en parte sensible por los cambios.
3. Todo el material, o toca al cuerpo que está contenido dentro, o es una prolongación parcial del mismo cuerpo.
4. El material, o es siempre el mismo, o gradualmente cambia; así, en el lugar en el que es producida una planta existe una materia semejante a la de la planta y en él toma esa forma; así, el lugar en el que se forma la planta es todo él el material que se sitúa sobre la superficie completa de la planta, consistente a veces en tierra y en aire, y a veces en tierra y agua, y a veces en tierra, agua y aire, y a veces en roca y aire, de modo que yo he observado a veces en lugares subterráneos raíces de pequeñas plantas adheridas a la roca totalmente limpias de adherencias de polvo. Del mismo modo, el lugar por donde crece la flor de la naranja está en parte en continuidad con su pedúnculo y en parte está en contacto con el aire. De igual manera, el lugar en donde se suceden las primeras etapas del crecimiento de los animales está en parte contiguo con aquella parte acuosa del amnios, y en parte está en continuidad con los vasos umbilicales difundidos por el corion.

III

[Todo cuerpo sólido natural ha sido producido por un fluido]

[32] Si un cuerpo sólido ha sido producido de acuerdo con las leyes de la Naturaleza, éste ha sido producido por un fluido.

En la producción de un cuerpo sólido debe tenerse en cuenta no sólo sus caracteres generales, sino también sus caracteres específicos; yo confieso, pues, abiertamente que la interpretación de la producción de la mayor parte de los cuerpos no sólo es para mí motivo de duda, sino que incluso me es muchas veces desconocida. Sin embargo, declaro sin duda ninguna que son verdaderas casi todas las afirmaciones siguientes:

Un cuerpo crece cuando se añaden a él partículas secretadas por un fluido externo. Sucede entonces que se añaden nuevas partículas a las anteriores ya sea porque han sido secretadas por un fluido externo, ya sea porque han sido secretadas por un fluido interno, ya sea por ambos simultáneamente.

Las adiciones de partículas pueden hacerse directamente sobre el cuerpo sólido por medio de un fluido externo, y se da el caso de que algunas partículas caen por su propio peso sobre el fondo como ocurre en los sedimentos. En otros casos, las adiciones de partículas se hacen mediante la penetración de un fluido que introduce material directamente por todas partes dentro de un sólido, como es el caso de las incrustaciones, o sólo sobre ciertas partes de la superficie del sólido, como es el caso de aquellos cuerpos que muestran forma de hojas, ramos y cuerpos con ángulos²⁰. Aquí hay que hacer notar de paso que a veces dichos modos continúan hasta que algunos espacios se llenan totalmente, por lo que se originan desbordamientos que a veces son simples, a veces forman costras, a veces forman sedimentos, a veces forman cuerpos irregulares, y a veces componen formas complejas y mezcladas.

Estas partículas que se añaden a un sólido por la intervención de un fluido interno o bien toman la forma de unas fibras (que en parte se añaden a los poros abiertos formando largas fibrillas longitudinales, y en parte se disponen ocupando con el fluido los huecos existentes entre las fibrillas dentro del cuerpo rocoso), o bien forman simples rellenos, los cuales están presentes en las plantas y en los animales. Como soy menos entendido en la anatomía de las plantas no estoy en condiciones de afirmar si son muchos los fluidos internos; pero en los animales, declaro que es cierto que hay fluidos internos diversos que intentaré traer aquí con un cierto orden.

[33] A excepción del fluido sutil que todo lo atraviesa, se pueden observar al menos como mínimo tres tipos de fluidos en los animales. De ellos el primero es el externo; el segundo es el interno y común; el tercero es el interno y propio, específico de cada una de las partes.

Entiendo con el término de *fluido externo* en los animales, aquel que no solo rodea la superficie externa visible tal como lo es el aire libre, sino también aquel fluido que roza las restantes superficies que se continúan hacia el interior gracias a los orificios del cuerpo; tales son todas las superficies de las arterias resistentes²¹ que están en contacto directo con el aire en la respiración;

(20) En el texto, la expresión latina *angulata corpora*. Se pueden traducir como cuerpos criticizados en sentido moderno.

(21) La expresión latina *arteria aspera* se puede traducir como la tráquea.

también toda la superficie de los conductos que llevan los alimentos, los que se denominan la boca, el esófago, el ventrículo y los intestinos; toda la superficie de las vesículas y de las uretras; toda la superficie que comunica con el útero, al menos en los años de la pubertad; toda la superficie de todos los vasos excretores continuando desde los vasos capilares hasta el final; todo lo que separa su contenido con las orejas, párpados, narices, ojos, las vías de los alimentos, la vesícula, la uretra, el útero y la piel, de las que se hará una descripción. Verdaderamente, las partes externas son muchas, las cuales comunican por lo general con las internas, y que se consideran íntimas, por lo cual:

1. La mayor parte de los gusanos y muchos cálculos se producen en nuestro cuerpo debido al fluido externo.
2. Muchas partes son necesarias a ciertos animales porque están allí y no porque no pueda existir sin ellos el animal.

El fluido que está en contacto con estas superficies lo llamo externo porque se comunica por canales con el fluido del aire y sin vasos capilares interpuestos, es decir, sin un filtro: pero sucede a veces que las cavidades que contienen el dicho fluido pueden estar cerradas, por lo que cada vez que se abren, todo el fluido retenido en ellas se desparrama indiscriminadamente por todas partes.

[34] Llamo con el nombre de *fluido interno* al que no se comunica con el externo a no ser que lo haga a través de filtros interpuestos como son los vasos capilares, de modo que nunca se descarga de forma natural al fluido externo.

El fluido externo que se denomina *común* se contiene en las venas, en las arterias, en los vasos linfáticos al menos en aquéllos que unen las glándulas y las venas. Yo llamo común a este fluido porque se distribuye hacia todas las partes del cuerpo. Pero no expongo aquí una opinión referente al otro fluido común que es el que se encuentra en la sustancia nerviosa porque me es menos conocido.

[35] El *fluido interno propio* es aquel fluido común que circula por los vasos capilares y es distinto según la diversidad de sitios del cuerpo animal. Uno de ellos reside en el parénquima²² de la sangre, otro, en el parénquima no sanguíneo; otro, en las fibras motrices, otro en la cápsula del huevo; otro en la sustancia del útero y otro en otros lugares. Pero no responde esta opinión a la razón o a la experiencia según la cual se cree que las venas y las arterias terminan en cierta parte mínima del cuerpo para distribuir desde allí el calor y el alimento. Pero existen cavidades en cuyas partes secretas se mezclan la sangre y el fluido de este lugar, de allí se han de unir a las partes sólidas, al mismo tiempo que refluyen a las mismas cavidades. Las partículas excretoras han de ser restituidas de nuevo por las partes sólidas a la sangre²³ para que por su obra sean transportadas al flujo externo. El fluido de estas cavidades está de acuerdo en muchas cosas con los dichos del gran Hipócrates en lo referente al aire introducido dentro del cuerpo.

[Consideraciones generales relativas a esta segunda parte]

[36] Aunque no me es posible tener una respuesta cierta a la cuestión de por qué los diferentes fluidos están separados de la misma sangre en diferentes lugares, creo que me queda poco para aclarar estas cosas, puesto que es cierto que eso no depende de la sangre sino de esos lugares; la reflexión sobre estas cuestiones implica tres consideraciones:

1. La consideración sobre la capilaridad de los vasos por los que circula el *fluido interior común*, del cual ahora me ocupo, lleva a concluir sobre cómo cada cosa se difunde por tamizado a través de los poros, tal como en otro lugar ya traté.
2. La consideración del *fluido interno propio* y específico, sobre el cual solo entienden los que adscriben un fermento especial a cada parte del cuerpo; esta es una opinión que podría ser en parte verdadera, aunque el término “fermento” se sustente en la comparación sacada de un problema demasiado particular²⁴.

(22) La palabra parénquima fue ya usada por Erasístratos para designar la sustancia del pulmón, hígado, riñones, y el bazo.

(23) Hacia 1666, Steno opina, contrariamente a los fisiólogos anteriores, que la sangre se aloja en todo el cuerpo.

(24) El yatroquímico J. B. van Helmont (1577-1644) y el maestro de Steno, Fr. Sylvius, vieron como un proceso químico la manifestación de la vida, lo que ellos llamaron “fermentación”. Hay diversos fermentos distribuidos por el cuerpo.

3. La consideración de cada una de las partes del sólido, sobre las cuales parecen estar las principales adherencias; éstas, atribuyendo a cada parte su forma, muestran que reconocen algo específico de cada parte; pero desconocemos, de acuerdo con el conocimiento que tenemos hoy por hoy sobre la materia, cómo puede ser la superficie porosa de un cuerpo sólido para que un fluido sutil lo impregne a través de unos poros.

No quiero apartarme demasiado del objetivo porque no quiero aplicar estas explicaciones a todo lo que sucede a nuestro cuerpo cada día. Por ello no me extenderé más. Es suficiente insistir aquí que las partículas que se han separado del fluido externo van siendo llevadas por varios caminos hacia el interior de un fluido interno común, siendo filtradas en el proceso; de aquí que, habiendo sido secretadas así por varios caminos se han ido transmitiendo al interior del fluido interno común a través de un nuevo proceso de cribado. Estas partículas se añaden a las partes sólidas, ya en forma de fibras, ya en forma de tejidos [parénquimas], tal como viene determinado por una propiedad desconocida de cada parte individual incluida en la consideración de los tres casos descritos más arriba.

[37] Por ello, si uno deseara reducir los sólidos incluidos de forma natural dentro de otros sólidos a clases definidas, de acuerdo con el método citado arriba, algunos de los cuales podría encontrarse que se han formado por aposición de un fluido externo, esto debería quedar reflejado en los sedimentos (como en los estratos de la tierra, o en las incrustaciones, como las ágatas, ónice, calcedonia, piedras de águila²⁵, piedras bezoares²⁶, etc.); o en los de filamentos (como los del amianto, alúmina plumosa²⁷, varias especies de fibras apesadas en las grietas de las piedras); o en las dendritas, como las de aquellas figuras de plantas que se observan en las rendijas de las piedras (a no ser que sean superficiales, como ciertas ramificaciones vistas por mí en un ágata, cuyos troncos se situaban en la superficie exterior de la lámina, mientras que las ramas se situaban en la superficie exterior de la lámina interior). Otros objetos incluidos dentro de algunos otros cuerpos con caras angulosas como los cristales, los cuerpos de caras angulosas de hierro y de cobre, los cubos de marcasita, los diamantes, las amatistas, etc.; o los cuerpos compactos que rellenan espacios, como los variados mármoles de todo género, granitos, dendritas, conchas de piedra, materiales cristalizados, plantas de aspecto de metal²⁸ y muchos cuerpos de este tipo que rellenan el lugar de otros cuerpos que se han destruido.

[38] Otros sólidos se producen por adición de partículas a partir de un fluido interno; se encuentran casos como los de los rellenos simples tales como los de la grasa, los del callo que une los huesos rotos, los de la sustancia cartilaginosa que une los tendones que se han cortado, los de los fluidos que son los constituyentes principales de la sustancia de las vísceras, los de la médula que está tanto en las plantas como en los animales, o las partes fibrosas tales como la parte fibrosa de las plantas y que en los animales son fibras de nervios y de músculos, las cuales hace sólidos los cuerpos y en su mayor parte están incluidos de modo natural dentro de cuerpos sólidos.

[Conclusión de lo dicho en esta segunda parte]

[39] Por ello, si todos los sólidos crecen a partir de un fluido, si los cuerpos que son en todo semejantes entre sí se producen del mismo modo, si de dos sólidos que están mutuamente en contacto el que se endureció el primero es el que dejó impresas sus formas características sobre la otra superficie, será fácil concluir que, dado un sólido que está en un lugar, se puede deducir con certeza cuál ha sido su lugar y su modo de producción. Y por ello, pues, se puede hacer esta afirmación general referida a un *sólido incluido en otro sólido*.

(25) Piedras de águila es el nombre que se daba a los aetites, concreciones de arcilla con limonita que incluían un cuerpo en su interior que Plinio les atribuía propiedades mágicas

(26) Las piedras bezoares, son concreciones que se forman en el intestino de los mamíferos, a las que se atribuían propiedades medicinales.

(27) La expresión alúmina plumosa se aplicaba a diferentes minerales fibrosos, cercanos a los asbestos.

(28) La expresión "plantas metálicas" remiten a los "árboles de mercurio" de Athanasius Kircher (Mundus subterraneus, 1665, II, libro IX, c. XXIV) [SEQUEIROS, L. (2001). El Geocosmos de Athanasius Kircher. Lección inaugural curso 2001-2002, Facultad de Teología de Granada]

[C) TERCERA PARTE: aplicación de estas ideas a los cuerpos sólidos individuales incluidos en otros sólidos]

[I. INCRUSTACIONES]

[40] Paso ahora a examinar de forma particular aquellos cuerpos sólidos extraídos de la tierra, especialmente las incrustaciones, los sedimentos, los cuerpos dotados de caras con ángulos, las conchas de animales marinos, los cuerpos con aspecto de conchas y de plantas y que dieron lugar en el pasado a muchas controversias.

Se incluyen como incrustaciones todo tipo de piedras compuestas por láminas, las cuales poseen dos superficies paralelas pero que no se sitúan en el mismo plano²⁹. El lugar donde aparecen las incrustaciones es siempre el contacto entre el material fluido y el sólido, lo que da origen a que la forma de las capas de costra corresponda a la forma del lugar, y así es fácil determinar cuál de ellas ha sido la primera y cuál se ha formado después; si la forma de la incrustación es cóncava, en primer lugar se han formado las costras exteriores; si la forma es convexa, primero se han formado las costras interiores; si el lugar fuera desigual y dotado de varias y destacadas prominencias, allí los espacios más pequeños se rellenarán con las capas que se han formado primero, y las nuevas capas se acomodan a los espacios más anchos. De este modo es fácil explicar todas las variedades de formas que se observan en las secciones de piedras semejantes, ya sea que presenten en corte transversal una forma con conductos de sección redonda como las ramas aserradas de los árboles, ya sea que imiten las sinuosas curvas de las serpientes, ya se presenten de modo irregular. No es por tanto sorprendente que las ágatas y otras clases de incrustaciones que se observan, aparezcan rugosas en la superficie externa, como si se tratara de piedras ordinarias, puesto que la superficie exterior de la capa externa imita la rugosidad del lugar; en las torrenteras, sin embargo, las incrustaciones de esta clase se encuentran frecuentemente fuera de su lugar, porque el material que estaba en su lugar ha sido dislocado debido a la ruptura de los estratos.

[41] Con respecto al modo cómo las partículas de las capas que se han añadido al sólido se han separado del fluido, al menos puedo afirmar que es cierto lo siguiente:

1. Que la flotación o la gravedad no tienen aquí lugar.
2. Que dichas partículas se añaden a superficies de todo tipo, porque las costras se encuentran sobre superficies que son lisas, rugosas, planas, curvadas o en planos de diversos tipos de inclinación.
3. Que aquí no hay ninguna traba al movimiento de los fluidos.

Si han de tenerse en consideración o no las diversas sustancias que fluyen del sólido, que son distintas a aquella sustancia que mueve las partes del fluido, y si hay alguna cosa más que investigar, lo dejo aquí sin decidir.

Las diferencias en las capas que se observan en el mismo lugar pueden ser producidas, o por la diversidad de las partículas dejadas por el fluido que se van acumulando sucesivamente, o por este fluido que va poco a poco disipándose, o por diferentes fluidos que convergen allí en momentos diferentes. De modo que sucede a veces que la misma disposición de las capas se repite en el mismo lugar, y a menudo hay señales evidentes que muestran la llegada de nuevo material. Pero toda la materia de las capas parece de una materia más fina que la emitida por las piedras, como quedará patente a continuación.

(29) El concepto de "incrustación" no es demasiado claro en Steno. Posiblemente incluye en él una serie de heterogénea de producciones geológicas, desde geodas a verdaderas costras sedimentarias o biogénicas. Según ELLENBERGER, F. (1989). [opus cit., pág. 218] el texto sobre incrustaciones opone las que se han formado en lugar cerrado (ágatas, etc) a aquellas costras, en todos los casos caracterizadas por su composición en laminillas no planas. Aquellas cuya sección recuerda a un árbol aserrado o a las sinuosidades de las serpientes, pueden corresponder a travertinos. Pero Steno ha decidido excluir de aquí a todo lo que es químico y se niega a distinguir la sílice de las ágatas de la caliza de los travertinos [SCHERZ, G. (1969). opus cit.]

[II. LOS ESTRATOS DE LA TIERRA]

[1] Los estratos de la tierra se deben a los sedimentos incluidos en un fluido]

Los estratos de la tierra

[42] Los estratos de la tierra están relacionados con depósitos de fluidos, porque:

1. La materia pulverulenta de los estratos no se puede nunca convertir en otra figura, a no ser que, arrancada de su lugar por el mismo movimiento del fluido, al perder su propio peso se mezclara otra vez en el fluido.
2. Los cuerpos más grandes que se contienen en el mismo estrato obedecen en su mayor parte a las leyes de la gravedad, no solo con respecto a la posición final de un cuerpo considerado en sí mismo, sino también respecto a la posición relativa de los distintos cuerpos entre sí.
3. La materia pulverulenta de los estratos de tal manera se ha acomodado a la forma de los cuerpos contenidos en ella, que no sólo llena algunas mínimas cavidades del cuerpo contenido sino que ha tomado de estos cuerpos el pulimento y el brillo de la parte de la superficie que está en contacto, aunque la aspereza del polvo no se corresponda con el pulimento y el brillo del estrato.

[43] Los sedimentos se forman, pues, cuando los contenidos de un fluido caen por su propio peso al fondo, bien porque éstos están contenidos en el fluido o bien porque son secretados gradualmente a partir de las partículas del mismo fluido; y esto tanto en la superficie superior como igualmente en todas las partículas del fluido³⁰.

Aunque hay una gran afinidad entre las costras y los sedimentos, sin embargo pueden diferenciarse fácilmente porque la superficie superior de las costras es paralela a la superficie inferior, aunque suelen ser rugosas y con irregularidades, mientras que la superficie superior de los sedimentos es paralela al horizonte o bien se inclina un poco de la horizontal. Tal como sucede en los ríos, donde hay costras minerales alternativamente verdes, amarillas y rojizas que se adaptan a la forma del fondo rocoso, mientras que los sedimentos de arena y de arcilla se adaptan a la forma plana; esto hace que para mí sea posible diferenciar fácilmente entre costra y sedimentos en los variados estratos de la tierra³¹.

[2] La materia de que están formados los estratos]

[44] Acerca de la materia de los estratos se podría determinar lo siguiente:

1. Si en el estrato rocoso existen partículas de la misma naturaleza, y de tamaño fino, por ninguna razón se podría negar que este estrato se ha producido en el momento de la creación a partir de un fluido que entonces lo envolvía todo, tal como Descartes explica la producción de los estratos de la tierra³².
2. Si se encuentran en algún estrato fragmentos de otro o partes de animales o de plantas, ciertamente puede decirse que el estrato no puede ser incluido entre los estratos que fueron formados por el primer fluido en los tiempos de la creación.
3. Si en algún estrato observamos indicios de sal marina, restos de animales marinos, tablas de barcos y sustancias similares a los del fondo del mar, se puede aducir ciertamente que el mar estuvo alguna vez en ese lugar, ya se debiera a diversas causas, como son la de la inundación de la tierra o la de los vómitos de las montañas.
4. Si en algún estrato encontramos gran abundancia de juncos, semillas, piñas, troncos y ramas de árboles y objetos similares, podemos deducir con todo derecho que dichos materiales han sido llevados allí por la inundación del río o por el arrastre de un torrente.
5. Si en algún estrato se encontraron carbones, cenizas, piedra pómez, asfalto y cuerpos calcinados, ciertamente que hubo un incendio en las proximidades del fluido; y sobre todo, si el estrato

(30) Estas ideas están presentes ya en *Canis Carchariae*, defendiendo la dualidad de sedimentación detrítica y química.

(31) John Woodward recogió posteriormente (en 1695) estas consideraciones de Steno al tratar de los sedimentos.

(32) Steno se refiere aquí a Descartes, a los *Principia Philosophiae* (parte cuarta, párrafos XXXVIII-XXXIX) donde se alude a las costras de la Tierra y a los cuerpos rocosos. Para Descartes, al enfriarse el viejo astro incandescente éste fue dando lugar a las distintas rocas.

se compone casi exclusivamente de ceniza y de carbón, tal como yo mismo observé a las afueras de la ciudad de Roma, donde los materiales se extraen como ladrillos cocidos.

6. Si en el mismo lugar la materia de todos los estratos fuera la misma, con seguridad que aquel fluido no ha recibido los fluidos de diversas naturalezas que confluyeron en aquel lugar en diferentes épocas.
7. Si en el mismo sitio hubiera estratos de diversa materia, o bien se trata de que en momentos diferentes confluyeron allí diversas clases de fluidos (ya debido a la variedad de los vientos, o a que la caída de las lluvias fuera más impetuosa según las localidades) o bien que en el mismo sedimento hubo materia de diverso peso de modo que los más pesados se dirigen primero hacia el fondo y luego los más livianos; los cambios en las condiciones del tiempo podrían haber causado tal diversidad, especialmente en las regiones donde se observa una desigualdad similar en el suelo.
8. Si se encuentran estratos de piedra entre estratos terrosos, ello indica que existe una fuente o aguas petrificantes³³ en las cercanías; o a veces existen erupciones ocasionales de vapores subterráneos; o bien que un fluido, que había abandonado el sedimento cuando ya se había depositado, vuelve otra vez cuando la costra superior se ha endurecido con el calor del sol.

[3] La posición en el campo de los estratos y las causas de su formación]

[45] Sobre la interpretación de la posición de los estratos, pueden considerarse como afirmaciones ciertas las que van a continuación:

1. En el momento en el que se estaba formando un estrato cualquiera, bajo éste existía ya antes otro cuerpo, que impedía a los materiales que se presentan en forma de polvo descender más abajo. Por este hecho, en el momento en que se formaba el estrato situado más abajo, había bajo él, o bien otro cuerpo sólido, o bien, un fluido. Pero si se trataba de un fluido, éste era de naturaleza diferente a la del fluido situado en posición superior y era más pesado que el sedimento sólido de este fluido superior.
2. En el momento en que se formaba uno de los estratos situados encima, el estrato inferior habría ya adquirido una consistencia sólida.
3. En el momento en que se formaba un estrato cualquiera: o bien éste estaba limitado por sus lados por otros cuerpos sólidos, o bien el estrato cubría todo el globo de la Tierra. De aquí se sigue que en cualquier lugar de la tierra que se considere, cuando se observan los lados desnudos de los estratos³⁴, hay que, o bien buscar la continuación de estos mismos estratos, o bien encontrar este otro cuerpo sólido que ha frenado la materia rocosa de los estratos impidiéndoles extenderse más lejos.
4. En el momento en que se formaba cualquier estrato, la materia que estaba situada por encima de él era toda ella fluida; debido a este hecho, en el momento en que se formaba el estrato más bajo no se había formado aún ninguno de los estratos superiores³⁵.

(33) *La creencia en unos "jugos" o "fuerzas" petrificantes están presentes desde muy pronto en la historia de la Geología [cfr. ELLENBERGER, F.(1989). opus cit., 188 ss]. Tal vez, Steno haya recogido estas ideas de Gassendi (1592-1655) que habla largamente de la vis lapidifica guiada por una vis seminal. Esta fuerza seminal organiza la intimidad de la sustancia de las piedras, y no difiere de la que organiza los huevos y las simientes. Algunas sustancias, como la sal, son agentes de coagulación de las piedras.*

(34) *Cuando Steno habla de "lados desnudos" se refiere a lo que hoy llamaríamos estratos que aparecen interrumpidos visiblemente, que están "cortados" por algún accidente (la erosión, una falla y otra causa). Para la visión de Steno un estrato se debe prolongar lateralmente indefinidamente. Parece aludir a dos causas: una interrupción por la erosión o por un cuerpo rocoso que impidió el depósito regular. Aquí no parece referirse a fallas.*

(35) *Según comenta ELLENBERGER, F.(1989). opus cit., pág. 222, algunas frases de estos textos son de las más decisivas en la historia de la geología. En lenguaje moderno, se está describiendo el Principio de la continuidad de los estratos. Las proposiciones 2 y 4 enseñan que los estratos se han formado unos después de otros, desde el estrato situado más abajo (y por ello, relativamente más antiguo) hasta el más alto (y por ello, relativamente más moderno). Y cuando la materia de los estratos y los cuerpos contenidos en ellos varían de uno a otro, esta secuencia nos revela una historia. Este es nuestro Principio de la superposición de los estratos, que ha dado lugar a la geología moderna. Como escribe F. Ellenberger, sólo por estos dos principios merecería Steno ser considerado uno de los verdaderos "padres fundadores" de las ciencias geológicas. [Ver nuestro trabajo: PEDRINACI, E. Y SEQUEIROS, L. (1999). Conocer los archivos de la Tierra. Alambique, Graó, 22 (Octubre), 9-16].*

[4] La forma en la que se presentan los estratos]

[46] Por lo que se refiere a la forma de los estratos se considera cierto que en el momento en que se producía cualquier estrato, su superficie inferior, como también las superficies de sus flancos, se acomoda a la superficie del cuerpo subyacente y de los cuerpos laterales; pero su superficie superior será entonces paralela al horizonte en todo lo posible. Debido a este hecho, todos los estratos deberán estar contenidos entre dos planos paralelos al horizonte. De ello se deduce que los estratos tanto perpendiculares al horizonte como inclinados con respecto a él, en otro tiempo se habían formado y situado paralelos al horizonte³⁶.

Por muy numerosos que sean los lugares donde estas disposiciones se observan actualmente, todo lo que precede no se contradice con lo dicho sobre el cambio de lugar de los estratos ni con que aparezcan sus flancos desnudos, puesto que en las cercanías de estos lugares se observan indicios manifiestos de la actividad de fuegos y de agua. Porque de la misma manera que el agua, desagregando la materia terrosa, la arrastra hacia los sitios que presentan una pendiente, como los que están en la superficie o en las cavidades de la tierra; de la misma manera el fuego³⁷, al destruir todos los sólidos que se oponen a su paso, no solamente lanza lejos las partículas más ligeras, sino que también puede proyectar a distancia rocas pesadas. De aquí se deduce que en la superficie de la tierra se forman precipicios, canales y barrancos; y, en las entrañas de la tierra, sin embargo, se originan conductos subterráneos y cavernas.

[47] De acuerdo con todo esto, los estratos pueden cambiar su posición de dos modos diferentes:

El primer modo por el que los estratos cambian de posición puede deberse a una violenta sacudida ascendente de los estratos; ésta, o bien ha sido producida por el incendio repentino de las exhalaciones subterráneas, o bien debida a la expulsión violenta del aire, causadas ambas por grandes hundimientos cerca de allí. Esta sacudida de los estratos es seguida por la dispersión en polvo de la materia terrosa y por la fractura de la materia rocosa en piedras y cascotes.

El segundo modo de cambio de posición de los estratos puede deberse al deslizamiento o hundimiento espontáneo de los estratos superiores y al desmoronamiento de los mismos cuando, habiendo sido socavada la materia que está debajo de ellos o su base, estas capas superiores empiezan a desarrollar grietas. Consiguientemente, la posición que ocupan las capas fracturadas depende de la variedad de cavidades y de grietas. Mientras que algunas permanecen paralelas al horizonte, otras aparecen en posición perpendicular al mismo. La gran mayoría de los estratos forman entonces con el horizonte ángulos oblicuos, y algunos estratos se tuercen en arcos debido a la tenacidad de la materia³⁸. Y este cambio pudo producirse, o bien en todos los estratos que estaban situados encima de una cavidad, o bien en algunos estratos situados en la parte inferior, mientras permanecen enteros los estratos situados más arriba.

[48] La alteración en la posición de los estratos carece de una explicación fácil y lleva consigo una gran cantidad de problemas difíciles³⁹. Así, podemos explicar esta desigualdad en la superficie de la tierra que ofrece la ocasión de múltiples controversias, como las montañas, los valles, los receptáculos con aguas elevadas, las llanuras, tanto en lugares elevados como en los lugares bajos. Pero, pasando por encima sobre otros problemas, voy a decir rápidamente unas palabras relativas al origen de las montañas.

[III. EL ORIGEN DE LAS MONTAÑAS]

[1] Causa principal: el cambio de lugar en la posición de los estratos]

El origen de las montañas

[49] Es evidente que la causa principal del origen de las montañas es el cambio de lugar en la posición de los estratos, tal como puede ser observado en cualquier conjunto montañoso. Por ejemplo:

(36) En estos números Steno describe de forma primitiva pero certera muchos de los fenómenos de la tectónica y de la sedimentación, describiendo las causas de la formación de fallas y pliegues.

(37) Aunque Steno no especifica a qué se refiere con el fuego, posiblemente alude a la efusión de las lavas o a la salida de otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos calientes del interior de la Tierra.

(38) Nuestro autor se refiere con palabras primitivas a los fenómenos tectónicos que dan lugar a basculamiento de bloques rocosos, a fallas y a la formación de pliegues.

(39) Steno desarrolla aquí su completa teoría, basada en sus observaciones, sobre la formación de los estratos que supone una gran novedad y el inicio de la estratigrafía y de la sedimentología.

1. Así lo prueba la observación de vastas superficies planas en las cimas de algunas montañas.
2. También que existen muchos estratos paralelos al horizonte.
3. En otras ocasiones, sobre las laderas de las montañas hay varios tipos de estratos inclinados de forma diversa respecto al horizonte.
4. De igual modo, en las laderas frente a frente de las colinas, el aspecto⁴⁰ de las rocas, tanto de los materiales como de las formas de los estratos fracturados, muestran una total correspondencia.
5. Se observan también los bordes desnudos de los estratos⁴¹.
6. Al pie de estos macizos montañosos, se observan fragmentos de estratos rotos, unas veces amontonados formando elevaciones y otras veces dispersos por los campos vecinos.
7. Ya sea en las mismas montañas rocosas o en las montañas vecinas, se encuentran indicios muy evidentes de que ha intervenido el fuego subterráneo porque en los alrededores de las colinas, constituidas por estratos terrosos, se encuentran muchos cursos de agua. Es conveniente hacer notar de paso que las colinas constituidas por estratos terrosos muestran en sus cimientos, en la mayor parte de ellas, grandes fragmentos de estratos rocosos, que en muchos lugares protegen de su desagregación a los estratos terrosos y que se resisten a las crecidas de los ríos y de los torrentes; por ello, los estratos rocosos ofrecen protección contra la violencia de los Océanos en regiones enteras, como lo muestran los extensos acantilados de Brasil que protegen las playas rocosas.

[2] Otros modos de formación de las montañas]

[50] Las montañas también pueden formarse por otros medios, tales como por la deyección de los fuegos, que vomitan cenizas y rocas con azufre y betún⁴², y también se forman por el ímpetu de las lluvias y de los torrentes que hacen rodar hacia el precipicio a los estratos rocosos ya fracturados por las alternancias del calor y del frío; en cuanto a los estratos terrosos, éstos se agrietan por el efecto de los grandes calores y se descomponen en fragmentos de tamaño variable.

[3] Dos géneros importantes de montañas]

De donde se deduce claramente que hay dos géneros supremos de montes y collados: el primero es el de aquellos montes y collados que están formados por estratos, y esta primera clase se divide en dos especies: la de los montes y collados en los que abundan los estratos rocosos, y la especie de los montes y collados que muestran estratos más terrosos. El otro género es el de los montes y collados que crecen confusamente y sin orden y están formados por fragmentos de estratos y por partes procedentes del desgaste.

[4] Algunas consecuencias de todo lo dicho]

De aquí que puedan demostrarse fácilmente las siguientes cosas:

1. Que todas las montañas que existen hoy no han existido desde el origen de las cosas de este mundo.
2. Que es nula la vegetación de las montañas⁴³.

(40) Steno utiliza en latín la palabra "facies". Pero Steno la utiliza en otro sentido al actual, por lo que hemos preferido traducirlo por "aspecto". Consideramos que se adapta mejor al significado que le da Steno, que no es lo que hoy entendemos por facies. De ello hablará más tarde, en la cuarta parte, al tratar la geología de Toscana.

(41) Como ya dijimos más arriba, Steno se refiere a la observación de estratos que se interrumpen bruscamente debido (diríamos hoy) a la erosión o a las fracturas.

(42) Se refiere el autor a una serie de sustancias, como las cercanas al Vesubio, en Puzzoli, descritas por Athanasius Kircher, en las que hay lagos calientes de barros impregnados de azufre y otros gases y sustancias cercanas a los hidrocarburos y que hacen que éstos barros sean de color oscuro, parezcan hervir, tengan un olor pútrido e incluso puedan arder [ver SEQUEIROS, L. (2001). *El Geocosmos de Athanasius Kircher: una imagen organicista del mundo en las Ciencias de la Naturaleza del siglo XVII*. Lluç, Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas, 24, 755-807]

(43) Esta afirmación pide una explicación (POLLOCK en SCHERZ, 1969): en tiempo de Steno, la vegetación se consideraba ligada a la existencia de determinados minerales. Fabroni escribe acerca del viaje de G. Montanari y Boni en 1657, ambos amigos de Steno: "Han examinado también si los metales crecen como las plantas, esto es, gracias a un fluido que circula por el suelo"

3. Que las rocas de las montañas, fuera de una cierta similitud en la dureza, no tienen nada en común con los huesos de los animales, ya que no concuerdan ni en la materia, ni en el modo como se producen, ni en la textura, ni en la utilidad; si alguien se permite hacer algún tipo de afirmación contraria es que no conoce cómo funcionan las cosas.
4. Que la disposición ordenada a lo largo de ciertas zonas de la tierra de las cumbres de los montes o de las cadenas de montañas, como prefieren algunos decir, no está de acuerdo ni con los argumentos de la razón ni con los argumentos de la experiencia⁴⁴.
5. Que las montañas pueden destruirse; lo cual se muestra en que los campos pueden ser transportados de un lado a otro e invadir las calles de las ciudades; también que las cimas de las montañas pueden elevarse y luego rebajarse, que las tierras pueden abrirse y cerrarse otra vez. Se concluye que es cierto que se producen estos y otros fenómenos de este tipo, y que quienes leen estas historias y las consideran como una fábula es que hacen esfuerzos para evitar que se les considere crédulos y que se les designe como tales.

[IV. LOS PROCESOS DE ALTERACIÓN, FRACTURA, DENUDACIÓN, TRANSPORTE Y EROSIÓN DE LAS MONTAÑAS]

*Los caminos de las cosas que se desprenden de la tierra*⁴⁵

[51] La misma alteración en la posición de los estratos da lugar a diferentes acciones por las que determinados materiales se desprenden de la tierra. Tales acciones son:

1. Las acciones de las aguas que, o se deslizan desde lo alto de las montañas, o se separan del aire en las cavernas de los montes. Pueden proceder de las mismas aguas subterráneas o también pueden ser aguas que se han condensado en su lugar en los aires superiores⁴⁶, lo que yo comúnmente he creído, ya que he visto una gran abundancia de agua destilando dentro de muchas cavernas en las que pude ver que el techo y el suelo eran sólidos.
2. Las acciones de los vientos que, precipitándose desde los montes, generan una gran perturbación, ya sea que ella misma se produzca por el aire dilatado por el calor, ya sea debida a diversos fluidos aéreos o por la acción conjunta de ambos.
3. Las exhalaciones malolientes, las ebulliciones cálidas, las heladas, etc. Además, no hay ninguna dificultad en aceptar el hecho de que lugares en los que hay frío y sequedad las aguas empiecen a hervir sin que haya ninguna indicación previa de calor cuando el agua es vertida sobre ese lugar; o que junto a una fuente de agua muy fría irrumpa una fuente de agua caliente; o que un movimiento de la tierra convierta una fuente de agua cálida en una de agua fría y que se modifiquen los cursos de los ríos; o que los ríos que fluían bajo la tierra vuelvan a la superficie; o que cuando se ponen los cimientos de un edificio, los arquitectos con frecuencia encuentren que todos sus trabajos han sido inútiles porque hallan arenas movedizas (arenas vivas, como algunos llaman); o que en ciertos lugares cuando se excavan algunos pozos, primero se encuentre agua cerca de la superficie de la tierra, pero después de que la tierra ha sido sacada y dejado una cavidad de varias brazas de profundidad, se encuentran aguas dulces que, cuando existe un punto de desagüe, salen al exterior y forman surtidores de mayor altura de la que antes se encontraban; o que todos los campos con árboles y casas se van hundiendo gradualmente, o que inesperadamente se destruyen, de modo que ahora se han formado grandes lagos allí donde antes estaban las ciudades, por lo que hay que afirmar que una llanura tiene el peligro de producir desastres entre sus habitantes, a no ser que ellos estén seguros de que esa llanura está asentada sobre roca; o que a intervalos se abran bocas que vomitan un aire pestilente, que se interrumpe cuando de vez en cuando algún material de algún tipo taponas esas bocas.

(44) Aquí Steno refuta las hipótesis del padre Athanasius Kircher (1601-1680) que en su *Mundus Subterraneus* de 1665 considera que las cadenas de montañas se sitúan como la espina dorsal de los continentes [ver SEQUEIROS, L. (2001). opus cit; y SEQUEIROS, L. (2001). *El Geocosmos de Athanasius Kircher. Lección Inaugural curso 2001-2002, Facultad de Teología de Granada, 71 pág.*].

(45) Con este mismo título, Steno intenta describir cómo los procesos de destrucción de los estratos dan lugar a que determinados procesos de la tierra se expliquen mejor, como son el funcionamiento de las fuentes y de los arroyos, los vientos que hacen erupción fuera de las montañas, las exhalaciones fétidas, frías o calientes, y otros fenómenos particulares.

(46) En el lenguaje del siglo XVII, se quiere significar que se producen en la parte alta de la atmósfera

[V. EL ORIGEN DE LAS ROCAS QUE PRESENTAN COLORES DIVERSOS Y DE LOS CRIADEROS DE MINERALES]

El origen de las piedras de varios colores y de los receptáculos de minerales

[52] La misma alteración en la posición de los estratos ha dado lugar a piedras diversamente coloreadas de todas clases, a la par que favorece la formación de los receptáculos donde se crían la mayor parte de los minerales; cuando éstos aparecen en las grietas de los estratos o en sus fisuras, esos materiales están ciertamente secos pero no duros; éstos se encuentran unas veces entre láminas o en fisuras; otras veces en los intersticios entre los estratos que están en la parte de arriba o de abajo, después del colapso de los estratos inferiores, o en los espacios vacíos que han dejado los cuerpos rocosos que se han desprendido. De donde se deduce que:

1. Podría demostrarse que tienen muy escaso fundamento (o incluso ninguno) las clasificaciones de las venas de minerales que los mineros han usado y que son supersticiosas tanto en el detalle como en los aspectos generales⁴⁷; de modo que la adivinación por medio de raíces y ramas de una abundancia de minerales con respecto a los metales debe ser sometida a duda; de igual modo que la opinión ridícula que mantienen ciertos chinos que usan la cabeza y la cola del dragón para descubrir la posición favorable para un lugar para un enterramiento en la cima de las montañas⁴⁸.
2. La mayor parte de los minerales en los que se ocupa el laboreo humano, no existían al principio de las cosas.
3. Muchas cosas pueden ser detectadas en el examen de las rocas, pero es una tarea vana intentar el examen de los mismos minerales, porque es más que probable que todos los minerales estén llenando las fisuras o los espacios vacíos de las rocas y obtienen su material a partir del vapor expulsado de las mismas rocas, ya esto suceda antes del cambio de posición de los estratos, tal como yo creo que ha sucedido en las montañas de Perú⁴⁹, o que el nuevo metal pueda crecer en el mismo sitio a partir de un metal agotado, como se creía más bien antes de que se conociesen las minas de hierro de Elba, ya que allí se encontraron enterrados instrumentos e ídolos que estaban rodeados no de hierro sino de tierra.

[Conclusión]

Por ello, mantengo la opinión de que estas cuestiones relativas a los estratos de la tierra deben ser examinadas con mucha más atención no solo porque los mismos estratos son cuerpos sólidos que tienen incluidos de forma natural otros cuerpos sólidos, sino también porque casi todos los cuerpos que están ahí contenidos han suscitado una multitud de problemas.

[V. SOBRE EL CRISTAL DE ROCA]

[1. Generalidades]

Sobre el cristal

[53] Por lo que concierne a la formación de los cristales⁵⁰, no voy a osar determinar aquí en primer lugar cómo han sido producidos; porque está al margen de todas las controversias el que no son relevantes las cosas que yo he tenido la suerte de leer en los trabajos de otros autores sobre esta cuestión⁵¹;

(47) *Sobre las leyendas y supersticiones de los mineros, cfr. MAZADIEGO, L. F. Y PUCHE, O. (1995). Mitos, genios, duendes y supersticiones en las minas. Boletín Geológico y Minero de España, 106(5), 489-500.*

(48) *Este asunto lo menciona el padre Athanasius Kircher en China Illustrata (Amsterdam, 1667).*

(49) *Aquí Steno alude a la descripción de oro y plata en la montañas del Perú, tal como relata el padre José de Acosta (en la Historia Natural y Moral de las Indias, Sevilla, 1590) [SEQUEIROS, L (2000). El padre José de Acosta (1540-1600), misionero, naturalista y antropólogo en la América hispana. Proyección, Granada, (47) 196, páginas 63-74]*

(50) *Cuando Steno habla de "cristales", se refiere a cristal de roca. El "cristal" en nuestro lenguaje normal es llamado por Steno corpus angulatum.*

(51) *La cristalografía de Steno (ELLENBERGER, 1898, 226) representa un siglo de avance en el conocimiento de la forma mineral, de modo que los historiadores de la geología consideran a Steno como uno de los pioneros de esta ciencia. El estudio pormenorizado de la cristalografía de Steno ha sido tratada por: AMORÓS, J. L. (1978). La gran aventura del cristal. Editorial Universidad Complutense, Madrid, 327 pág (sobre todo, las páginas 62-73; 121-124; 132-133; 150-153)*

a partir de la experiencia no se pueden sacar conclusiones concordantes sobre las irradiaciones, ni sobre la semejanza entre la forma de las partículas y las formas del todo⁵², ni sobre la perfección de la figura hexagonal y la confluencia del flujo de las partes hacia el mismo centro, ni sobre otras ideas del mismo tipo; esto puede estar claro a partir de varias proposiciones que yo quiero traer más adelante y que en otra parte, podrán ser confirmadas mediante experiencias que son muy evidentes. Pero para que no dejemos lugar a la confusión, es conveniente explicar los términos que yo utilizo para denominar las partes de un cristal.

[54] Un cristal⁵³ está formado por dos pirámides hexagonales y una columna intermedia⁵⁴ que es también hexagonal. Aquí yo llamo *ángulos sólidos terminales*⁵⁵ a aquellos ángulos que constituyen los vértices de las pirámides, y *verdaderos ángulos sólidos intermedios* a aquellos que se constituyen en la unión de las pirámides con la columna. Del mismo modo, denomino a los planos⁵⁶ de las pirámides como *planos terminales*; y a los planos de la columna, los denomino *planos intermedios*; el *plano de la base* es una sección perpendicular a todos los planos intermedios; y *plano del eje* es una sección en la que reposa el eje del cristal, compuesto por los ejes de las pirámides y el eje de la columna.

[2. Sobre el crecimiento de la materia cristalina]

[55] Se podría dudar todavía sobre el lugar a partir del cual comienza la primera concreción del cristal, y si se trata de un proceso que se da entre un fluido y un fluido, o entre un fluido y un sólido, o tal vez dentro del mismo fluido; pero el lugar a partir del cual una vez que se ha formado crece un cristal, es un lugar sólido que contiene ese cristal, bien sea una piedra de ese lugar, bien sea otro cristal que ya ha sido producido con anterioridad. Las porciones sobrantes son fluidas, si se exceptúan las irregularidades que pueden presentarse por la rugosidad de la roca o por otros cristales ya formados. Respecto a si el fluido ambiente es acuoso, no osaré dar una respuesta definitiva; además, ni siquiera es urgente lo que haya que decir sobre el agua incluida dentro de los cristales, ya que es cierto que, junto con el agua, puede también contenerse aire, pues se han encontrado muchos cristales que también incluían aire. Pero si el cristal ha crecido ciertamente en un fluido acuoso, todos los espacios que quedan en su interior podrían estar rellenos por todas partes con agua pues se ha observado persistentemente que el agua almacenada dentro por ese medio no desaparece durante muchos cientos de años.

[56] Las diversas cavidades en las rocas, producidas de diversos modos como se ha dicho más arriba, proveen el lugar para estos cristales; el hecho de que colinas enteras estén formadas de material terroso todo lleno de cristales no es un obstáculo para esto, considerando que las colinas de roca apropiadas para la formación de cristales se encuentran en la vecindad de dichas colinas, y que de estas montañas de material terroso se excavan grandes rocas que estaban desenterradas que se han desprendido rotas de las montañas cercanas; algunas de estas rocas muestran fisuras rellenas de una sustancia parecida al mármol, del mismo modo que las fisuras en los estratos de las montañas hechas de roca están también rellenas de ese material. Además, así como los fragmentos de los estratos caen desde las montañas cercanas y van formando colinas, podrían del mismo modo diseminarse por aquellas colinas los cristales arrancados de las cavidades de los estratos.

[3. Endurecimiento gradual de la materia que se añade a un cristal y sus consecuencias]

[57] Las siguientes proposiciones muestran lo que puede establecerse sobre el lugar de un cristal al que se añade nueva materia cristalina:

- I. Un cristal crece mientras se añade nueva materia cristalina al exterior de los planos de un cristal ya formado; por ello no hay lugar para aquellos que son de la opinión de que los cristales crecen de forma vegetativa; es decir, que los cristales atraen la sustancia nutritiva, y que la adhieren por la parte de la matriz, de modo que las partículas entonces recibidas del fluido de las rocas y transmitidas dentro del fluido del cristal se añaden internamente a las partículas del cristal.

(52) Se refiere Steno a la semejanza entre la composición química y la estructura cristalina, una idea muy avanzada para su época.

(53) Un cristal es un cuerpo sólido con forma geométrica, y por ello, cristalizado

(54) Se refiere al prisma hexagonal.

(55) Aquí se ha querido reconocer la ley de constancia de los ángulos en los cristales naturales.

(56) Para Steno, los planos son las caras de un cuerpo geométrico tridimensional. Más tarde volveremos sobre ello.

- II. Esta nueva materia cristalina no se añade a todos los planos sino principalmente a los planos del vértice o a los planos extremos, lo que hace que: 1. Los planos intermedios o planos cuadrilaterales se forman a partir de las bases de los planos terminales y, por ello, los llamados planos intermedios de algunos cristales son grandes, en otros son más pequeños, y en otros están totalmente ausentes. 2. Aunque los planos intermedios son casi siempre estriados, sin embargo los planos terminales retienen vestigios del material añadido a ellos.
- III. La materia cristalina no se añade a todos los planos terminales de forma simultánea ni en la misma cantidad. Por ello, esto hace que: 1. El eje de la pirámide no siempre se continúa en la misma línea recta con el eje de la columna. 2. Los planos terminales son difícilmente del mismo tamaño; en consecuencia, existe desigualdad en los planos intermedios. 3. Los planos terminales no son siempre triangulares del mismo modo que todos los planos intermedios no son siempre cuadrilaterales. 4. El ángulo sólido terminal se rompe formado muchos ángulos sólidos, lo que sucede frecuentemente con los ángulos intermedios sólidos⁵⁷.
- IV. La materia cristalina no está siempre enteramente cubierta por un plano, sino que ha dejado espacios desnudos cerca de los ángulos, a veces sobre los lados, y a veces en el centro del plano. De aquí se deduce que: 1. Lo que es llamado comúnmente el mismo plano, no tiene todas sus partes colocadas en el mismo plano sino en planos diversos, extendiéndose por encima de modos diferentes. 2. Lo que es llamado comúnmente como plano, en muchos casos no aparece plano, sino que se observa giboso. 3. Las desigualdades que aparecen en los planos intermedios parecen peldaños de una escalera.
- V. La materia cristalina añadida a los planos sobre los mismos planos, se extiende debido al fluido ambiente y se endurece gradualmente, de modo que: 1. La superficie del cristal se llega a hacer más lisa cuanto más lentamente se añade el material que se endurece, y se queda rugosa cuando dicha materia se endurece antes de que esté suficientemente extendida. 2. Puede observarse también el modo cómo el material cristalino se añade al cristal, ya que si éste se han endurecido de repente, el cristal muestra una superficie llena de pequeños montículos, de modo que parecen pústulas de aspecto diverso, parecidas a pequeñas gotas de fluido aceitoso que flotasen en un fluido acuoso; a veces, si una parte se ha endurecido más lentamente, el cristal muestra la superficie con pirámides trilaterales deprimidas. Los bordes retorcidos del material que se añade, muestran, tanto el lugar al que el material fluido se fue añadiendo, como el lugar en el que se fue extendiendo, y también la disposición del material añadido, esto es, cuál llegó primero y cuál llegó al final. Y de este modo, siempre aparecen desigualdades en los cristales de los montes; nunca vi ningún cristal cuya superficie entera tuviera la lisura que las caras fracturadas del mismo cristal muestra después de que haya sido fracturado; sin embargo, los escritores de asuntos de la naturaleza han difundido la idea de la lisura de los cristales extraídos de las montañas. 3. Si algunos cuerpos sólidos externos entran en contacto con la superficie del cristal antes de que se haya endurecido, aquéllos se engloban en el cristal como si lo hubiesen pegado con algún tipo de pegamento. 4. A veces parece que la materia cristalina se derrama a otros planos vecinos. 5. En aquellos planos, donde hubiera quedado algún sitio sin restos de materia cristalina adherida, y si llega nueva materia cristalina y se extendiese sobre ese mismo lugar, podrían producirse allí cavidades en algunas ocasiones, otras veces muchas láminas, y otras veces encierran parte del fluido externo que, en unos momentos es aire puro y en otras aire y agua.
- VI. El fluido externo recibe materia cristalina de la sustancia del substrato endurecido, de modo que: 1. Según que las rocas sean de diversos tipos, o que emitan fluidos diferentes, se producen cristales de diversos colores. 2. A veces, en el mismo lugar, los primeros cristales que se forman son de color más oscuro que aquellos que se han endurecido después. 3. Cuando las ostras, almejas y otros cuerpos se han descompuesto en la tierra, los espacios vacíos dejados por el cuerpo blando se rellenan de cristales.
- VII. El movimiento de los materiales cristalinos desde una zona en la que ya se han fijado los planos de los cristales ya formados, no se origina a partir de una misma causa, como es el movimiento subterráneo de un fluido, sino que puede originarse de varias maneras en cualquier cristal dado; y eso es así porque, en realidad, ello depende del movimiento de un fluido tenue que fluye desde el cristal ya formado. El resultado de todo esto es que: 1. La materia cristalina se añade, sin

(57) Ver lámina 6, al final.

que el cristal cambie de sitio, a los planos que hacen ángulos diferentes con el plano horizontal. 2. Cristales de diferentes formas son producidos por el mismo fluido. Dejo ahora de indagar si dicho fluido es aquel que se produce con la ayuda de la refracción, o si es de hecho un fluido diferente.

[4. Varios corolarios]

[58] Se prueba de forma concluyente que la eficacia de un fluido penetrante es sin duda grande. Así, la longitud de los filamentos que surgen alrededor de los polos de una magnete [imán] y que afectan a las limaduras de hierro, no solo actúan cuando los filamentos están directamente en contacto con la magnete, sino también cuando éstos están separados de él por un hoja de papel que se interpone⁵⁸. Cuando la magnete se mueve bajo el papel de diversos modos, mientras la magnete está quieta también lo están las limaduras por la otra parte; al terminar este estado estacionario, las limaduras describen sobre el papel por el otro lado todos los arcos que pueden dibujarse en el hemisferio; en otro momento las limaduras pueden moverse de un sitio para otro como un grupo de soldados; cuando con la magnete se dibuja una curva en sus proximidades, entonces las limaduras se acumulan como si fueran un cuerpo sólido.

[59] De modo semejante, puedo suponer que todas las pequeñas gotas que se forman en un recipiente, a partir de un material forzado a caer de una retorta, se unen mutuamente, bajo la acción de un fluido que las incluye; primero, se adhieren a la parte superior del recipiente, pero después, cuando las numerosas gotas han llegado a estar juntas en el mismo lado, éstas caen hacia abajo y forman varios hilos globulares que entonces se adhieren a los lados del recipiente y ocasionalmente se unen a los otros hilos.

Yo querría creer que hilos de esta clase que he observado algunas veces en el humor acuoso de un ojo consisten en glóbulos que se han formado de modo similar, y no querría creerlo de otra manera puesto que los hilos y las ramas se han producido en el fluido sin que haya adición de alguna cosa.

Pero sea lo que fuera, ha de considerarse que hay dos movimientos en el proceso de formación de un cristal: uno, el movimiento por el que el material cristalino se añade a ciertas partes del cristal y no a otras, un movimiento que me apetece más atribuirlo a un fluido tenue que lo atraviesa, y que se ilustra por el ejemplo de la magnete que he dado antes. El otro, el movimiento por el que nuevos materiales cristalinos, adheridos al cristal, se extienden sobre los planos; este movimiento debe estar derivado del fluido subterráneo puesto que, cuando los hilos de hierro han surgido de la magnete, por el movimiento del aire, cuando uno se va otro llega. A este movimiento del fluido subterráneo yo querría atribuirle el hecho de que no solo en un cristal, sino también en otros muchos cuerpos angulosos los planos opuestos son paralelos.

[60] Me sería posible demostrar, a partir de este discurso previo, que la causa eficiente de un cristal no es extremadamente fría⁵⁹, y tampoco lo son las cenizas quemadas que por la fuerza del fuego se hace vidrio, porque la fuerza del fuego solo no es quien produce el vidrio, porque no todos los cristales se han producido en el comienzo de las cosas, sino que los cristales se han producido incluso ahora; aunque no es una tarea más allá del poder humano detectar la formación del vidrio sin la violencia del fuego, se puede intentar investigarlo con un cuidadoso análisis de las rocas en las cuales hay cavidades donde se han formado los mejores cristales; por ello es cierto que dado que si se ha formado un cristal de un fluido, de modo que el mismo cristal puede disolverse en un fluido, podría conocer cómo de verdad se puede imitar a los verdaderos disolventes de la naturaleza.

[61] Y esto no desaprueba que ciertos cuerpos sólidos, una vez que ha sido removido su fluido disolvente, puedan ser disueltos por medio del mismo o de un disolvente similar; y esto sucede en cuerpos alterados por un disolvente y por la fuerza del fuego; pero el cristal, y todos los cuerpos angulosos que se disuelven en medio de un fluido o que se endurecen en medio de un disolvente, no pueden nunca perderse del todo porque siempre permanecen algunas partículas del cuerpo anguloso; y de este hecho depende la causa principal de la variación por la que los cristales difieren del vidrio no solo en el fenómeno de la refracción sino también en otras propiedades, ya que el vidrio no está presente en nin-

(58) *Steno se está refiriendo aquí a las experiencias con imanes realizadas y publicadas por William Gilbert en 1600 con el título De Magnete [GILBERT, W. (1600). De magnete. Maneticisque Corporibus, et de Magno magnete Tellure Physiologica Nova. Dover, Nueva York (trad. inglesa 1893, 1ª ed. en Dover 1958, reed. 1991)] Para una visión general del problema del magnetismo ver: P. ROSSI (1998). El nacimiento de la ciencia moderna en Europa. Editorial Crítica, Barcelona (sobre todo, pág. 160-168).*

(59) *En los tiempos antiguos se pensaba que el cuarzo se había formado por congelación en épocas extraordinariamente frías.*

guna parte del fluido disolvente, puesto que el vidrio se funde por la violencia del fuego; por el fluido por el que el cristal se endurece tiene la misma relación con el cristal como el agua ordinaria tiene con las sales; esto puede probarse fácilmente por inducción, puesto que son comunes la formación de las sales y la formación de los cristales.

[62] Pero, ya que estoy divagando demasiado lejos de la proposición que quería referirme aquí respecto a estas cosas, haré mención de una sola experiencia de observación que me ha parecido muy bella. En varios sitios en una misma piedra, se muestran láminas separadas una de otra estaban llenas de cristales, de los cuales algunos eran como agua [es decir, incoloros], otros muy transparentes, otros eran blancos, muchos estaban coloreados como la amatista, unas veces con colores sin mezclar y otras veces con mezcla de colores. Todos eran exactamente como los experimentos realizados con sales: los experimentos hechos con sal demuestran que el vitriolo y la alúmina disuelta en el mismo agua, después de que se consumiese la parte de agua, cada uno de los cristales se formaba separadamente sin que hubiera mezcla entre sus partes.

[VII. OTROS CUERPOS ROCOSOS CON CARAS FORMANDO ÁNGULOS]

[1. Los “cuerpos de hierro con caras formando ángulos”: los cristales de hematites]

Los cuerpos angulosos de hierro

[63] Los diferentes cuerpos angulosos de hierro⁶⁰ que he podido ver hasta ahora se pueden reducir a tres tipos. El primero de ellos es el tipo de cuerpos angulosos de forma plana, que se muestra más grueso en el medio, se adelgaza poco a poco hacia el contorno en el cual está limitado por todos lados por un borde agudo. El segundo tipo de cuerpos angulosos de hierro incluye los que están limitados por doce caras; y el tercer tipo es el de los cuerpos con veinticuatro caras. A veces, partiendo del segundo tipo se encuentra un cuerpo anguloso formado por seis caras planas que corresponden a dos pirámides trilaterales unidas una a otra por sus bases, con los ángulos de una de ellas dividiendo por la mitad los lados de la otra⁶¹.

[64] El segundo y el tercer tipo de cuerpos angulosos de hierro se parecen al cristal en estas cosas:

1. En primer lugar, se parecen en lo referente al lugar de producción, porque donde crece el hierro en parte es sólido, en parte fluido y está en las cavidades de la roca.
2. Luego, en el lugar en el que se añade la materia, porque en el hierro también el material no se añade a todos los planos sino sólo a ciertos planos, y no siempre a todos ellos, no todos al mismo tiempo, sino que unas veces lo hace a uno de los planos, otras veces a otros; a veces al final y otras veces a la mitad.
3. Además, en el lugar del que viene el material de hierro, ya que este material también parece que ha fluido de los poros de un cuerpo más sólido.
4. Finalmente en el modo cómo dicho material se dirige hacia el sólido por la operación de un fluido que lo atraviesa, y se derrama sobre el plano y lo deja liso por el movimiento de un fluido subterráneo.

[65] Estos cuerpos angulosos de hierro difieren del cristal en el material y en la forma; mientras que el material del cristal es transparente, el material del hierro es opaco⁶²; la forma del cristal tiene dieciocho planos, de los cuales doce planos están pulidos, pero los seis planos intermedios son estriados; en el segundo tipo del de hierro, sin embargo, se han contado doce planos, de los cuales seis son terminales y seis pulidos; y en el tercer tipo de los de hierro se cuentan veinticuatro planos, de los que los seis extremos son estriados, los dieciocho intermedios son pulidos; a veces entre los planos extremos estriados se intercalan otros seis pulidos, representando los lados truncados de dos pirámides triangulares. Me pareció digno de consideración algo que vi: es que un cubo truncado en bisel⁶³ pue-

(60) Se refiere aquí a cristales naturales constituidos químicamente por algún compuesto de hierro. Se refiere a las hematites. En Elba existen yacimientos de hematites fibrosas. Al final del Pródromo, Steno presenta en las figuras 14 a 19 (al final de este trabajo) diversas interpretaciones cristalográficas de los mismos. Una idea innovadora de Steno es la derivación por truncadura de las formas de los cristales.

(61) Estas últimas palabras definen aparentemente un romboedro y lo que sigue muestra que está rebajado.

(62) Aquí la sustancia de cristal de roca es explícitamente denominada materia de cristal, y la sustancia de hematites es llamada materia de hierro.

de ofrecer la representación de un número completo de los planos de los cuerpos angulosos de hierro del tercer tipo. Efectivamente, en éstos se encuentran seis planos de cinco lados que coinciden con las caras del cubo; cuatro ángulos de estos planos (pentagonales) dividen en dos cada uno de los planos del cubo: todos los planos restantes del cristal [las facetas triangulares] se encuentran de nuevo truncando los ángulos del cubo de una cierta forma. Todos los restantes planos se encuentran en las esquinas del cubo cuando ellas están truncadas de una manera determinada.

[66] Hay otra cosa en estos mismos cuerpos angulosos que no es menos digno de admiración: en el segundo tipo de cuerpos angulosos de hierro, los planos extremos están estriados y son de cinco lados, con el paso de tiempo se cambian en trilaterales; mientras que los planos intermedios, que son unilaterales y pulidos, acaban siendo de cinco lados y teniendo dos ángulos rectos, vecinos uno de otro. Entre cada par de estos planos de cinco lados, allí donde sus ángulos rectos se tocan, se constituye un par de planos triangulares o de tres lados, igualmente pulidos, cuyas bases coinciden con los lados perpendiculares de los planos de cinco lados; de tal manera que el segundo tipo de los cuerpos de hierro se transforma en el tercero.

[67] Yo estoy convencido, de igual manera, de que un cuerpo de veinticuatro planos debe haber sido formado por el mismo camino a partir de un cuerpo de doce planos. Y esto lo afirmo por las razones siguientes:

1. Porque en la misma masa de cuerpos de hierro, casi todos los cuerpos más delgados sólo tienen doce planos, mientras que los cuerpos más gruesos tienen veinticuatro.
2. Porque en determinados cuerpos con doce planos aparecen los inicios de planos triangulares que son aún accesorios y que, continuados, acaban la formación de un cuerpo de veinticuatro planos.

Yo he observado a veces en los planos triangulares una superficie lisa tan perfecta que no hay en absoluto ninguna irregularidad que sea evidente a mis ojos, lo cual es algo que yo nunca esperaría observar en un cristal; en otros ejemplares, he visto planos circulares más pequeños que se encuentran encima de planos circulares más grandes, de los cuales los más altos, en su mayor parte, estaban más próximos al vértice del triángulo, de tal modo que se me puede permitir dudar si son planos de cinco lados compuestos por bases de triángulos planos, porque allí existen vestigios de estrías paralelas a ellos.

Puede inferirse a partir de piezas de mineral de cobre, recolectados por vos de entre otras curiosidades de la Naturaleza, que en el caso de minerales de cobre, los cuerpos angulosos están formados del mismo modo a como fue descrito para los cristales de hierro; pero ya que todos los espacios del cuerpo están rellenos en abundancia de un material, es una tarea difícil poder investigar la forma completa de los cuerpos. Esto tampoco es diferente en modo alguno a lo que sucede con los cuerpos de plata que os fueron enviados desde Alemania⁶⁴.

[2. Sobre el diamante]

[68] Las mismas consideraciones pueden traerse aquí en cuanto al lugar y al modo de producción del diamante tal como se deduce de su misma estructura deducida de sus cristales, a saber:

1. Los cristales de diamante se han producido por un fluido que estaba incluido en las cavidades de las rocas, pese a que un famoso escritor de la India⁶⁵ intenta persuadirnos de que los diamantes vuelven a crecer en la tierra, después de que ha transcurrido un cierto tiempo desde que fueron extraídos.
2. Los diamantes han sido producidos a partir de un fluido por la adición de materiales diamantinos.
3. En la producción de diamantes deben tenerse en cuenta las acciones conjuntas de un fluido tenue que lo penetra todo y un fluido subterráneo.

Además, los diamantes presentan varias formas: desde algunos que tienen ocho planos y otros nue-

(63) La expresión inglete [truncato ad unguem] se ha traducido de formas muy diversas, aunque aún hoy siguen utilizándola albañiles y ceramistas con este mismo significado. No se trata del extremo, sino cortado a bisel.

(64) Se refiere Steno a los minerales de cobre y plata que formaban parte de la colección del Gran Duque Fernando II.

(65) SCHERZ, G. (1969). opus cit., comenta que los diamantes en la India se encuentran a veces incluidos en caliza. Cuando los diamantes se divisan en la superficie de la roca, los indígenas pensaban que habían "nacido" allí y crecían con el tiempo. El "famoso escritor" podría ser García de Horta (hacia 1490-1568), portugués, amigo de Camoes, que introdujo en Europa la flora de las Indias Occidentales (VERNET, J. (1975). Historia de la Ciencia Española. Instituto de España, página 128). El libro donde Horta incluye sus ideas es *Aromatum et simplicium aliquot medicamentorum apud Indos nascentium historia* (1574).

ve, hasta los que tienen dieciocho, y otros hasta veinticuatro planos; la mayor parte de ellos están estriados y algunos son lisos. Aunque algunos diamantes son angulosos, no obstante presentan a veces las superficies gibosas más que las superficies planas.

[3. Sobre la marcasita]

[69] El material anguloso de las marcasitas puede presentar varias formas⁶⁶: a veces, se incrusta la superficie de un plano; a veces, se encuentra condensada dentro de un cuerpo de muchos planos; a veces, la marcasita forma paralelepípedos rectangulares, que en el lenguaje común llamamos “cubos”, aunque sea infrecuente observar que todos sus planos sean iguales.

[70] Ya que me ha sido posible observar varios objetos con forma de cubos de marcasita, cuando he mirado los mismos cubos y los lugares en los cuales se han podido encontrar, mi opinión sobre éstos es que difiere en varias cosas su modo de producción y el modo de producción de los cristales:

1. Difieren en el tiempo de producción: ya que los cubos de marcasita han sido producidos antes de la producción de los estratos en los cuales estos cubos están incluidos; sin embargo, los cristales se han formado después de la producción de los estratos.
2. Difieren en el lugar de producción: para los cristales, al menos cuando se crían, descansan dentro de un cuerpo sólido, y consecuentemente están contenidos parcialmente en un lugar sólido y parcialmente en un fluido; pero los cubos de marcasita parecen haberse criado entre dos fluidos, ya que no hay en los grandes cubos cicatrices de cohesión con otro cuerpo, aunque a menudo se encuentran cubos pequeños que, cuando crecen, se adhirieron unos a otros en la superficie del fluido. Podríamos hablar además de una de las pruebas más sólidas que el gran Galileo propone⁶⁷, según la cual los cuerpos más pesados de esta clase pueden permanecer sobre la superficie de un fluido cuando una de sus superficies está en contacto inmediato con un fluido de otro tipo, que está encima y es más ligero; que ha existido a partir de dicho fluido otro fluido acuoso lo indica la materia de los estratos que se ha formado a partir del mismo.
3. Difieren la marcasita y los cristales en el modo y en el lugar de aposición: dado que el material de la marcasita se añade a todos los planos de los cubos, esto es lo contrario a lo que nosotros hemos establecido que sucede con los cristales. Esto se muestra claramente por la uniformidad de todas las superficies de los cubos que he obtenido por mí mismo de la rocas: en todos los planos de estos cubos había estrías paralelas a los dos lados, de modo que sin duda las estrías en planos opuestos corren el mismo camino pero los planos adyacentes mostraban diferentes direcciones en las estrías. De esta observación sobre la dirección de las estrías se sigue que los fluidos subterráneos se han dispuesto alrededor de cada cubo por un triple movimiento, uno de ellos perpendicular al horizonte, y los otros dos restantes paralelos al horizonte, pero formando entre sí un ángulo recto. No hay dificultad para explicar el modo de este triple movimiento, por el cual los fluidos tienden a moverse desde el centro de la Tierra, que el movimiento vertical es frenado por la base del cubo, por lo que este fluido se flexiona hacia los lados más estrechos (ya que el empuje de estos fluidos ascendentes es más fuerte a lo largo de los lados más anchos, y por ello no permite el paso en esa dirección) y de este modo, dos pares de planos han quedado marcados con trazos de estrías; el tercer par de planos recibieron sus estrías por parte del fluido que pasa entre el cubo y el fluido rebotando desde la base del cubo.
4. Difieren también los cristales y la marcasita en la perfección de la forma: en los cristales apenas se encuentra uno que se encuentre la forma deseada; en los cubos de marcasita, sin embargo, raramente se ha perdido alguna cosa. No es difícil encontrar la razón de esto, ya que en el cristal todos los ángulos sólidos, con la excepción de los ángulos terminales, son obtusos; y la materia cristalina se añade separadamente a cada uno de los planos, por lo que un plano dado se hace

(66) En el texto, las referencias a “marcasitas” se refieren fundamentalmente a las “piritas”. Steno usa el plural. ELLENBERGER F. (1989) opus cit., pág. 235 opina que Steno “se pilló los dedos” en este punto. La hipótesis de que el estado de la superficie de un cuerpo revela las condiciones de superficie del medio en el cual se ha formado, y que las superficies lisas y brillantes demuestran un crecimiento en el seno de un fluido, es demasiado arriesgada. Por ello, propone unos mecanismos de formación de la marcasita que pueden sorprendernos.

(67) Galileo Galilei en su *Discurso al Gran Duque de la Toscana Sobre las cosas que estando en el agua se mueven en ella* (1612) examina la flotación y concluye que un cuerpo sólido puede flotar sobre un fluido más ligero si una de las superficies del cuerpo toca un líquido por encima de él, que es más ligero que el primero.

menos perfecto, estropeando la forma de los planos vecinos, cuando más material se añade a él sólo. En los cubos de marcasita, sin embargo, ya que todos los ángulos sólidos son ángulos rectos, aunque un plano solo tenga nuevo material añadido a él, dicho plano siempre mantiene el mismo tamaño y los planos vecinos guardan su forma.

Se han observado otras cosas formando cubos de marcasita, tales como cubos incluidos dentro de otros cubos, material de marcasita cubierta con un material transparente que incluye marcasita, y otras cosas de este tipo que yo reservo para una Disertación especial propia

[4. Algunos problemas particulares relacionados con los minerales]

[71] Existen también cuerpos angulosos que se resuelven en láminas, como las selenitas⁶⁸ que son cuerpos romboidales y que están fracturados dentro de otros cuerpos romboidales⁶⁹; y existen otros varios cuerpos que, aunque difieren del cristal en muchos caracteres, sin embargo tienen mucho en común entre sí como es el que se han criado en un fluido a partir de un fluido; de ellos uno de los más famosos por sus propiedades químicas es el talco⁷⁰, de modo que se equivocan poquísimos los que creen que el cuerpo sólido del talco puede disolverse en un cuerpo fluido, ya que está fuera de toda controversia que ha sido formado a partir de un fluido; pero, sin embargo, no hay ninguna duda de que aquellos que quieren sacar del talco su sustancia a partir de la tortura del fuego no lo logran; pues en efecto, el talco, que está acostumbrado a ser tratado con suavidad por la naturaleza, llega a indignarse contra tal salvajada hecha por los amantes de la belleza, que como venganza, cede a Vulcano esta porción de su propia disolución que conserva incluida en su interior.

[72] Si se realizara una investigación minuciosa de los cuerpos angulosos, no solo de su composición sino también de su disolución, estaríamos prontos a obtener un conocimiento cierto de la variedad de cambios con que se agitan las partículas tanto de los fluidos sutiles como de los fluidos subterráneos, ya que esta parte de la Física, que pocos son capaces de tocarla, es necesaria a todos para una verdadera explicación de los trabajos de la naturaleza.

[VIII. LAS CONCHAS DE LOS MOLUSCOS]

Las conchas de animales con conchillas

[73] Entre los cuerpos sólidos que se encuentran incluidos de forma natural dentro de otro cuerpo sólido, se hallan algunos que, aunque no aparecen frecuentemente, no hay duda de que se trata de conchas de animales con conchillas⁷¹; por tanto, de ellos hablaré de manera amplia, considerando primero las conchas que hemos recogido del mar y después de aquéllas que han sido desenterradas en las montañas.

[1. Los animales actuales con concha]

Estas conchas que son de muchas clases diferentes. En algún momento del tiempo pasado encerraban un cuerpo vivo. Las conchas muestran a nuestros sentidos los siguientes caracteres:

1. En las conchas enteras se encuentran las conchillas; las conchillas se dividen en fibras⁷²; y estas fibras pueden reunirse en dos géneros que difieren por su color, su sustancia y su posición.
2. En las conchillas las superficies superior e inferior no son otra cosa que las extremidades de las fibras; y la superficie de su borde está formada por los lados de las mismas fibras situadas sobre el borde de la conchilla.
3. En la concha misma, la superficie interior es de la misma cosa que la superficie íntima o mayor

(68) Ver más arriba lo dicho sobre la selenita.

(69) Steno se refiere aquí a la calcita cristalizada en romboedros o mejor, a la dolomita.

(70) Parece ser [SCHERZ, G. (1969). opus cit.] que Steno se refiere al yeso. Steno considera que el agua se ha incluido mecánicamente. Podría ser que este concepto lo haya sacado de Agricola, que habla del talco como de un cosmético. [AGRÍCOLA, G. (1556). De re metallica. Dover, Nueva York. (traducción inglesa 1912, edición de 1986)

(71) Steno describe aquí con gran precisión la estructura fina de las conchas de los moluscos. Hemos traducido testae como "conchas". Para Steno, las "conchillas" (testulae) parecen ser las láminas o capas sucesivas debidas al crecimiento de la concha [SCHERZ, G. (1969). opus cit.]

(72) Fibra, para Steno, son los lechos calcínicos de la concha. Las fibras se manifiestan como finas estructuras transversales de la concha.

de la conchilla, mientras que la superficie exterior está compuesta de la superficie exterior de la conchilla más reducida y de la superficie de todos los bordes de las conchillas intermedias.

[74] Se han podido demostrar con evidencia las siguientes cosas sobre el modo cómo se producen las conchas de los animales⁷³:

- 1º La sustancia de los filamentos es como la sudoración⁷⁴ de los animales en la que ésta sustancia es un fluido secretado a través de la superficie externa del animal.
- 2º La forma de los filamentos puede ser producida de dos maneras diferentes: o bien por los numerosos poros del animal a través del cual los filamentos pueden ser secretados; o bien por el hecho de que la superficie del animal cuando crece, se va haciendo más grande que la superficie de las conchas que se han endurecido hace tiempo antes, y están separados de esta superficie anterior de modo que parcialmente acumula un fluido viscoso contenido entre las dos superficies entre los filamentos⁷⁵ (de un modo parecido a cómo lo hacen los fluidos viscosos), y parcialmente se añade a éstos por la secreción de un fluido nuevo ya que no hay otra sustancia que pueda situarse entre las dos citadas superficies.
- 3º La diferencia entre los filamentos depende de una diferencia en los poros, dado que la superficie del animal está perforada y por los poros son secretados los diferentes materiales; los animales de este tipo (los moluscos) poseen una sustancia entre los dos pliegues de su superficie, de las cuales una es más dura y la otra es más blanda, pero ambas son fibrosas; la observación más detallada de estos procesos podrían aportar no poca luz sobre el crecimiento de los huesos.
- 4º Todas las conchas, exceptuando las más externas o las más pequeñas, han sido producidas entre las capas externas de la concha y el cuerpo del mismo animal y por ello han tomado la forma independientemente; pero como consecuencia de su situación, el resultado es que en las ostras, el movimiento del animal y el aumento de sustancia dan lugar a menudo a alguna variación en la forma.

[75] En relación con la concha más externa, no puede existir ninguna duda de que el fluido procede del interior; la concha más externa, o bien cubre toda la superficie externa, o bien ésta está protegida por algún tipo de membrana. Yo pienso, sin embargo, que este último punto de vista debería ser el correcto si se observasen estas cosas:

1. Que los filamentos de todas las conchas restantes no hubieran estado tocados por el fluido que llega del interior en el momento en que se formaron.
2. Que como observamos en el berberecho espinoso, la *chama hirsuta*, existe una membrana o algo parecido a una piel que cubre el exterior de la concha. Pero el problema que se plantea es si la materia que lo cubre todo es imperceptible [es decir, si es inactiva], o si puede plantearse que los filamentos de la primera capa de la concha se han endurecido dentro del huevo, ya que la experiencia prueba que las ostras y otros testáceos⁷⁶ salen de un huevo y no se producen a partir de materia putrefacta⁷⁷.

[76] Por todo esto que se ha dicho se puede explicar fácilmente lo siguiente:

(73) Este texto es muy interesante, de modo que ha sido citado por José Torrubia en su Aparato para la Historia Natural Española de 1754 (pág. 97-98, número 116): "Como cada uno diversifique necesariamente su Concha de las que fabrican los vivientes de las otras especies, se deberá saber el modo con que se obra este mecanismo, para inferir de él, si en nuestros Montes se pudo hallar proporción y materiales para establecer entre tantos y tan diversos operantes (como se ven dibujados en el Índice y yo conservo petrificados en mi Celda) la insigne fábrica de sus Conchas. Oigamos al curioso Steno, que es el que en esta materia habló más delicada y sencillamente: "Circa modum, quo testae in animalibus produuntur, sequentia evidenter demonstrari possunt. Primo materiam filorum sudori animalium in eo similem esse, quod sit humor per superficiem exteriorem animalis excretus::: Tertio diversitatem filorum dependere a pororum diversitate, quibus animalis superficies perforata est, et a diversitate materiae, quae per eosdem poros excernitur; habet enim id generis animalium geminam substantiam in superficie, quarum altera durior est, et mollior altera, utraque fibrosa. Luego que el viviente marino sale de su huevo y comienza a nutrirse, se incrementan en él ciertos líquidos que circulan por la superficie y separándose por los poros, dan a unos Testáceos una figura y a otros, otra."

(74) Aunque el término más correcto sea "secreción" hemos conservado el arcaico de Steno de "sudoración".

(75) De una manera magistral, Steno va describiendo aquí el complejo proceso biogeoquímico de la construcción de las capas sucesivas (lo que él llama "filamentos") de la concha de los moluscos y que definen las líneas de crecimiento por secreción del manto.

(76) El concepto de "testáceo" está ya como categoría taxonómica en la famosa Enciclopedia (en diez volúmenes) de Ulisse Adrovandi (1552-1605) que apareció entre 1599 y 1616. Entre los animales "exangües" (sin sangre) están los Testáceos, que son los animales con caparazón, aproximadamente se corresponde con los moluscos actuales. Algunos autores, como POLLOCK [en SCHERZ, G. (1969) opus cit.] prefieren usar la palabra "marisco", pero no nos ha parecido el más adecuado.

(77) Steno se refiere aquí a un problema biológico muy debatido en su época, como es el de la generación espontánea. Aristóteles habla de ella (De Animalibus Historia, libro V, cap. 15, y en De generatione animalium, 23, III, 9, 10 y 11). En este debate terciaron Harvey, Redi y Malpighi. En el siglo XIX, los defensores de la Natusphilosophie fueron partidarios de ella. Los apoyos más fuertes les llegaron de los materialistas alemanes y de los transformistas, como J. B. Lamarck (1744-1829), G. Sain Hilaire (1772-1844), Robert Chambers (1802-1871) y Ernst Haeckel (1834-1919). Aunque los experimentos de Louis Pasteur (1822-1895) negaban la existencia de la generación espontánea, muchos evolucionistas siguieron creyendo en ella.

1. Que todas las variedades de coloraciones y de espinas que aparecen en las conchas tanto en las que tenemos aquí cerca como en las que vienen de fuera, son motivo de asombro; pero su diversidad no pueden tener otro origen que el borde⁷⁸ del animal encerrado en la concha. Y por ello, en verdad, este borde, creciendo y expandiéndose gradualmente a partir de algo extremadamente pequeño, deja su huella sobre cada lado de la concha. Por ello dichos márgenes: o se formaron a partir del fluido que ha sido secretado del otro borde del animal, o bien, como sucede en los dientes de los tiburones, crecen desde el principio en su propio lugar desde una edad temprana y envuelven a los dientes desde antes de salir.
2. Y respecto a la formación de las perlas (y no sólo aquéllas, las que estando adheridas a la concha no son del todo redondeadas, sino también aquéllas que han quedado encerradas dentro después de que se abran los poros y adquieren una forma redondeada dentro de los mismos poros). La diferencia entre las capas de las perlas y las capas de las conchas que contienen perlas es meramente que los filamentos de las conchas están situados de tal modo que están en el mismo plano, pero las capas de las perlas tienen sus filamentos distribuidos sobre la misma superficie esférica. Un ejemplo elegante de esto es suministrado por una perla que yo he roto con vuestra autorización⁷⁹. Esta perla, aunque era externamente blanca y brillante, sin embargo encerraba dentro un cuerpo negruzco que parecía, tanto por el color como por el tamaño, un grano de pimienta, en el cual el lugar de los filamentos, con sus extremos tendiendo hacia el centro, era muy claro y se podía distinguir el conjunto de las esferas constituidas por los mismos filamentos.

[77] Al mismo tiempo yo he visto que:

1. Los engrosamientos irregulares de algunas perlas no son otra cosa que algunas pequeñas perlas incluidas bajo la misma costra.
2. Muchas perlas que presentan un color amarillento están teñidas con un pigmento amarillo que afecta no solo a la superficie más externa de la esfera sino también a las esferas más internas; por ello no hay duda de que el color debe ser atribuido a los fluidos cambiantes del animal. Y esto es como el que buscaba lavar al Etíope⁸⁰ para dejarlo limpio, a no ser que el color haya sido adquirido, como por ejemplo, al llevar la perla natural al cuello, o cuando la perla era amarilla sólo en la esfera exterior, como podría ser en el caso de que los fluidos del animal hubiesen cambiado cuando las esferas interiores ya habían sido formadas.

[78] De aquí se deduce claramente el error en el que están aquéllos que, sin consultar a la Naturaleza, intentar por su cuenta imitar la producción de las perlas; pero nadie puede obtener éxito, siendo como otro Lúculo⁸¹ que quería llenar su acuario con conchas que produjeran perlas; y éstos, o buscan en los mismos animales el medio para multiplicarlos, o aprenden de aquí la dificultad que existe para imitar los trabajos de la Naturaleza. Yo no quiero negar que no sea posible hacer, de forma artificial, que los glóbulos se formen a partir de varios tejidos; pero sí querría yo considerarlo por la dificultad para conseguirlo de los mismos tejidos y de una serie de filamentos unidos unos a otros, que es el medio cómo se logra el brillo de la perla en el proceso de la naturaleza.

[2. Las conchas fósiles]

[79] Las conchas que yacen enterradas en la tierra pueden ser reducidas a tres clases:

La primera clase incluye aquéllas conchas que se parecen a las que acabamos de describir, como un huevo se parece a otro huevo, ya que en las conchas se encuentran las conchillas; en las conchillas, están los filamentos; y hay siempre la misma disposición de los filamentos. Aunque estos animales marinos con concha no se hubieran observado nunca, el examen de la misma concha probaría sufi-

(78) El borde del manto, diríamos nosotros.

(79) Se refiere a la autorización del Gran Duque Fernando II.

(80) Steno se refiere aquí a una fábula de Esopo (siglo VI) que la relata así: un hombre compró un esclavo etíope pensando que su color oscuro era consecuencia del descuido en su aseo personal. Lo llevó a su casa y lo empezó a lavar con jabón y estropajo, creyendo que podría dejarlo blanco a base baños. Pero todo esto no le permitió cambiarlo de color y cayó enfermo debido a estos lavados. Moraleja de esta fábula: lo que es característico permanece en lo que era.

(81) Steno cita lo que cuenta Plinio en su *Historia Natural* (VIII, 211) de un tal Lúculo que había construido en Nápoles un acuario con fuerte gasto. Removió una montaña y construyó una gran mansión, en la que un estanque en el que el agua salada no podía criar una abundancia de peces de agua salada.

cientemente que estas conchas fueron partes de animales que vivieron hace tiempo dentro de un fluido, como aparece en el ejemplo de las conchas de los bivalvos⁸².

[80] En el momento en que se formaron estas conchas bivalvas, la materia contenida entre las dos valvas:

1. Tenía una superficie lisa, perforada por innumerables poros, con una diversidad de dos tipos de poros.
2. Tenía una sustancia flexible y menos dura que la concha misma.
3. Comunicaba por una parte con la materia ambiental y por la otra no tenía con ella ninguna relación.
4. Poco a poco se retiró esta parte donde se le impedía tener relación con esa misma materia, y se cerró la comunicación libre con dicha materia.
5. La comunicación podía de vez en cuando abrirse, según la amplitud que permiten los goznes (las charnelas) de las valvas.
6. La concha creció desde tamaño pequeño hasta hacerse grande.
7. La concha transmitió la materia de la cual las conchillas estaban hechas, a través de su propia sustancia.

[81] En cuanto a la materia ambiental externa que forma las conchas:

1. Si no era enteramente fluida tenía una fuerza de resistencia menor que la que tenía la fuerza de dilatarse en el seno de la materia contenida entre las conchas.
2. Contenía la sustancia fluida apta para formar las fibras de las conchillas. Todas estas condiciones, tanto del lugar interno como del lugar externo, demostradas en la Disertación con argumentos y con figuras, manifiestan plenamente que existió un animal entre las conchas y un fluido ambiental en el exterior de las conchas.

La segunda clase de estas conchas es la de las que, parecidas a las que acabamos de describir, solamente difieren por el color y el peso. Mientras que algunas se muestran más ligeras de lo normal, otras son más pesadas debido que sus poros se han rellenado de un jugo ajeno; los poros de las primeras, por el contrario, se han ensanchado por la expulsión de las partes más ligeras. No digo nada más puesto que no son otra cosa más que conchas de animales o petrificadas o hechas cal.

[82] La tercera clase es la de las conchas, que son parecidas por su sola figura a las conchas que acaban de describirse, pero que sin embargo, difieren totalmente en todo lo demás; en efecto, no se observan en ellas ni conchillas, ni fibras y, aún menos, una diversidad de fibras. Algunas de estas éstas están rellenas “de aire”⁸³, otras son de piedra, de color amarillo o negro, otras de mármol, otras cristalinas, y otras de diversa materia. La producción de todas ellas la explico de la siguiente manera⁸⁴:

[83] Allí donde la fuerza de penetración de los jugos disolvió la sustancia de las conchas y, o bien hubiera absorbido la tierra de su interior, éstos mismos fluidos dejaron espacios vacíos dentro de las conchas (lo que aquí llamo conchas “de aire”); o bien han cambiado de composición cuando acontece que llega una nueva materia, y han llenado dichos espacios de la concha ya sea con cristales o con mármol o con piedras, de acuerdo con la variedad del material; aunque la clase más bella de mármol, el que llaman Nefrini⁸⁵, tiene su origen de esta manera; y no habiendo otra cosa más que el sedimento del mar, que llena toda clase de conchas de todo tipo, de aquí que el material rocoso ha reemplazado la sustancia descompuesta de las conchas.

(82) Aquí hay una errata de transcripción del texto latino de SCHERZ, G. (1969), que se ha solucionado acudiendo al texto inglés.

(83) El término “aéreas” es confuso. Algunos autores (SCHERZ, 1969) opinan que se trata de roca porosa. Personalmente me inclino a creer que se trata de “moldes” de fósiles, que dejan la “huella” (impronta), pero que están vacíos.

(84) Steno expresa aquí una concepción muy moderna de la fosilización.

(85) El término Nefrini no se sabe a qué se refiere Steno. Según SCHERZ (1969), un autor, Maar, sugiere que podría ser nefrítico, aludiendo al mármol que ahora se llama en italiano breccia. Targioni-Tozzetti citan la llamada Piedra Nefrítica en los edificios de Pisa. La nefrita (el jade) es un feldespato parecido a la actinolita, que se incluye en el grupo de la hornblenda conocido por Aldrovandi como Lapis Indicus que ciertamente no contiene conchas.

[Algunos ejemplos de conchas fósiles]

[84] La brevedad de mi plan no me permite dar una descripción de todas aquellas cosas que yo he considerado dignas de mención referentes a las clases de conchas recogidas de la tierra; por lo cual, dejando de lado otras cuestiones, citaré sobre esto y como ejemplos sólo las cosas siguientes:

1. La concha “perlífera” hallada en la Toscana, en donde la perla está adherida a la misma concha.
2. La parte más grande de la palma marina⁸⁶, en la que el color del biso⁸⁷ persiste en aquella materia terrosa que llenó a la concha después de la descomposición del mismo biso.
3. Hay también conchas de ostras de tamaño considerable en las que se encuentran algunas cavidades oblongas de gusanos que las han perforado, que son semejantes en todo a los gusanos que habitan algunos géneros de conchas en las piedras de Ancona, Nápoles y Sicilia⁸⁸. Estas perforaciones en las rocas, a menos que hubieran sido formadas por los insectos que fabrican nidos con el lodo (lo que apenas es creíble, pues la misma sustancia de la peña en la que no hay cavidades es la misma sustancia de los huecos, por lo que todas estaban adheridas cerca de la superficie), estas perforaciones, digo, han sido producidas por los gusanos. Lo cual se confirma por la superficie de la cavidad y está probada por el descubrimiento en muchas cavidades de un cuerpo, formado por filamentos gruesos, que coinciden con la cavidad en tamaño y forma⁸⁹. Ciertamente, las cavidades no han sido hechas por conchas ni por animales parecidos a las conchas ya que éstas carecen de órganos para masticar y la cavidad no se corresponde con la forma de las conchas. No debe pues sorprender que las rocas que están en contacto con el mar se encuentran adheridas en esas cavidades los huevos de organismos marinos, pero yo no he observado que esas cavidades hubieran estado deshabitadas. Pero si se ha podido constatar que las cavidades han sido hechas de un fluido petrificante que se ha endurecido alrededor de ciertos cuerpos, y algunas cavidades se han encontrado envueltas por todos lados por el mismo material faltando éste en la apertura.
4. También se ha observado una concha, parcialmente fracturada, en la que una incrustación de mármol, cubierta con varios balanoides⁹⁰, ha reemplazado la sustancia que fue desgastada; por tanto, es posible concluir con certeza que la concha había sido arrancada de su lugar por el mar, y arrastrada hacia dentro del mar, y cubierta después por un nuevo depósito y abandonada posteriormente por el mar.
5. También he observado huevos muy pequeños y turbinas⁹¹ que no pueden distinguirse a simple vista sino con ayuda del microscopio⁹².
6. Las pectinas⁹³, las turbinas y las conchas bivalvas que no aparecen cubiertas de material cristalino, sino que todas ellas son una sustancia cristalizada.
7. Varios tubos de gusanos marinos.

[IX. OTRAS PARTES DE LOS ANIMALES QUE SE ENCUENTRAN FÓSILES]

Otras partes de los animales

[85] Lo que aquí se ha dicho sobre las conchas se podría haber dicho también de diferentes partes de animales e incluso de los mismos animales enterrados bajo tierra, entre los cuales pueden ser reseñados los dientes de los tiburones, los dientes de pez diablo, las vértebras de los peces, y todo tipo de peces enteros, cráneos, cuernos, dientes, fémures y otros huesos de animales terrestres, casi todos

(86) Se trata del bivalvo *Pinna*, muy común en el mediterráneo actual y que puede tener gran tamaño. El biso se refiere a los filamentos que se sirven para adherirse al fondo.

(87) Steno utiliza correctamente en concepto morfológico y funcional de biso de los moluscos bivalvos.

(88) Las cavidades oblongas se deben referir a las producidas por los *Lithophagus* (*Lithodomus*), bivalvos que taladran las rocas. Estos bivalvos, pertenecientes al grupo de los mejillones (*Mytilidae*) perforan las conchas de los bivalvos *Melina*, *Ostraea* y *Pecten*.

(89) Esta cavidad se debe a las *Pholadomya*, moluscos de color rojizo y concha filamentosa.

(90) Los balanos son crustáceos cirrípedos que suelen vivir hoy adheridas a las rocas en las zonas marinas expuestas al rompeolas.

(91) Las turbinas son moluscos gasterópodos cuyas conchas tienen forma helicoidal.

(92) Este dato es de gran interés, por cuanto supone una gran modernidad en el trabajo de Steno el uso del microscopio. El uso científico del microscopio compuesto (provisto de objetivo y ocular) se debe a van Leeuwenhoek (1632-1723) pero es notable el hecho de que ya en 1669 ya cite Steno que se ha usado para observación de animales pequeños.

(93) En el siglo XVII se llamaban pectinas a las conchas con aspecto de peineta. MULLER (1776) crea el género taxonómico *Pecten*.

ellos parecidos a las partes de animales de hoy día o que difieren de ellos sólo en el color y en el peso, o que no tienen en común con ellos nada excepto la forma externa⁹⁴.

[86] Presenta gran dificultad explicar la presencia del incontable número de dientes que cada año se traen desde la isla de Malta, cuando apenas ningún navío llega hasta allí, ¡a no ser que fuesen transportados allí por medios milagrosos! Pero a esta dificultad yo no encuentro otras respuestas más que éstas:

1. El que cada uno de los tiburones posee más de seiscientos dientes, y que a lo largo de la vida del tiburón parece que le nacen nuevos dientes.
2. Que el mar, agitado por los vientos, tienda a arrastrar los cuerpos hacia un lugar determinado y que luego los suele acumular allí.
3. Que los tiburones acudan en manada, por lo que pudieran dejar muchos dientes en el mismo lugar.
4. También podría ser que en aquellas tierras cercanas a Malta, aparte de las diversas clases de los dientes de los tiburones, se encuentran también diversas clases de conchas; por ello, si el número de dientes nos podría convencer de que hay que adscribir su producción a la tierra, sin embargo el modo de acumulación de los dientes y la abundancia de animales individuales que debió existir, la existencia de una tierra semejante a la del fondo del mar, y la presencia de los otros cuerpos marinos en el mismo sitio parecen favorecer la opinión contraria.

[87] Para otros, la dificultad se presenta por la magnitud de los fémures, así como de los cráneos, de los dientes y de los demás huesos exhumados de la tierra; pero no es mayor esta objeción como es la de cantidad de estos restos; pero que hay que explicar también que el tamaño de éstos es mucho mayor de la acostumbrada, por lo que no debe inferirse que la causa es superior a la de las puras fuerzas de la Naturaleza, puesto que:

1. En nuestro tiempo se han observado cuerpos de hombres de muy gran estatura.
2. También es cierto que existen en algunos casos hombres de tamaño monstruoso.
3. Con frecuencia se interpretan como huesos humanos, los que son huesos de animales.
4. Lo mismo que se atribuya a la Naturaleza la creación de unos verdaderos huesos fibrosos se puede decir que la Naturaleza puede, sin que haya ningún resto humano, producir una mano humana.

[88] Hay personas para las que la larga duración del tiempo parece que les destruye la fuerza de los restantes argumentos, ya que no hay restos [de fósiles] de ninguna época que confirmen que haya habido inundaciones allí donde hoy se encuentran cuerpos marinos, si se exceptúa el diluvio universal, del que hasta nuestro tiempo se cuentan cuatro mil años⁹⁵; también arguyen que no parece razonable que una parte del cuerpo del animal haya resistido al desgaste durante muchos años, cuando se observa que, a menudo en el transcurso de pocos años, se ha realizado la destrucción completa de los mismos cuerpos. Pero es fácil replicar a estos incrédulos, ya que el resultado depende por completo de la variedad de los caracteres del suelo; porque yo he observado estratos de un cierto tipo de arcilla en la que se disuelven por la sutileza de los jugos todos los cuerpos englobados en ella; pero también he observado otros muchos estratos compuestos de arena que preservan todas aquellas cosas incluidas dentro. Tal argumento de experiencia puede tener valor para llegar a un conocimiento de esos jugos que son capaces de disolver cuerpos sólidos. Pero los argumentos siguientes proporcionan satisfactoriamente todo aquello que nos parece cierto: que la producción de muchos caparzones encontrados hoy debe reconocerse que es coincidente con las edades del diluvio universal. Es cierto que antes de los comienzos originarios de la Ciudad de Roma, ya entonces existía la poderosa en varones ciudad de Volterra; pero los caparzones de toda clase que se encuentran en las enormes piedras de aquel lugar (los restos de las anti-

(94) Steno vuelve aquí a tratar la interpretación de las glossopetras, que debía ser entonces un tema de discusión acalorada entre los naturalistas. Al año siguiente, en 1670, Agostino Scilla publicará, dedicando una gran atención a éstos fósiles, su libro clásico *La vana speculatione disingnata dal senso... donde defiende su origen marino de manera elocuente y erudita* (ELENBERGER, 1989:240). Ver también: SEQUEIROS, L. (2000). *Teología y Ciencias Naturales: las ideas sobre el Diluvio Universal y la extinción de las especies biológicas hasta el siglo XVIII*. Archivo Teológico Granadino, 63 (2000), 91-160.

(95) Nicolás Steno, con el principio geológico de la superposición de los estratos creó una de las bases más importante para la cronología relativa; pero su límite para la edad absoluta era de 6000 años (cronología bíblica). En este tiempo, la idea de que el diluvio bíblico señala el primer momento de la historia del mundo, estaba totalmente aceptada..

guas murallas), y no muy lejos de allí existe una piedra situada en medio del foro, repleta de conchas con caparazones estriados; y esto es tan cierto como que los caparazones encontrados hoy en dichas piedras ya se habían producido cuando se construyeron las murallas de Volterra.

Y que no se diga por alguien que sólo las conchas convertidas en piedra o incluidas dentro de las piedras no han sufrido daño con la corrosión del tiempo, pues toda la colina sobre la que estaba la ciudad más antigua de la Toscana ha sido edificada sobre sedimentos marinos, situados unos encima de los otros, paralelos al horizonte, en los que hay muchos estratos que no son rocosos en los que abundan auténticos testáceos que no han sufrido cambios de ningún tipo, y por ello es posible decir con certeza que estos testáceos que no se han cambiado de lugar y que se extraen hoy se produjeron hace 3000 años. Desde la fundación de la ciudad hasta el momento presente reconocemos que han transcurrido más de 2420 años; y ¿por qué no podemos conceder que han transcurrido muchas centurias desde que los primeros hombres trasladaron aquí sus casas hasta llegar a ser la multitud que floreció en el tiempo de la fundación de la ciudad? Si a éstos siglos les añadiésemos aquel tiempo, es decir, desde el momento de la producción del primer sedimento que constituye la colina de Volterra, hasta la retirada del mar de la misma colina y a la que llegaron los forasteros, ¿no ascenderíamos fácilmente hasta los tiempos del diluvio universal?

[89] La misma autoridad de la historia nos prohíbe dudar de que los huesos enormes que surgen en los campos de Arezzo no hayan resistido los estragos de mil novecientos años; por ello es cierto que:

1. Los cráneos de los asnos que allí se encuentran no son los de los animales de aquel clima, como tampoco lo son los fémures gigantes y las escápulas demasiado alargadas encontradas en aquel lugar.
2. Es cierto que Aníbal cruzó por allí antes del enfrentamiento con los romanos en el lago Trasimeno.
3. Es cierto que había en el mismo ejército asnos africanos y elefantes de inmenso tamaño que transportaban torres.
4. Es cierto también que mientras Aníbal descendía de las montañas de Fiésole, encontraron muy poca cantidad de agua potable, y la que hallaron en lugares pantanosos y era destinada a los animales que llevaban cargas pesadas.
5. Es cierto que, el lugar donde se encuentran estos huesos que fueron excavados estaban acumulados en varios estratos que estaban llenos de piedras que habían rodado desde las montañas debido a la fuerza de los torrentes; por lo que se deduce que no es posible establecer por los detalles dichos una concordancia entre la naturaleza del lugar y de los huesos con los datos de la historia.

[X. LAS PLANTAS FÓSILES]

Las plantas

[90] Lo que se ha dicho de los animales y de las partes de los animales conviene decirlo también de forma paralela de las plantas y de las partes de las plantas, ya se saquen de los estratos de la tierra, ya estén impresas en la sustancia de la roca. Pueden ser: 1) similares a las partes de las plantas, lo cual sucede pocas veces; 2) o bien o que solo difieren en el color y en el peso, lo que frecuentemente ocurre, ya sea quemadas como carbón, ya sea impregnadas por el jugo petrificante⁹⁶; 3) o también pueden solo corresponder con la figura, lo cual es muy abundante en varios sitios.

No hay duda de que las dos primeras clases fueron verdaderas plantas, puesto que la estructura de sus cuerpos nos fuerza a esta conclusión y tampoco es contradictoria con la naturaleza del lugar donde se obtienen. Los que ponen objeciones, diciendo que las maderas han sido trasladadas por acontecimientos del pasado, podrán afirmarlo basados en que es la superficie de la tierra la que contiene madera; porque allí, desecada a lo largo del tiempo la tierra, convirtió en polvo la madera incluyéndola dentro de ella misma; los que objetan diciendo que los poros de la madera se han rellenado de filamentos metálicos, diré que yo mismo extraje de la tierra troncos de madera con nudos y ramas y fragmentos de corteza, lo que testifica que en su origen eran plantas, aunque hubiese fisuras que pue-

(96) Steno imagina que la formación del carbón se debe a un "jugo petrificante" (una sustancia que es capaz de convertir objetos como la madera en piedra). Esta idea está ya presente desde la época de los aristotélicos. Robert Boyle y van Helmont tratan también de la problemática de los "jugos petrificantes".

den estar rellenas de materia mineral. De aquí, que este hecho puede dar mucha luz sobre el origen de los minerales si se hiciera una investigación sobre la madera y su localización para encontrar qué podría haber contribuido a la producción de los minerales.

Hay muchas cosas a las que se ha llamado bitúmenes [betunes], que no son sino carbones que han salido por las fibras y las cenizas de las partes que se han quemado.

[91] Una mayor dificultad presenta el tercer género de plantas, o las figuras de plantas inscritas en las piedras; hemos observado formas de esta clase en las formas dejadas por el hielo, o por el árbol mercurial⁹⁷ o por diversas sales cuando se volatilizan, y también por la sustancia blanca que es soluble en el agua⁹⁸; éstas no solo crecen en las paredes de un vaso de cristal sino que también van recreciendo en el centro y desde la base llegan hasta el aire libre. Pero si cada cosa se considera en su verdadera dimensión, nada parece oponerse a las opiniones expresadas; para las formas de las plantas que parecen escritas sobre las rocas pueden reconocerse dos tipos: unas plantas, están adheridas solo sobre la superficie de las grietas, las cuales yo concedería que fueron producidas fácilmente sin una verdadera planta, aunque no estando ausente un fluido; otras, plantas no sólo aparecen sobre la superficie de las grietas sino que también extienden sus brazos por todos lados a través de la misma sustancia de la piedra. De aquí se deduce que en el tiempo en que la planta fue producida, aunque ello se hizo de la manera como lo hacen las otras plantas, o en la forma de la planta de mercurio, en la sustancia de la piedra no se había depositado aún la naturaleza del fluido. Esto se ha confirmado después no solo por la consistencia más blanda de la misma piedra, sino también por los cuerpos angulosos⁹⁹ que aparecen frecuentemente en las dentritas de Elba, las cuales se forman solo en un fluido libre. Pero ¿para qué se necesitan otras pruebas cuando la misma experiencia está hablando? Yo he examinado varios lugares húmedos, algunos expuestos a la luz, algunos subterráneos donde, debido al agua que fluye, la roca hace crecer musgo dentro de ella, y otras plantas estaban cubiertas de nuevos musgos de otra clase.

[XI. CONCLUSIONES DE LA TERCERA PARTE]

[92] He revisado pues los principales cuerpos, de los cuales el lugar donde se les ha encontrado hace que su lugar de nacimiento se ha convertido en dudoso a los ojos de muchos. Y por ello mismo he indicado cómo, a partir de lo que es sensible, se puede sacar una conclusión de algo cierto sobre lo que no es sensible¹⁰⁰.

[D. CUARTA PARTE: un ejemplo de aplicación de lo dicho a la geología de la Toscana]

Los cambios diversos que han acontecido en la Toscana

[93] Así como el estado presente de una cosa dada nos puede descubrir cuál fue el estado pasado de esta misma cosa, esto mismo se presenta con evidencia claramente en la Toscana, en la que a partir del aspecto actual¹⁰¹ se pueden conocer los indicios de las desigualdades de los cambios diversos que han acontecido en el pasado y que ahora describiré en orden inverso desde la situación más actual hasta la más antigua y primitiva. [Ver la figura de la página 283]

1. Hubo un tiempo en el cual el plano inclinado A estaba en el mismo plano que el plano horizontal más elevado B; el borde (limbo) del plano en cuestión A (supuesto) así levantado, y por otra parte el borde del plano horizontal inferior C (actualmente) más elevado, se prolongaban más allá; sea que el plano horizontal inferior D estuviera entonces en el mismo plano que los planos

(97) El padre Athanasius Kircher escribió en *Mundus Subterraneus* (SEQUEIROS, L., 2000: El Geocosmos de Athanasius Kircher. Granada) algunas consideraciones sobre el modo de producir árboles metálicos con agua fuerte y mercurio.

(98) Se trata de cloruro amónico.

(99) Ya vimos más arriba que la expresión "cuerpos angulosos" se refiere a los cuerpos minerales naturales que se presentan cristalizados y por ello poseen "planos" (caras) y "ángulos" (aristas).

(100) Lo insensible son los restos fósiles en las rocas, que no están vivos; y de ellos se puede conocer cómo eran cuando eran sensibles, cuando tenía vida. La epistemología baconiana: a partir de lo real, llegar a conocer el funcionamiento de lo que no se ve.

(101) La palabra "facies" se acuñó formalmente en estratigrafía y sedimentología mucho tiempo después para designar otra cosa diferente [cfr. GRESSLY, A. (1838). *Observations géologiques sur le Jura soleurois*. Nouveaux Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, vol. 2, 1-349]. Ante la dificultad de encontrar otra traducción mejor, hemos adoptado la palabra "aspectos" (incluyendo las comillas), equivalente a facetas, apariencias, escenarios, conjuntos, esquemas...

horizontales más elevados B, C; sea que existiera allí (entre A y C) otro cuerpo sólido sosteniendo los bordes desnudos de los planos más elevados (véase más adelante nuestra alusión a las canteras subterráneas). O, lo que es lo mismo, en estos lugares donde hoy se ven colinas de rocas arenosas, cursos de agua, marismas, llanuras bajas, escarpes y planos inclinados, en otros tiempos todo era llano y en aquella época todas las aguas, tanto de lluvias como de manantiales, o bien inundaban esta misma superficie plana o bien se habían abierto por debajo canales subterráneos: por lo menos había cavidades bajo los estratos subterráneos.

2. En la época en que se formaba el plano B, A, C, y los planos subyacentes, todo el plano B, A, C fue cubierto por las aguas; o lo que equivale a lo mismo, en un determinado momento el mar se levantó por encima de las colinas formadas por rocas arenosas por muy altas que fueran.
3. Antes de que se formara el plano B, A, C, los planos F, G, I, tenían el mismo lugar que conservan actualmente, o lo que es lo mismo, antes de que se formaran los estratos de las colinas formadas por rocas arenosas, había en estos mismos lugares profundos valles.
4. En un determinado momento, el plano inclinado I estaba en el mismo plano que los planos horizontales F y G; y los lados desnudos de los planos I y G, o bien se prolongaban en continuidad, o bien había allí otros sólidos sosteniendo estos bordes desnudos, cuando se formaban dichos planos. O, lo que es lo mismo, en estos lugares en donde hoy se observan los valles entre las cimas planas de las altas montañas, hubo un tiempo una llanura continua bajo la cual se formaron inmensas cavidades antes de los hundimientos de los estratos superiores.
5. Cuando se formaba el plano F y G un fluido acuoso se extendía sobre él; o, lo que es lo mismo, hubo un tiempo en el cual las cimas planas de las más altas montañas estuvieron cubiertas por las aguas.

[94] Por ello, reconocemos en la Toscana seis “aspectos” geológicos diferentes; según éstos, la Tierra fue dos veces fluida¹⁰², dos veces plana y dos veces áspera [accidentada]; para la Toscana lo demuestro por inducción a partir de los múltiples sitios examinados por mí mismo y lo confirmo para la Tierra entera por las descripciones de los lugares variados proporcionadas por los diferentes autores. Pero con el objeto de que nadie tema lo peligrosa que pueda ser esta explicación novedosa, me propongo ahora exponer en pocas palabras la concordancia existente entre la Naturaleza y la Escritura, para lo cual revisaré las principales dificultades que podrían presentarse en relación con cada uno de los “aspectos” [ya citados] de la Tierra.

[95] Con respecto al primer “aspecto” de la Tierra, concuerdan la Escritura y la Naturaleza en que todo estaba cubierto por las aguas; pero sobre cómo y cuándo sucedió esto, y cuánto tiempo duró este cubrimiento, la Naturaleza no dice nada, y la Escritura sí ha hablado. Que hubo un fluido acuoso en un momento en que los animales y plantas no existía aún y que este fluido acuoso lo cubría todo, lo prueban plenamente la presencia de los estratos de las más altas montañas, en las que falta cualquier cuerpo heterogéneo: su figura es testimonio de la presencia del fluido; su materia lo es de la ausencia de cuerpos heterogéneos; y la similitud, tanto de materia como de figura, en las estratos de montañas diferentes y alejadas unas de otras, demuestra que este fluido fue universal.

Pero si alguien dijese que en estos estratos los cuerpos sólidos de diversa naturaleza contenidos en ellos han sido destruidos en el transcurso del tiempo, no podrá negarse en absoluto que en este caso se debería observar una diferencia clara entre la materia del estrato y la materia que se filtró por los poros del estrato y relleno los lugares de los cuerpos consumidos. Pero si a pesar de ello, en determinados lugares se hallaran por encima de los estratos del primer fluido otros estratos que contienen cuerpos diversos [los fósiles], de esto no se deduciría nada más, sino que se habrían depositado nuevos estratos producidos por otros fluidos sobre los estratos procedentes del primer fluido, y su materia podría igualmente rellenar las ruinas de los estratos que aún permanecen y que fueron producidos por el primer fluido. Y así nosotros volvemos otra vez a lo mismo: que en el momento en que los estratos de materia no mezclada, que es patente en todas las montañas, se estaban formando, el resto de los estratos no existía todavía; pero que todas las cosas estaban cubiertas con un fluido desprovisto de plantas, animales y otros cuerpos sólidos. De aquí que nadie pueda negar que los estratos de esta clase podrían haber sido producidos inmediatamente por el Primer Motor, tal como atestigüamos claramente por la concordancia entre la Naturaleza y la Escritura.

(102) Diríamos nosotros, que por dos veces estuvo cubierta por las aguas lo largo de su historia.

[96] En cuanto al segundo “aspecto” de la Tierra, que fue plana y seca, la misma Naturaleza calla sobre cuándo y cómo pudo comenzar; sin embargo, la Escritura sí habla. Sin embargo, respecto a la cuestión de cómo era el aspecto de esta tierra [de la Toscana] tal como se muestra por lo que se observa, se puede confirmar con la Escritura a lo que da el asentimiento la Naturaleza, ya que ésta muestra que las aguas que manaban de una fuente regaban toda la tierra¹⁰³.

Respecto al tercer “aspecto” de la tierra, la que se ha denominado áspera, respecto a la pregunta de cuándo comenzó, ni la Escritura ni la Naturaleza pueden determinar nada. Sobre la explicación de por qué existió la gran desigualdad, la Naturaleza lo demuestra; y la Escritura hace mención, sin embargo, al citar los montes del Diluvio. Por otra parte, a la pregunta de cuándo fueron creados aquellos montes que menciona la Escritura, ¿serían esos mismos montes como los montes de hoy? La profundidad de los montes ¿existían al comienzo del Diluvio, sería como los de hoy? Al quedar deprimida o hundida la superficie ¿se debió a la surgencia de las aguas por la ruptura de los estratos que habrían abierto nuevas convulsiones? Esto no lo determinan ni la Escritura, ni la propia Naturaleza.

[97] Acerca del cuarto “aspecto”, que se refiere a cuando todas las cosas eran las aguas [del mar], parece causar mayor dificultad, aunque en verdad no es fácil que vuelva a ocurrir. Que hubiera existido un mar con un nivel más alto del que se acostumbra ver hoy, lo atestigua la génesis de las colinas en las que hay el sedimento del mar; y éstas cosas se observan no solamente en la Toscana, sino también en muchos lugares que están alejados del mar, en los cuales las aguas descienden hacia el mar Mediterráneo; e incluso en aquellos lugares en los que las aguas corren hacia el Océano. La Naturaleza no contradice a la Escritura cuando aquélla determina a qué altura llegó el mar¹⁰⁴, puesto que la observación muestra que:

1. Existen indicios ciertos de la llegada del mar que se encuentran en lugares que están elevados cien pies sobre la superficie actual del mar.
2. Nadie podría negar esto: que si en el comienzo de las cosas todos los materiales sólidos de la tierra estuvieron cubiertos por un fluido acuoso, éstos pudieron quedar cubiertos otra vez por el fluido acuoso, ya que ciertamente el cambio de las cosas naturales ha sido continuo, por lo que la acción natural no ha producido la destrucción total ¿Quién ha investigado la estructura del interior de la tierra y podría negar la posibilidad de la existencia de enormes espacios allí, unas veces llenos de fluidos acuosos, y en otras ocasiones llenos de fluidos aéreos?¹⁰⁵
3. No se sabe y es completamente incierto, que en los comienzos del Diluvio existiera la profundidad de los valles; sin embargo la razón incita a creer que en los primeros siglos del mundo había pequeñas cavidades que se habían formado al ser corroídas por el agua y el fuego, de modo que por ello se produjeron allí hundimientos no muy profundos de los estratos; sin embargo, podemos afirmar que los altísimos montes de los que hace mención la Escritura eran las montañas más altas que se encontraban en aquellos tiempos, pero no más altas que las que ahora vemos.
4. Si el movimiento de algunos seres vivos hubiera podido hacer aquello o esto, o que libremente y por su voluntad las aguas volviese a los lugares secos fuera del lugar que ocupaban, o que a veces éstas tierras se inundasen con nuevas avenidas de agua, ¿por qué no podríamos nosotros estar dispuestos a conceder a un Primer Motor de todas las cosas aquella misma libertad y las mismas fuerzas?

Respecto al tiempo del Diluvio Universal de la Historia Sagrada todas las cosas que minuciosamente se declaran aquí no están en contradicción con la historia profana. Las ciudades más antiguas de la Toscana, algunas de las cuales están edificadas sobre colinas que fueron producidas por el mar, se fundaron hace más de tres mil años; en Lidia, sin embargo llegamos a cerca de cuatro mil años, de lo que se puede deducir de este hecho que el momento en el que la tierra firme fue abandonada por el mar está de acuerdo con el momento de que hace mención la Escritura¹⁰⁶.

(103) Alude el texto bíblico del Génesis 2, 10-14 (de la edición latina de la Vulgata): un río nació en la mitad del jardín del Paraíso y se dividió en cuatro ríos.

(104) Steno tiene sumo cuidado en no aportar datos que puedan hacer entrar en conflicto los datos bíblicos de la Escritura (que como buen luterano creía que era necesario leer y entender al pie de la letra) y los datos procedentes de su propia observación (y que como buen seguidor de Francis Bacon veía como verdades referentes a la Naturaleza).

(105) Aquí Steno está aludiendo a las ideas sobre el Geocosmos de Mundus Subteraneus de Athanasius Kircher (ver L. SEQUEIROS (2001). *El Geocosmos de Athanasius Kircher: una imagen organicista del mundo en las Ciencias de la Naturaleza del siglo XVII*. Lull, Soc.Españ. de Historia de las Ciencias y las Técnicas, 24, 755-807).

(106) Debido a su concepción del desarrollo histórico de los sedimentos y de las montañas, Steno rompe con el esquema rígido de una única creación que ya está terminada. En la cronología bíblica, opina que se necesitaron entre 3.700 y 7.000 años para explicar la extensión del tiempo desde los “días” de la Creación.

Respecto a cómo explicar el modo cómo surgieron las aguas, podríamos aducir varios argumentos procedentes de las leyes de la Naturaleza. Porque si, por ejemplo, alguno dijera que en la Tierra el centro de gravedad no está siempre en centro de la figura, sino que a veces se aleja de una de sus partes y a veces de otra, en la medida en que las cavidades subterráneas se hubieran ido formando en lugares diferentes, entonces se podrían explicar fácilmente cuestiones como ésta: ¿por qué el fluido que lo cubría todo en el principio de las cosas, lo abandona todo dejando en seco determinados lugares, para volver a ocuparlos de nuevo?

[98] Con la misma facilidad se puede explicar el diluvio universal, si suponemos que alrededor del fuego situado en el centro de la esfera de la Tierra está situada una esfera de las aguas, o por los menos si allí hubiera grandes depósitos; de aquí que sin que tuviera que cambiar nada la posición del centro de gravedad de la tierra, se podría producirse la efusión del agua encerrada¹⁰⁷.

Pero a mí me parece que hay un modo más fácil para explicar por qué se encuentra una suficiente cantidad de agua en los valles de menor profundidad sin tener que acudir al cambio de centro, o a la forma de la tierra o a la gravedad. Y esta explicación sencilla sería la mejor si admitiéramos:

1. Que algunos fragmentos de determinados estratos que han caído atascan los conductos subterráneos por los cuales el mar envía el agua al manantial de las fuentes al penetrar en los huecos de la tierra.
2. Que el agua encerrada en las vísceras de la tierra (lo cual ninguno de los mortales pone en duda), ha sido en parte lanzada hacia las fuentes por la fuerza del fuego subterráneo (de todos conocido); y en parte, ha sido arrojada por los poros de la tierra hacia el aire en los lugares aún no cubiertos por las aguas; por ello, las aguas caen al suelo en forma de lluvia, no solo porque ella está siempre presente en el aire, sino también porque está mezclada con él del modo dicho.
3. Que el fondo del mar se ha elevado, debido a la expansión de las cavernas subterráneas.
4. Que las restantes cavidades que hay sobre la superficie de la tierra se llenan de materia terrosa, que ha sido rebajada desde sitios muy altos por el continuo modo de actuar de las lluvias.
5. Que la misma superficie de la tierra era entonces menos desigual, ya que entonces estaba más cerca de su estado original.

Si aceptamos estos puntos, no estaríamos admitiendo nada que sea contrario ni a la Escritura, ni a la razón, ni a la diaria experiencia. Lo que sucedió en la superficie de la tierra, mientras estuvo cubierta por las aguas no lo declaran ni la Escritura ni la Naturaleza; podemos asegurar que en aquel tiempo se produjeron profundos valles por causas diversas:

1. Por la fuerza de fuegos subterráneos que formaron cavidades que se hicieron y que dieron lugar a hundimientos muy grandes.
2. Y es así porque era necesario abrir a las aguas un retorno hacia las profundidades de la Tierra;
3. Y es así porque hoy se observan en sitios lejanos del mar valles profundos repletos de sedimentos marinos.

[99] Con respecto al quinto “aspecto” de la Toscana, en el que otra vez se revela la sequía, la tierra mostraba grandes planicies; esto lo demuestra la observación de la Naturaleza, sin que lo niegue la Escritura. En cuanto a saber si el mar se retiró rápidamente o si más bien la abertura de nuevas simas permitió descubrirse a nuevas regiones en el transcurso de los siglos, como sobre esto la Escritura calla, no se puede determinar nada; y si nos referimos a lo que debió ser la historia de las gentes desde los primeros siglos después del diluvio, no es lícito declarar nada cierto sobre este tema por lo que debe ponerse muy en duda debido a creencias llenas de fábulas.

Esto sí que es cierto. Que una gran cantidad de la tierra es arrastrada cada año al mar (lo cual se muestra fácilmente a la mirada de aquel que considera atentamente la amplitud y el largo trayecto de los ríos a través del interior de las tierras así como el número incontable de torrentes en las regiones Mediterráneas), por lo que al ser acumuladas las tierras por los ríos en las cercanías de las orillas del mar dejaron nuevas tierras aptas para ser habitadas. Estas cosas están confirmadas por la opinión de los Antiguos que hablaban de regiones enteras que se habían formado por la acción de los ríos y que tenían el mismo nombre que

(107) Esta interpretación se parece mucho a la propuesta por Descartes años antes. Ver las imágenes que hemos recogido en la parte introductoria, (Oeuvres de Descartes, edición de Ch. Adam y P. Tannery de 1905, volumen VIII, París, página 229).

esas regiones; y también por la tradición de los Griegos, que relataban la historia de hombres que descendiendo gradualmente de las montañas, habían habitado regiones marítimas que era estériles debido al exceso de humedad pero que se fueron haciendo fértiles con el discurrir del tiempo.

[100] El sexto “aspecto” de la Tierra es obvio a los sentidos, pues en éste los citados valles se fueron modificando debido a diversos canales, valles y precipicios, sobre todo debido a la erosión de las aguas, y a veces también debido a la salida de los fuegos; no es esto algo de lo que haya que admirarse, ya nunca leí en los Históricos, en qué tiempo sucedieron estos cambios.

La historia de los primeros cientos de años después del Diluvio contada por los autores profanos es confusa y llena de puntos dudosos; pero transcurridos los años, los historiadores comenzaron a celebrar los hechos de los varones ilustres, pero no los milagros de la Naturaleza. Echamos de menos sin embargo, los documentos citados por los escritores, en los cuales narraron la historia de los cambios acontecidos en los diversos lugares; y así, el resto de los autores, cuyos escritos se conservan, solamente algunos relatan casi año por año las maravillas de la naturaleza, los fuegos que brotan en las tierras, los desbordamientos de mares y ríos; así, éstos autores demostraron fácilmente que en los cuatro mil años se produjeron muchos y variados cambios; si esto es así, se equivocan mucho los que denuncian múltiples errores en los escritos de los Antiguos, por el hecho de encontrar en ellos desacuerdos con la geografía de hoy. Yo no quiero fácilmente dar fe a las narraciones fabulosas de los antiguos; pero parece ser que sucedieron muchas cosas allí a las que yo no negaría darles crédito.

Pues desde luego muchas cosas de allí sorprenden, y de las que me parece que dudo que sean más falsas que verdaderas, como son: que el mar Mediterráneo está separado del Océano occidental; que se pueda pasar desde el mar Mediterráneo hasta el mar Rojo; que se hayan hundido las islas de la Atlántida; que sea verdad que hayan existido los diversos sitios citados en los itinerarios de Baco, Triptolomeo, Ulises, Eneas y otros, ya que no se corresponden con cosas que están sucediendo hoy.

Sobre los numerosos cambios que se produjeron en la Toscana en todo el espacio limitado por el río Arno y el Tíber, proporcionaré demostraciones evidentes en la misma Disertación y, a pesar de que no sea posible asignar el tiempo en que cada uno ocurrió, aportaré, sin embargo, pruebas sacadas de la historia de Italia, de manera que no quede ninguna duda.

[CONCLUSIÓN]

Esto no es más que la relación sucinta, incluso apresurada, de las cosas que yo había decidido exponer en la *Disertación* misma, de una manera a la vez clara y más extensa, añadiéndole la descripción de los lugares en los cuales he observado cada uno [de los hechos]

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

[101] Como quiera que la brevedad de la precipitada descripción, dejase expuestas no pocas cosas que no están claras, principalmente en donde se trata de los cuerpos angulosos y de los estratos de la tierra; para poner algún remedio a esta falta, he decidido entre otras muchas cosas, juntar aquí las siguientes figuras [páginas 282 y 283], seleccionadas de entre otras muchas.

Las trece primeras figuras, pretenden explicar los cuerpos angulosos de cristal, y se han reducido a dos clases.

[102] La primera clase contiene siete variedades del plano [las caras del cristal] en las cuales se incluye el eje del cristal. En las figuras 1, 2 y 3, los ejes de las partes, de las que se compone el cuerpo del cristal, forman una línea recta; pero hay una columna intermedia que se echa de menos en la figura 1, aparece más pequeña en la 2, más larga en la 3. En la figura 4, el eje de las partes que constituye el cuerpo cristalino no forma una línea recta. Las figuras 5 y 6 son figuras del género de aquellas que pude traer para probar que en el plano del eje, tanto el número como la longitud de los lados han cambiado de varias maneras sin que los ángulos hayan sido modificados¹⁰⁸, y que han aparecido diversas

(108) Hay aquí una clara referencia a la ley de la constancia de los ángulos en los cristales.

cavidades dentro del cristal, en las que se han formado lamelas. La figura 7 muestra cómo tanto el número como la longitud de los lados en el plano del eje, han crecido de varias maneras con frecuencia, a veces han decrecido, dejando un material cristalino nuevo sobre el extremo de los planos [caras] de las pirámides.

[103] La segunda clase contiene seis diferencias en la base del plano. En las figuras 8, 9, 10 y 11, existen solo seis lados, y estos con diferencias, como en la figura 8 en la que todas las caras de la figura son iguales. En las figuras 9 y 10, son iguales no todas las caras, sino las opuestas; en la figura 10, las caras desiguales son las opuestas. En la figura 12, el plano de la base, que debe ser octogonal, tiene doce lados. La figura 13 muestra cómo a veces la longitud y el número de las caras en el plano de la base han cambiado de modos diferentes cuando un nuevo material cristalino se añade a los planos de las pirámides, sin que los ángulos cambien¹⁰⁹

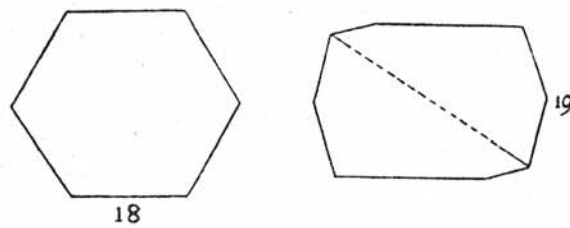
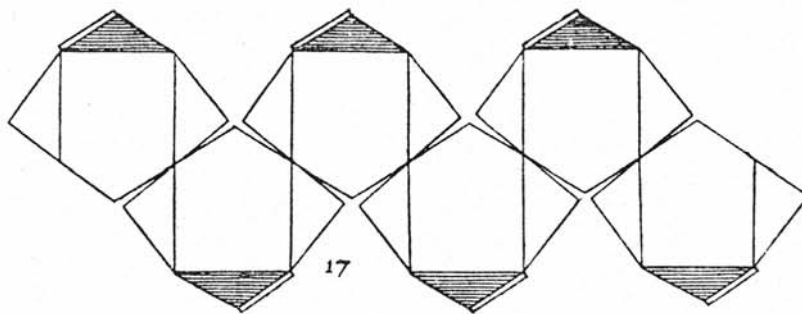
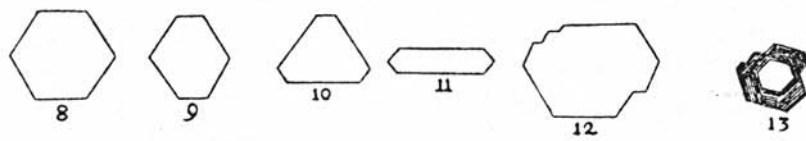
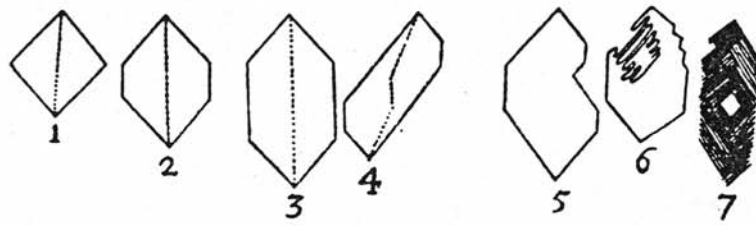
[104] Las seis figuras siguientes explican dos diversos géneros de los ángulos de los cuerpos de hierro. Las figuras 14, 15 y 16 sirven para explicar que estos cuerpos de hierro con caras angulosas tienen doce planos; y la figura 14, ciertamente, muestra que todos aquellos doce planos y se han dibujado en un solo plano, de los cuales seis son triangulares y lisos, y los seis restantes son pentagonales y estriados; la figura 15 muestra el plano de la base del mismo cuerpo. La figura 16 es el plano del eje del mismo cuerpo.

Las figuras 17, 18 y 19 sirven para explicar que aquellos cuerpos de hierro con caras angulosas tienen treinta planos [caras] que se muestran aquí dibujados en un plano, de los cuales seis planos [caras] son pentagonales y pulidos, doce triangulares, también pulidos, seis triangulares y estriados, seis cuadrilaterales, oblongos y pulidos. La figura 18 es el plano de la base del mismo cuerpo. La figura 19 es el plano del eje del mismo cuerpo.

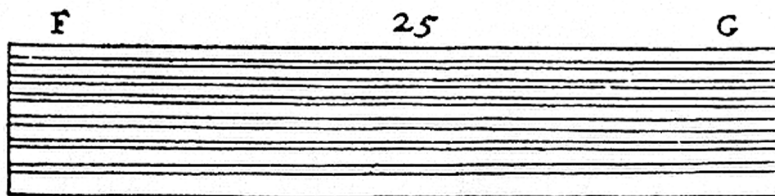
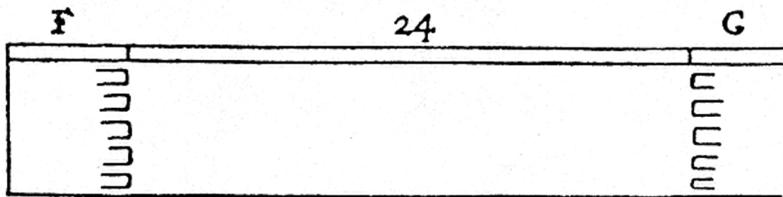
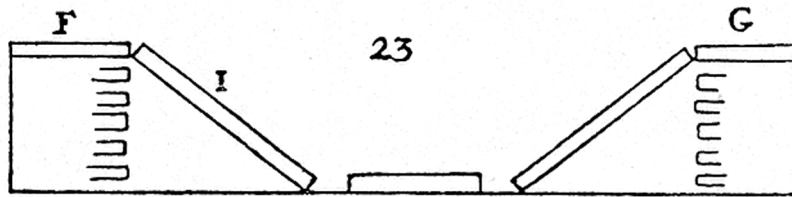
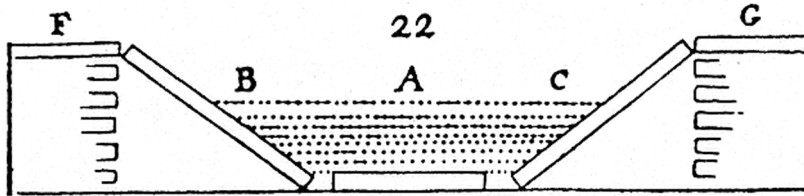
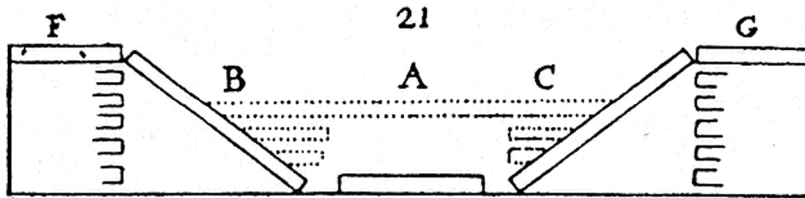
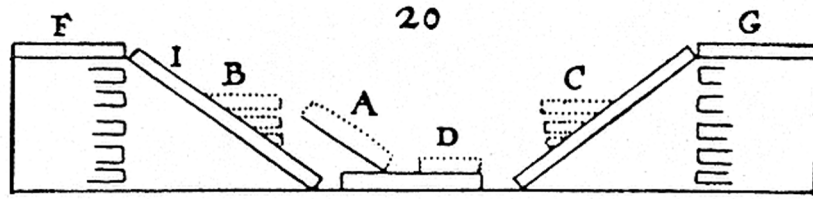
Las seis últimas figuras, aunque indican cómo pueden inferirse a partir de la apariencia actual de la Toscana seis “aspectos” diferentes, y al mismo tiempo sirven para hacer más inteligible todas aquellas cosas, acerca de los estratos de la tierra, de las que hemos hablado. Las líneas señaladas con puntos representan estratos de tierra arenisca, (así es llamada por muchos), aunque esté mezclada con estratos con una gran variedad de arcilla y piedras; las restantes líneas representan estratos de piedras, así mismo por fuerza de esta manera dicha, pues a pesar de que entre ellas estén colocadas otras de estrato de sustancia blanda.

En la misma *Disertación* expliqué las interpretaciones de las figuras, con el orden en que están colocadas entre sí. Aquí reseñaré ahora brevemente el orden de los cambios acontecidos. Muestra la figura 25, el corte perpendicular [de las capas de estratos] de la Toscana, en la época en que los estratos de piedra estaban enteros y situados uno encima del otro de forma paralela respecto al horizonte. En la figura 24 se muestran ingentes cavidades y huecos, bien ocasionados por fuegos o por aguas, manteniéndose intactos los estratos superiores. La figura 23, enseña cómo, a causa de la rotura de estratos superiores, surgen los montes y los valles. En la figura 22 se explica que por la acción del mar se producen nuevos estratos en los dichos valles. En la figura 21 se muestra que parte de los estratos inferiores de los nuevos estratos han sido destruidos, mientras que los estratos superiores permanecen sin romperse. La figura 20 esquematiza que las colinas y valles existentes allí, se han producido por la ruptura de los estratos superiores arenosos.

(109) Esta es una segunda referencia a la ley de constancia de los ángulos de los cristales. Algunos autores han querido ver en Ste-no el descubridor de este importante ley de la cristalografía [ver AMORÓS, J.L. (1978). La gran aventura del cristal. Naturaleza y evolución de la ciencia de los cristales. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid, 324 pág., sobre todo, pág. 62].



Las 19 primeras figuras del Prodomo de Steno, con las formas de los cristales descritos en el texto.



Las figuras 20 a 25 del Pródromo, con la evolución de los estratos en la Toscana según Steno, tal como describe en el texto.