

en prisma romboidal recto de 67° perteneciente al tercer sistema cristalino; color blanco, lustre vítreo, muy frágil y blando, siendo su peso específico de 1,8. Mediante la acción del fuego desprende cierta cantidad de agua y se convierte, ganando oxígeno, en carbonato de cal; en este caso se disuelve con efervescencia en el ácido nítrico, dando la disolución un precipitado blanco por ácido oxálico ú oxalato amónico.

## COMPOSICION EN PESO

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Acido oxálico. . . . .   | 28,017 |
| Oxido de calcio. . . . . | 21,055 |
| Agua. . . . .            | 49,155 |
| Magnesia y sosa. . . . . | 0,822  |

99,049

**YACIMIENTO.**—La conistonita existe como se ha dicho en las cercanías de Coniston en Cumberland (Inglaterra).

**OXALITA Ó HUMBOLDTITA**—OXALATO DE HIERRO HIDRATADO—Fórmula química  $Fe^2O_3 \cdot C^2O_3$

**CARACTÉRES.**—La oxalita ó Humboldtita (dedicada al ciego baron de Humboldt) se presenta en masas pequeñas terrosas, de color amarillo de ocre ó amarillo de paja; algunas veces se halla en cristales capilares; muy blanda, teniendo un peso específico representado por 1,3 á 1,4. Mediante la acción del soplete ó de una temperatura elevada, desprende un olor análogo al de leña quemada, trasformándose al propio tiempo en un residuo magnético (óxido de hierro).

## COMPOSICION EN PESO

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Acido oxálico. . . . . | 42,69 |
| Oxido ferroso. . . . . | 41,40 |
| Agua. . . . .          | 15,90 |

99,99

**YACIMIENTO.**—Esta sustancia fué descubierta por don Mariano Rivero que la dió el nombre de Humboldtita, denominación que no ha sido aceptada, porque con este nombre se designaba ya al silico-borato de cal; se halla además esta sustancia en diversas localidades, especialmente en Eiblin (Bohemia), y Gross-Almerode (Hess).

## GUANO—COMPOSICION Y FÓRMULA INDETERMINADA

**CARACTÉRES.**—Sustancia sólida, constituyendo masas considerables de color amarillo y de un olor fuerte amoniacal. Se ennegrece por la acción del calor ó del fuego con desprendimiento de olor amoniacal; se disuelve mediante la elevación de temperatura en el ácido nítrico; si se evapora esta disolución, el residuo que resulta, desecado con precaución, adquiere un color rojo, propiedad ó carácter que indica desde luego la presencia de un ácido especial, el úrico.

El guano, según los análisis practicados por diferentes químicos, consta de los cuerpos y proporciones siguientes:

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Oxalato de amoniaco. . . . .         | 10,00  |
| Oxalato de cal. . . . .              | 7,00   |
| Urato de amoniaco. . . . .           | 9,00   |
| Fosfato amónico. . . . .             | 6,00   |
| Idem manganésico-amónico. . . . .    | 2,60   |
| Sulfato de potasa. . . . .           | 5,50   |
| Idem de sosa. . . . .                | 3,90   |
| Cloruro amónico. . . . .             | 4,50   |
| Fosfato de cal. . . . .              | 14,30  |
| Arcilla y arena. . . . .             | 4,70   |
| Materias orgánicas solubles. . . . . | 12,00  |
| Idem insolubles. . . . .             | 20,50  |
|                                      | 100,00 |

**ORÍGEN Y YACIMIENTO.**—El guano es un producto orgánico que se halla en masas considerables procedentes de la aglomeración de excrementos, restos de huesos, etc., de diversas aves acuáticas. Se encuentra esta sustancia, en las islas Chinchas, Ilo, Iza, etc. (Perú), en capas de 15 á 20 metros de espesor; existen también algunos criaderos en las costas de Chile, Africa y otros puntos.

**USOS.**—El guano es uno de los abonos mas apreciados de los agricultores americanos y europeos; sus cualidades fertilizantes son debidas esencialmente á las sustancias amoniacales que contiene, supuesto que, como puede observarse en la composición, consta de cloruros, oxalatos, uratos y fosfatos de amoniaco.

En España se hace un gran consumo de esta sustancia, sobre todo de la importada del Perú, sacando el gobierno de esta república hispano-americana pingües beneficios de la explotación del guano de las islas Chinchas, que, como es sabido, tiene monopolizado.

FIN DE LA MINERALOGÍA

## GEOLOGIA

## INTRODUCCION

La Geología es la ciencia de la tierra, como su misma etimología lo da á entender, siquiera con alguna restriccion, pues las raíces *ge*, tierra, y *logos*, discurso, parece que quieren dar á entender que ha de tratarse de la tierra bajo todos sus variados aspectos; mientras que en rigor, la misión de dicha ciencia se reduce á estudiar y conocer el estado actual de la superficie, los agentes que sobre la costra sólida actúan para que este dato pueda servirnos de norma segura, cuando tratemos de averiguar los diferentes cambios que el globo ha experimentado en su composición mineral y orgánica, y en la estructura de esa misma costra, y demás accidentes pasados y actuales, objeto principal de la ciencia.

Para probar que el globo no ha estado siempre tal cual le vemos hoy, han de aducirse en el curso de la obra tantas y tan poderosas razones, que llevaremos el convencimiento hasta el ánimo de las personas menos dispuestas á ello; pues bien, la ciencia geológica tiene por fin principal averiguar todos los cambios que ha experimentado nuestro planeta, desde su origen hasta la época actual; y por esto se la llama también Historia de la tierra, que no otra cosa es el conocimiento de todas las vicisitudes por que pasan los séres.

Estudiaremos, pues, la tierra, tal como debe haber sido en el primer período de su existencia, cuando en sentir de los hombres mas competentes, ofrecia el aspecto de un globo de fuego y luz parecido ó análogo al que hoy presenta el centro solar; veremos despues de qué manera y por qué admirables procedimientos se ha ido formando, por enfriamiento y oxidación, lo que llamamos costra sólida, análogamente, en mi concepto, á la que se está hoy formando al rededor del sol, siendo las manchas que tanto preocupan á los astrónomos, una manifestación clara y evidente; formada ya la corteza, trataremos de estudiar y conocer los singulares efectos de la reacción del interior ígneo de nuestro globo contra el exterior mas ó menos consolidado, que es lo que en términos científicos se llama Volcanismo, en virtud del cual aparecen hoy y surgieron en otros tiempos del interior de la tierra, gran número de materiales que constituyen el eje de las principales cordilleras, que sometidos mas tarde á la acción de otros agentes, dieron y aun hoy siguen dando despojos con los que se forman en el seno de las aguas depósitos muy importantes que por su disposición y estructura contrastan con aquellos mismos de que proceden.

Como la misteriosa aparición de la vida en nuestro planeta coincidió precisamente con la instalación de las aguas á la superficie, y el comienzo de lo que llamaremos terrenos de sedimento ó estratificados, también daremos una idea de este notable acontecimiento; siquiera otra ciencia hermana de la Geología, esto es, la Paleontología, se encargue de una manera mas concreta de todo lo referente al origen, desarrollo y estado actual de los séres orgánicos, vegetales y animales. Sin embargo, no puede prescindirse en un tratado de

Geología, de reseñar el diferente aspecto que en las diversas épocas han ofrecido las Faunas y Floras que poblaban la superficie terrestre, por cuanto estos cambios se relacionan estrechamente con los que experimentaba á la par la materia mineral, cuya composición, estructura y manera de presentarse, son también, como es natural, del dominio de tan importante ciencia.

Dada ya una idea de los puntos capitales que abraza la Geología, según el orden de su natural desenvolvimiento, al proceder al desarrollo de cada uno de ellos, con el fin de alcanzar su cabal inteligencia, tropezamos con una dificultad gravísima en cuanto á su exposición; que consiste en que no habiendo presenciado el hombre, por mucha que sea la antigüedad que se le conceda, con arreglo á los últimos descubrimientos, sino las últimas operaciones terrestres, difícilmente podremos formarnos idea de lo anterior, faltos de una pauta ó norma que nos sirva de guía. Afortunadamente, la consideración de que siendo la materia terrestre siempre la misma, é idénticas las causas á que se halla sometida, ha servido de base para el método expositivo de la ciencia que desde hace cuarenta años se ha adoptado por los hombres mas competentes, los cuales han creído que siendo el estado actual de la tierra el fiel trasunto de lo que ha sido en otros tiempos, habia que empezar su estudio por lo que pasa hoy á nuestra vista, y es objeto de serias disquisiciones; deduciendo de este exámen lo que ha debido ser el globo en otras épocas, sometido á la influencia de causas idénticas ó análogas. De aquí el tener que principiar el tratado de la Geología por una primera parte, que se reduce al estudio de la tierra tal cual hoy la vemos; y el de las causas ó agentes que sobre la superficie ó su interior actúan. Adquirido ya este conocimiento, surge inmediatamente la necesidad de averiguar primero la composición mineral por ser la mas sencilla, y la orgánica despues; y como quiera que estos minerales, léjos de hallarse esparcidos al acaso, obedecen á determinados principios ó leyes en sus diferentes combinaciones, para la constitución de la costra sólida, resultan, lógicamente discurriendo, otros dos capítulos ó partes muy importantes de la ciencia; que serán la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>

Por último, del conocimiento del estado actual de la superficie y de los agentes que la modifican sin cesar, de la composición mineral y orgánica de la parte de costra sólida que está á nuestro alcance y de las leyes que han presidido su admirable colocación, fácilmente podemos elevarnos hasta el concepto del origen de nuestro planeta y de las diferentes vicisitudes y cambios que ha experimentado durante su larga y peregrina historia.

Cuatro son, pues, las partes en que debe dividirse este tratado, en virtud de las consideraciones que preceden, y son: 1.<sup>a</sup> Geografía, que dividiremos en estática y dinámica. 2.<sup>a</sup> Geognosia, ó estudio de la composición del globo.

3.<sup>a</sup> Geonomía, investigacion de las leyes que han regido los diferentes cambios que dichos materiales han experimentado.

Y 4.<sup>a</sup> Geogenia ó geogonia, origen de la tierra.

Fijando por un momento la atencion en la índole especial de cada una de estas cuatro partes, fácilmente se echa de ver que las dos primeras revisten el carácter analítico; al paso que las dos últimas son, por decirlo así, sintéticas; es decir, aquellas partiendo de la unidad llamada tierra, la dividen y subdividen hasta llegar á su último elemento constitutivo, ora pertenezca á la superficie, ó al interior de la costra sólida, bien sea como accidentes geográficos y causas que los determinan, ó como elementos integrales de su composicion

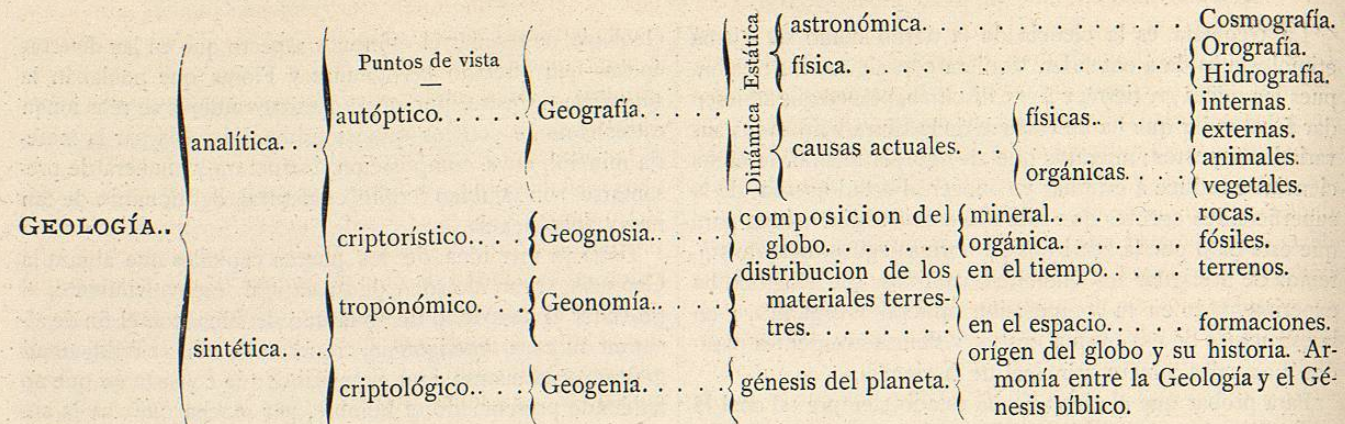


Figura en el cuadro anterior la importantísima consideracion de los puntos de vista admitidos por el insigne físico Ampere, en su clasificacion general de las ciencias, por la claridad suma que imprime á toda exposicion científica, ora se haga uso en la cátedra ó en el libro; cualidad excelente del método por aquel propuesto, sea cualquiera el concepto que acerca de esta clasificacion se forme por los críticos, á la cual debo lo poco que sé de Geología y de otros ramos análogos que he cultivado. Tan persuadido estoy de la bondad del sistema, que no solo lo he adoptado en la cátedra y en los diferentes libros que sobre Geología he escrito, sino que me sirve de norma en la redaccion de la Paleontología y Antropología que en estos momentos estoy escribiendo.

Llama Ampere autóptico, palabra derivada de *autos*, el objeto mismo, y *optogai*, yo veo, aquella parte de la ciencia que trata de la tierra considerada en su totalidad, y en los accidentes de su superficie; y la designa así, por ser el asunto de que trata el primero que salta á la vista, como sucede en la inspeccion de cualquier objeto, en el cual, la forma, el volumen, los variados accidentes de la superficie es lo primero que nos es dado observar; de consiguiente, por aquí es por donde debemos empezar si queremos proceder de lo simple á lo compuesto y de lo conocido á lo desconocido, no solo en el estudio de cualquier objeto, sino tambien en la exposicion de la ciencia que á él pueda referirse. Ahora bien, haciendo aplicacion de estas ideas á la Geología, corresponde al punto de vista autóptico lo que llamamos Geografía, que luego dividimos en estática, dinámica, astronómica, orográfica é hidrográfica, segun sean los diferentes conceptos en que estudiamos la totalidad ó la superficie del globo.

Criptorístico, de *criptos*, oculto, y *orístico*, de *orizo*, yo examino, es el segundo punto de vista de Ampere, cuyo objeto, deducido de su propia etimología, consiste en estudiar lo oculto, es decir, aquello cuyo conocimiento exige algo mas que la simple inspeccion de los accidentes de la superficie del globo. Por eso corresponde este punto de vista á la Mi-

neralología y Paleontología, es decir, á los dos ramos del saber que tratan de los seres inorgánicos y orgánicos, y de ahí el nombre de Geognosia, derivado de *gnosco*, *is*, conocer, con que se designa esta segunda parte de la ciencia, ya que, segun el comun asentimiento de los geólogos, aplicase dicha palabra al conocimiento de la composicion mineral y orgánica de la tierra.

Califica Ampere de tropónómico al tercer punto de vista, porque conocida ya (refiriéndonos á la Geología) la composicion mineral y orgánica de la tierra, surge naturalmente en el ánimo el deseo de averiguar si dichos materiales componentes del globo están distribuidos al acaso, ó si obedecen á determinados principios; lo cual ya implícitamente supone que el globo no ha ofrecido siempre el mismo estado que hoy presenta, sino que ha experimentado diferentes variaciones, que son las que nos proponemos estudiar en esta tercera parte del libro, que llamamos Geotroponomía: de *ge*, tierra; *tropos*, cambio, y *nomos*, ley, resumiendo en dos palabras todos los cambios que ha experimentado el globo en el tiempo terrenos, en el espacio formaciones. A fin de facilitar el lenguaje, puede llamarse Geonomía esta parte de la ciencia.

Por último, punto de vista criptológico llama Ampere al cuarto de su clasificacion, porque se trata, no ya de examinar lo oculto como en la Geognosia, sino de discurrir sobre los datos ya adquiridos, acerca del origen de la tierra, y de las vicisitudes por que ha pasado desde tan remotísima fecha hasta nuestros días, lo cual constituye su verdadera historia.

Dedúcese de la simple exposicion que acaba de hacerse, cuán natural á la par que lógico y sencillo aparece, segun este modo, el desenvolvimiento de una ciencia tan complicada y extensa como la Geología; en el cual, no dándose un paso en el estudio sin hallarse en posesion de los datos anteriores, no solo se camina sobre seguro, sino que llega á adquirirse una claridad tal, que sin grande esfuerzo la Geología, así presentada, pueden comprenderla hasta las perso-

nas menos versadas en esta clase de estudios; atreviéndome á decir que puede compararse el método aqui propuesto á una vasta pirámide que, descansando en amplísima base, cual es el minucioso exámen de todo cuanto pasa hoy á nuestra vista, va elevándose gradual é insensiblemente y concretándose tambien mas y mas el asunto, completando con las nociones que se adquieren en cada una de las partes de la ciencia, lo de las precedentes que antes sirvieran de base, hasta que de la Geografía física pasando á la Geognosia, y de esta á la Geonomía, se llega á la cima ó cúspide, donde, como coronamiento digno del edificio científico, colocamos la Geogenia, ó sea lo mas oculto sobre lo que puede discurrirse, refiriéndonos á la tierra.

Todo lo que precede, refiérese como es natural á la ciencia considerada bajo el punto de vista especulativo ó puramente teórico, en cuyo concepto la Geología, vistas sus relaciones con los demás ramos del saber, y dada su índole especial, puede decirse que ocupa el lugar mas culminante entre las ciencias cosmológicas, sin desconocer por esto que la Astronomía, como ciencia del Universo, considere á nuestro planeta como comprendido dentro de su dominio. Pero dada la tendencia de los tiempos que corren, hay que considerar á la Geología como ciencia de grandísima significacion, bajo el punto de vista de sus aplicaciones, lo cual aumenta extraordinariamente su importancia, mereciendo excitar el gusto de su estudio y perfecto conocimiento, así del agricultor como del industrial, del médico como del jurisconsulto, y del militar é historiador; á todos los cuales puede suministrar la ciencia preciosos é interesantes datos para reconocer y mejorar la tierra ó suelo vegetal; descubrir y explotar sustancias útiles; conocer y utilizar en pro de la humanidad sana ó enferma todas aquellas sustancias terrestres que pueden influir en la salud de los pueblos, y el hidrotermatismo como poderoso recurso terapéutico; para apreciar detenidamente el carácter moral de las naciones, estrechamente relacionado con la naturaleza y accidentes de los terrenos; para dirigir oportunamente el arte de la estrategia, y para establecer, por último, sobre sólidas bases el comienzo de la historia humana.

Hasta puede servir la historia de nuestro planeta para confirmar con razones científicas la fe, que, como buenos creyentes, tenemos (los que tal fortuna alcanzamos) en la verdad de la revelacion Mosaica, así en lo referente á las armonías que en nuestro concepto existen y trataremos oportunamente de probar entre el Génesis y la ciencia, como en lo tocante al origen y remota antigüedad de nuestra especie.

Por donde se ve la trascendencia suma de la ciencia geológica, considerada bajo sus dos aspectos, especulativo y de aplicacion, y cuán punible es la indiferencia con que entre nosotros se mira esta clase de conocimientos que, proporcionando solaz á la par que utilidad, recrean el ánimo y proporcionan abundantes veneros de riqueza. Hay que persuadirse, y á la consecucion de este objeto hemos de contribuir con todas nuestras fuerzas, siquiera exiguas, que si el país quiere conquistar de nuevo el lugar preeminente entre todas las naciones de Europa, que en otros tiempos alcanzara por la fuerza de las armas y la habilidad de sus grandes diplomáticos y capitanes, forzoso es que se dedique la juventud al cultivo de las ciencias en general, y especialmente al de las Naturales, y entre estas á la Química, á la Física y á la Geología, cuya posesion, menos costosa que la de la política y la guerra, ha de proporcionarle el bienestar, hijo de las mejoras materiales y morales que el cultivo de estos ramos del saber proporciona.

Consideraremos, pues, á la Geología bajo sus dos aspectos, teórico y práctico; dando, como es consiguiente, mayor

importancia al primero, por la índole propia de la obra, aunque procurando amenizar esta parte especulativa de la ciencia, con la indicacion, ora de sucesos mas ó menos extraordinarios, pero relacionados con lo que pudiéramos llamar vida de la tierra, aunque en sentido metafórico, ora respecto de la utilidad que puede obtenerse de la piedra, del metal, del fósil ó del terreno, á medida que los vayamos describiendo; con el plausible propósito de realizar, como decia el poeta, lo útil con lo agradable, quitando algo del tono de severidad que tiene la ciencia y que contribuye á que muchos abandonen su estudio, por considerarle insuperable y fastidioso.

Antes, sin embargo, de entrar en materia, será conveniente que en breves frases manifestemos el íntimo enlace y estrechas relaciones que unen á la Geología con los principales ramos del saber, con el doble objeto de hacer resaltar mas la importancia de aquella y probar la necesidad de ciertos estudios previos para poder emprender con provecho su cultivo.

La primera ciencia con la que la Geología conserva estrechas relaciones que pudieran llamarse de parentesco, es la Astronomía, á la que la Geología pide datos acerca de la procedencia, origen, forma y accidentes del globo que habitamos en su calidad de cuerpo planetario. Los movimientos de rotacion y traslacion que aquella determina con exactitud matemática, la influencia que sobre su superficie y fondo ejerce el satélite Luna, y el centro solar, con la determinacion de las estaciones, mareas, etc., y la influencia que todo esto ejerce en el curso regular de las estaciones que tan directamente influye en la distribucion de los seres orgánicos en el globo, en las diversas manifestaciones volcánicas, etc., todo esto lo debe la Geología á la Astronomía; siquiera para alcanzar la significacion de este enlace no se necesitan, segun el giro que nosotros daremos á la cuestion, profundos y detenidos conocimientos astronómicos. Pero la Geología paga á la Astronomía estos servicios, devolviéndole á cambio el conocimiento de la composicion y estructura del globo, de cuyos antecedentes deduce el astrónomo, eficazmente auxiliado del admirable análisis espectral, la uniformidad de composicion de todos los cuerpos planetarios.

A la Química debe hoy la Geología, quizás, la base mas sólida de sus ultimos progresos, determinando con admirable precision la naturaleza de los minerales y rocas que constituyen la tierra, y las singulares metamorfosis que muchos de sus materiales han experimentado con el trascurso de los siglos; é ilustrando con la experimentacion en el laboratorio de una manera concluyente, cuanto al génesis de los materiales terrestres, y de nuestro propio globo, y á las evoluciones que secularmente ha experimentado, se refiere. Hasta tal punto es esto verdad, que bien puede asegurarse que sin el eficaz auxilio del análisis y de la inspeccion microscópica, seria harto difícil dar un paso seguro en el terreno geológico, sobre todo en lo que se refiere á la determinacion y clasificacion de las rocas. Pero á su vez, la Geología suministra á la Química datos de mayor importancia acerca de los cuerpos naturales que estudia así en la corteza del globo, como muy particularmente en las aguas minerales; pudiendo decir que la mayor parte de los elementos que, sea como tales ó en sus variadas y múltiples combinaciones, aquella examina, proceden á veces en cantidades considerables, del interior del globo.

Las relaciones de la Geología con la Física y la Meteorología son tan estrechas y variadas, que casi seria excusado enumerarlas; bastando decir, por ejemplo, que aquella, considerada bajo el punto de vista de la armonía que existe entre los reinos orgánicos y las condiciones biológicas á que