

*JEOLÓJIA. Oríjen i formacion de la Hulla.—Discurso del Injenero Jeógrafo i de Minas, don Uldaricio Prado, en su incorporacion a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas, leído el 17 de agosto de 1868.*

Señores :

Me presento con timidez a ocupar el honroso asiento que me habeis designado; porque, aunque me considero con bastante amor a las ciencias que tan dignamente cultivais, no he llegado en su estudio a un grado que merezca este honor, i ni siquiera aliento la confianza de justificar la distincion que de mí habeis hecho asociándome a vuestros trabajos.

Me alienta tan solo ver entre vosotros a mis distinguidos i esperimentados profesores. Los que supieron dar al discípulo nociones de la ciencia, podran secundar eficazmente al colega en su cultivo, que es la noble tarea de esta Facultad.

Aumenta tambien mi timidez el recuerdo de los distinguidos méritos de mi predecesor. El señor don Luis Gorostiaga, nacido en Coquimbo en 1835 i fallecido en Santiago en 1867, tuvo el raro mérito de llenar en los años de su juventud una tarea que bastaría para honrar una vida larga i laboriosa. Comenzó sus estudios en la Serena, con lucidez, i vino a concluirlos en la capital, con brillo. Su constante aplicacion i su precoz intelijencia le valieron los títulos de Ensayador de Agrimensor jeneral a la temprana edad de 17 años, i el raro honor de ser nombrado profesor de Matemáticas en la escuela militar a la misma edad. Su modestia, sin embargo, lo privó del título de Injenero Jeógrafo, criado en 1853; el señor Gorostiaga tenia a la sazón todos los conocimientos exijidos para obtener este título, pero no dió un solo paso para alcanzarlo.

Desde 1853 la vida del señor Gorostiaga fué una labor constante i un constante estudio.

En ese mismo año fué nombrado Ensayador de la casa de moneda, i señaló i justificó su nombramiento introduciendo el sistema de ensayos por la via húmeda para las pastas de plata. En el mismo año, tambien, publicó su tratado de Aritmética, que mereció la aprobacion de la Universidad para la enseñanza.

En 1857 fué nombrado Miembro de la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas; dió a luz un opúsculo sobre el sistema métrico-decimal, mui poco conocido entre nosotros en aquel tiempo; i comenzó a recibir señalados testimonios de vuestra distincion, mereciendo repetidas comisiones para informar sobre diversos textos presentados a la Facultad i sobre el estado de nuestra enseñanza.

No puede, sin embargo, estimarse la laboriosidad e intelijencia del señor Gorostiaga por la série de cargos que desempeñó i por las obras qua alcanzó a dar a luz. Una tarea mas árdua i elevada ocupó indudablemente su corta vida; el estudio de las ciencias i su aplicacion a la industria fueron su anhelo constante, i sin su prematura muerte Chile habria contado con una série de textos bastante mejorados i con innovaciones ventajosas i benéficas en los diversos ramos científicos que tienen inmediata aplicacion en la industria minera.

Estimando en toda su importancia la marcada tendencia de mi distinguido predecesor a las aplicaciones, prácticas i útiles, de los altos principios de la ciencia, habria deseado presentaros en este acto un trabajo de esa naturaleza, tanto mas simpático para mí por la circunstancia de haber sido llamado, recientemente, a dirigir alumnos de la seccion universitaria, en un ramo cuyo carácter distintivo es la aplicacion. Pero circunstancias estrañas a mi voluntad me han impedido consagrar a una tarea de esa naturaleza la libertad i el tiempo necesario; i me he visto obligado a élejr un tema de gabinete, sin abandonar por eso el decidido propósito de someteros mas adelante un trabajo de aplicacion, que os haga recordar los notables trabajos del señor Gorostiaga.

Reclamando vuestra induljencia, paso, pues, a ocuparme de *el origen i formacion de la hulla*, materia que, aunque familiar, es interesante por la grandeza del fenómeno que revela, i por el importante lugar que ocupa en el campo de las ciencias.

En esta esposicion no pretendo ser orijinal. No he hecho mas que reunir diferentes elementos dispersos en las obras de jeólogos ilustres i de químicos notables, como Lyell, Darwin, Vezian, Liebig i Mohr; esponer las últimas hipótesis que discute la ciencia sobre el tema de este trabajo, i elevar a vuestra consideracion el sistema que he creído mas conforme con el estado de progreso a que han alcanzado las ciencias hoy en dia.

Todos los sábios i jeólogos de nuestros dias están de acuerdo en asignar a la hulla un orijen vegetal; pero no lo están sobre la acumulacion de las materias vegetales ni sobre el orijen de ellas.

Los unos, siguiendo a Hutton que en 1795 admitia que las sustancias vegetales continentales, acarreadas por corrientes fluviales i marinas al fondo de los mares, en donde materias arenosas o arcillosas vienen en seguida a cubrir, imaginan que la trasformacion de esta materia vegetal en carbon fósil seria determinada por la accion del calor central i favorecida por la presion de las masas superyacentes que se oponen al desarrollo de las materias volátiles.

Estas ideas de Hutton han sufrido solo la modificacion desprendida de la observacion, que ha demostrado que la intervencion de una alta temperatura favorable en ciertas circunstancias a la formacion de la hulla, no es indispensable; ella hace ver que se puede formar en la temperatura que reina en la superficie.

Otros, siguiendo la opinion de Lyell, admiten que los hechos de carbon fósil en su mayor parte han sido formados de los restos de los árboles i plantas que crecieron en el mismo lugar en que se depositaron, i que fueron cubiertos por capas de arena o lodo debidas a varias sumersiones que ha sufrido la tierra.

Estos dos grandes reformadores de la jeología, al formular asi sus hipótesis, lo han hecho conducidos por las *causas actuales*, que ellos toman como permanentes en jeología, asimilando lo que a este respecto pasa en nuestros dias con lo que probablemente sucedió entonces.

Al dar a los estudios jeológicos, por base la observacion de las acciones que se manifiestan en nuestros dias, Sir Lyell ha impreso a su doctrina un carácter de sencillez i simplicidad que la hace fácilmente aceptable. Pero hipótesis fundadas en la observacion de lo que pasa en la actualidad, para esplicar fenómenos antiguos, solo deben admitirse, siempre que la *observacion jeológica* no esté en contradiccion con leyes inmutables adquiridas en otras ciencias. Por cuya razon, las hipótesis hasta aquí admitidas sobre el orijen i formacion de la hulla, pierden terreno en las rejiones científicas, i dan lugar a la hipótesis recientemente establecida en Alemania, segun la cual, *la hulla solo se debe a los restos exclusivos de una vejetacion marina, pero depositados en un lugar distinto de aquel en que crecieron.*

Esta hipótesis se funda tambien en las causas actuales, pero de una

modo tan sencillo i lójico, que no puede ménos de aceptarse como la mas probable.

Antes de pasar a fundar i desarrollar esta hipótesis, séame permitido recordar ciertas propiedades jenerales, con que se presentan la hulla i los vegetales, lo que nos hará ver la imposibilidad de sostener las hipótesis anteriores.

La hulla, este producto admirable de la naturaleza, aparece formando hoyas, en capas enterradas en la tierra a diferentes profundidades, comunmente cubiertas con areniscas que se han dado a conocer al hombre, cuando sus estremidades han sido puestas de manifiesto por alguna causa posterior. Las hullas son, en jeneral, masas negras, amorfas, casi siempre lustrosas, de textura las mas veces hojosa o esquitosa, fractura, desigual o concoídea, sin que se pueda descubrir en ellas el menor indicio de filamentos leñosos.

En la carbonizacion, se portan de un modo mui variado. Sea cualquiera la clase que se elija, puesta en polvo grueso en un crisol tapado i espuesto a una temperatura elevada, se encuentra que su producto despues de enfriado ha sufrido una variacion en la forma; en unas, mui poco sensible, en otras, mui notable, lo que nos hace ver que todas han debido pasar por un cierto grado de fusion, puesto que, sin él, no se concibe una variacion en la cohesion, como la experimentan.

Se componen las hullas, esencialmente de carbono, hidrójeno i oxígeno, i de una cierta cantidad que jamas falta de azoe, fuera de los elementos incombustibles que forman las cenizas. Tomando el término medio de una serie de análisis hechos por Bischoff, despues de quitar el peso de las cenizas, del azoe i de la humedad, resulta que la composicion de las hullas se puede tomar en

82,3 por ciento de carbono.  
 5,5 por ciento de hidrójeno.  
 12,2 por ciento de oxígeno.

Segun esto, la cantidad de hidrójeno alcanza a ser mui poco ménos de la mitad del oxígeno, i como en el carbono hidratado de las plantas, el hidrójeno forma la octava parte del oxígeno, se deduce claramente que la formacion de la hulla, como proveniente de restos vegetales, debe estar íntimamente ligada con un desarrollo de oxígeno que hará naturalmente subir el por ciento del carbono, i puesto que el carbon crece en la trasformacion de las plantas en carbon fósil, se

deduce tambien que esta debe tener lugar sin el acceso del oxígeno libre, segun toda probabilidad en un largo proceso de descomposicion bajo exclusion de ese elemento.

Para corroborar este, aserto; i poder sacar algunas deducciones importantes, fijémonos en la accion del oxígeno libre sobre los restos de las plantas.

Todas ellas las podemos dividir en dos clases jenerales, las unas pertenecientes a una vejetacion terrestre, las otras a una acuática.

Todas las plantas que crecen sobre la superficie de la tierra que por su naturaleza se pueden sostener así mismas, encierran un tejido filamintoso leñoso, compuesto del mismo número de átomos de carbono, hidrójenu i oxígeno. Espuestos sus restos o maderas a la accion del aire i de la humedad se descomponen, una parte de sus elementos vuelve en estado gaseoso a la atmósfera; la parte leñosa misma desaparece combinándose con el oxígeno del aire i pasando por causa de una combustion lenta al estado de ácido carbónico. Sustraída esta misma madera a la accion del aire, se conserva; si está sumerjida en el agua, con el tiempo se trasforma en una sustancia que, cada vez más, gana en carbono, desapareciendo poco a poco sus otros elementos, *pero sin perder por esto su textura orgánica leñosa*. Se carboniza naturalmente pero con mucha lentitud, en que el tiempo hace el papel del calor en la carbonizacion artificial, haciendo como aquel un rol secundario, siendo las verdaderas causas las acciones químicas que se ejercen espontáneamente sobre la parte leñosa. El calor no hace mas que activar éstas acciones; la naturaleza, que no se encuentra jamas precipitada, las hace funcionar con lentitud.

De estas relaciones se deduce, que los árboles o plantas destinadas a una formacion de hulla, no pueden quedar por mucho tiempo espuestas a la accion del aire i humedad, sino que deben sustraerse de la accion atmosférica, para lo cual se concibe un único medio posible, este es la sumersion en el agua.

El tejido leñoso de las plantas, por otra parte, tiene propiedades mui características que no deben olvidarse.

Este tejido, carbono hidratado comun a todas ellas, es infusible espuesto a cualquiera temperatura; pierde sí por el calor una parte de sus propiedades, dejando siempre una sustancia en que se pueden conocer los filamentos de la madera primitiva, del mismo modo que cuando proviene de una descomposicion lenta debajo del agua.

No podemos atribuir esta infusibilidad de la sustancia orgánica a

la proporcion en que están entre sí el hidrógeno i oxígeno, puesto que en el tejido leñoso de las plantas, esta proporcion es la misma que se encuentra en la azúcar, goma, almidon, que siendo carbonos hidratados como el tejido leñoso, se funden con tanta facilidad. En diferentes cuerpos, pues, de una misma composicion, proviene esta infusibilidad, probablemente, del arreglo de la materia i de sus propiedades físicas.

La infusibilidad de la parte leñosa de los combustibles, junto con su composicion, debe considerarse como una propiedad especial de ella.

Ademas de las plantas que crecen sobre la superficie de la tierra, existen otras que se desarrollan i crecen dentro del agua, nadando en este medio sin que necesiten una contestura fibrosa leñosa para soportarse. El agua misma las sostiene. Estas plantas son las acuáticas; a esta clase pertenece la vejetacion marina, entre las que ocupa un lugar prominente la familia de las Algas. Poseen una consistencia suave, resbaladiza, como suela o cuero, sin dejar por esto de ofrecer una resistencia considerable. Bajo el microscopio no dan a conocer ningun indicio de textura filamentosa. Trasfórmanse por descomposicion en una sustancia blanda mucilagosa sin forma alguna, que, por pérdida en ácido carbónico e hidrógeno carbonado, toma cierta consistencia.

El mucílago de Algas lo forma tambien un carbono hidratado, como el almidon, azúcar, goma i se presenta bajo la influencia del calor de una manera mui distinta a la del carbono hidratado leñoso de los plantas terrestres. Estas sustancias son mas o ménos fusibles; sometidas a una carbonizacion dejan un carbon esponjoso, en que su textura no da a conocer el menor indicio de la sustancia orijinal; de la misma manera que pierde el carbono hidratado de esta clase de plantas, por descomposicion debajo del agua, completamente su forma i textura.

Se puede, pues, afirmar con un cierto grado de seguridad, que las plantas que dieron orijen a la hulla no pueden haber sido de textura filamentosa leñosa, puesto que el carbon proveniente de ellas conservaria eternamente esa textura filamentosa leñosa, ademas de que gozaria de la propiedad de ser infusible: condiciones ambas que faltan en la hulla.

Esta suposicion se encuentra, por otra parte, plenamente confirmada en vista de la naturaleza con que se nos presentan las capas de hulla.

No se puede en efecto concebir que esta sustancia provenga de restos de árboles o troncos arrastrados por corrientes fluviales i depositados en los lugares en que encontramos la hulla, dando orijen a ella como algunos han admitido, si se tienen presente los cálculos precisos que a este respecto ha hecho Elie de Beaumont. En sus cálculos, él compara la hulla i la madera en sus relaciones de peso específico i riqueza en carbono, i establece de aquí, que si una capa de madera sin intersticios pudiese ser cambiada en hulla sin pérdida de carbono. disminuiría de espesor de 1 a 0,2280.

Teniendo presente la materia leñosa contenida en un hectárea de un monte de 25 años, calcula que esta materia formaría sobre toda la superficie de la hectárea una capa continua i sin intersticios de 0,00848 de espesor; que, transformada en hulla, vendría a dar una capa de 0,001935, o dos milímetros mas o ménos.

De esto se deduce que habría pocos bosques, aun entre los mas espesos, que pudieran dar una capa de hulla de su misma estension i de 0,01 de espesor.

Estos cálculos, aunque aproximativos, sirven para dar una alta idea del fenómeno que ha producido la acumulacion de la materia vegetal necesaria para formar una capa de hulla de 1 metro, 2 i hasta 30 de espesor, como el de la hoya hullera de Aveyron.

Si se supone que las capas de hulla provengan de árboles flotantes, los cálculos anteriores nos conducen a reconocer que estos formarían una masa regular de un espesor i superficie enorme de todo punto inadmisibile, tal como de 788 metros de espesor i de la superficie de la capa, que pasa los límites de lo posible.

Podría, sin embargo, suponerse que el transporte haya tenido lugar de una manera lenta i continua, como sucede actualmente en la embocadura del Mississippi. ¿Pero cómo conciliar semejante hipótesis con la extratificacion regular de los bancos de hulla, que se estienden sin interrupcion ni intersticios sobre superficies de muchas leguas sin variar de espesor?

Estos árboles se irían al fondo a medida que el agua los fuera penetrando. Su forma cilíndrica de los troncos debería quedar impresa en el barro blando del lecho, no debiendo nunca faltar en la capa inferior que sirve de base a la hulla.

Suelen solo encontrarse algunos dentro de las capas mismas de hulla en posicion inclinada, i mas jeneralmente enterrados en una posicion perpendicular a los planos de extratificacion, eu las capas de

arenisca o esquita arcillosa que acompañan a las capas de hulla en su parte superior.

De aquí la idea de algunos que han creído ver en esos troncos. restos de un bosque enterrado en el mismo lugar en que sus árboles crecieron, atribuyendo a la hulla un oríjen en estos árboles o en otros semejantes a ellos.

Observando el modo como se encuentran estos troncos, se deduce mas bien que es imposible que hayan crecido en el lugar en que se encuentran sus restos. Todos ellos tienen el cogollo o parte superior quebrada; algunos están con sus raíces, es verdad; de otros solo existe el tronco vertical. Pero lo mas notable es que las raíces de algunos vienen a estar colocadas a la altura del cogollo de otros, teniendo por base una roca que evidentemente no se ha podido formar de tierra vegetal. Esto solo nos hace ver la imposibilidad de creer que hayan crecido en ese lugar. No se puede concebir, además, cómo la tierra vegetal, sobre la que el árbol necesariamente creció i se desarrolló, haya sido sustituida por carbon, arenisca u otra formacion sin que este árbol hubiese sido movido de su lugar.

La observacion de estos troncos, i teniendo en vista los fenómenos de acarreo i formacion de la turba que pasa a nuestra vista, han servido para fundar las hipótesis jeneralmente admitidas, que atribuyen *la masa de hulla* a los restos de árboles semejantes a los encontrados en ella.

La naturaleza de los troncos nos hace ver claramente que ellos son restos de árboles, pero no el que la masa de la hulla provenga de ellos. No se concibe por qué razon escepcionalmente salvaron unos pocos su estructura leñosa en medio de una masa de hulla, habiéndose perdido todo indicio de semejante estructura al rededor de ellos. Si la hulla proviene de troncos de árboles, debieron estos pocos que se encuentran, haber perdido tambien su estructura, como toda la masa restante, o toda ella debería mostrar los filamentos leñosos de la madera.

Si en una gran masa compacta de hulla, algunos cuerpos vegetales conservan su forma exterior, debe mas bien suponerse que estos son cuerpos estraños que no pertenecen a los que dieron oríjen a esta masa. De manera que mas bien puede sentarse la conclusion contraria a la jeneralmente admitida, esto es, que *todo lo que claramente se reconoce en la hulla, casualmente se encuentra en ella, i que no ha contribuido en nada a su formacion.*



Los troncos de árboles, i en jeneral toda vejetacion leñosa, no puede ser causa u orijen de la hulla. Esta no ha podido resultar sino de los restos de plantas acuáticas, en las que no encontramos tejidos leñosos, i cuyos restos quedan protegidos de la accion atmosférica, puesto que viven i mueren dentro del agua.

Veamos, pues, si realmente existe una vejetacion semejante i de una estension tal, que podamos atribuirle el orijen de las inmensas capas de hulla, sin esforzar la imaginacion ni violentar la razon.

Echando una ojeada sobre los mares, encontramos que estos están poblados de una vejetacion rica i suntuosa en algunas latitudes. Ella, se puede decir, pertenece a un grado inferior de desarrollo en la escala de la naturaleza, comparada con las plantas terrestres.

No muestra la belleza ni esplendor de aquella en flores i frutas; sus plantas se alimentan en jeneral con toda su superficie i no con raices, encontrándose los elementos que les dan vida, disueltos en el agua del mar.

Les es por esta razon enteramente indiferente de lo que se componga el piso que les sirva de base, con tal que les presente un punto fijo para afianzarse.

Sin entrar en una descripcion de las diferentes clases i especies de plantas de que se compone esta vejetacion que encontramos descrita en los tratados de los naturalistas, pasaré solo a dar una idea del desarrollo i estension que ocupan algunas de ellas.

Entre éstas, ocupan un lugar sobresaliente las *algas*, cuyas especies conocidas pasan actualmente de mil. Muchas de entre ellas muestran una propagacion extraordinaria, encontrándose en casi todos los mares, i en algunos con dimensiones gigantescas. Sin embargo, se nota por lo comun que el hemisferio norte tiene diferentes especies que el del sur, pero en ambos forman tupidos bosques, que Darwin cree superiores en esplendor, grandeza i utilidad para el reino animal cuando los compara con las selvas vírjenes sobre la tierra del Ecuador.

Muchos de los grandes animales marinos viven de los que encuentran su alimento en las algas.

De la misma manera, al viajero naturalista Meyen le llamó la atencion con sorpresa este mundo existente debajo de los mares. A él le fué posible sujetar una isla flotante compuesta de algas, i despues de un gran trabajo en hacer subir una parte sobre cubierta i en

desenredar un laberinto de plantas, pudo conseguir medir una, rota, que calculó, estando completa, en 200 piés de longitud.

Una vejatacion inmensa de algas se encuentra entre las Azores i la península de la Florida, en donde aparece una parte del ecéano en un moviento tranquilo circular, debido a la corriente del Golfo.

Esta superficie está casi completamente cubierta con algas flotantes. Ningun pedazo de ellas puede llegar a tierra por la corriente del Golfo. Debe completar toda la duracion de su vida flotando en el mismo lugar en que se desarrollan i sumerjirse allí mismo despues. La superficie de esta pradera de algas se calcula en 40,000 millas jeográficas cuadradas.

Otra vejatacion enorme de algas, se encuentra en el océano Pacífico, al norte de las islas de Sandwich.

Segun Peyen, se reducen a cenizas, anualmente en las costas de Francia, 3 millones de kilógramos de plantas marinas en los trabajos sobre yodo, i en Escocia esta cantidad es mucho mayor.

Se ve, pues, que no falta en el mar material para una formacion de hulla; i puesto que estas plantas existen no pudiendo jamas salir de agua, sus restos deben acumularse en el fondo de los mares.

Al relacionar la hulla con las algas del mundo primitivo, se esplica a la vez, de donde ha venido la hulla, como tambien lo que se han hecho los restos de esa vejatacion. Podriamos decir que si no se hubiese descubierto ya el carbon fósil, habriase tenido que descubrir para tener una aplicacion de los restos de ese mundo vegetal.

Con esto no se quiere decir que la hulla derive de las algas o plantas marinas que encontramos actualmente, sino de representantes de estas plantas en esos tiempos. Es mas que probable, casi seguro, que estas plantas varien de naturaleza con el tiempo, como todas las plantas i animales sobre la superficie de la tierra. Desde luego la cantidad de ácido carbónico, elemento de vida en ellas existente en accion circulante, debió ser mucho mayor en aquel tiempo en que el carbono contenido en las capas de hulla estaba todavía en la atmósfera. No se vé como pueda otra vez este carbono volver a entrar en accion circulante de un modo natural. A la formacion de la hulla está ligada una presuncion que, por último, *todavía sobre la tierra debe apagarse*, cuando el ácido carbónico exis tente en la atmósfera, despues de un trascurso milenario, se deposite como carbon fósil. Por ahora el hombre por medio de su cultura está en estado de esraer el carbono de las profundidades de la tierra i hacerlo pasar a la

atmósfera en estado de ácido carbónico. Bajo este punto de vista habria llegado a ser una necesidad para la tierra, su industria, el medio natural con que se volveria a establecer el equilibrio de la naturaleza.

Despues de encontrar en el mar el material para una formacion de hulla, veamos como puede ésta tener lugar.

Podemos sin dificultad admitir, que en el mar se desarrolla en todo tiempo una vejetacion semejante. Sus plantas crecen, se desarrollan, mueren, i sus restos arrancados por las olas son acarriados por las corrientes marinas. Despues de un cierto tiempo en descomposicion, el aire contenido en el tejido celular, desalojado por el agua, se desprende en burbujas, a la vez que la planta se va al fondo.

Como el desarrollo de las algas se encuentra unido a ciertas rejiones, i permaneciendo la direccion de las corrientes por miles de años la misma, es mas probable que los restos de algas se depositen en un mismo lugar.

De este modo se puede explicar, de una manera natural i sencilla, la formacion de las capas de hulla, de un espesor considerable que nos ponen de manifiesto los trabajos subterráneos. Semejante aglomeracion de restos vejetales solo es concebible cuando las plantas que le dieron orijen, crecieron en un lugar distinto del en que se depositaron. Estas no pueden crecer ni desarrollarse sobre una capa fresca de plantas recién muertas. Solo cuando las plantas flotan como en el mar de las Azores, pueden ellas depositarse debajo del lugar en que se desarrollan i dar orijen así a capas de un espesor considerable.

Las algas que crecen sobre el fondo del mar, serán arrancadas por las tormentas i acarreadas por las corrientes marinas. Darwin, Meyen i otros viajeros las encuentran formando islas flotantes movidas por las corrientes.

El undimiento de ellas, en alta mar, no puede estar de ninguna manera relacionado con las propiedades del fondo. Este por lo comun lo forma un compuesto calizo, restos de moluscos que viven i se desarrollan en las grandes profundidades, sin que esto sea una regla absoluta.

Hai, pues, probabilidades de ciento contra uno, que los restos de algas caigan sobre una formacion calcárea. Una condicion imposible no hai para ello.

No se debe, pues, estrañar el encontrar en las formaciones hulle-ras, que la capa de hulla descansa sobre una calcárea.

En jeneral, en una formacion hullera, se distinguen tres formaciones. La calcárea hullera situada en la parte inferior; sobre ella la formacion de hulla propiamente, i encima de ésta, la arenisca hullera.

La capa de hulla se encuentra comunmente separada por las capas de arcilla esquistosa, que, lo mismo que la arenisca hullera, contiene restos a veces considerable de fósiles e impresiones de árboles terrestres i de animales que viven en aguas turbias, pantanosas i sobre la tierra seca.

La hulla propiamente forma, dentro de las capas de arenisca i esquita arcillosa, mantos o bancos de carbon de una regularidad asombrosa. Puedense seguir sus superficies paralelas a distancias muy considerables. Sin embargo, suelen encontrarse capas que tienen una regularidad ménos pronunciada de una estension limitada, lenticular o elíptica.

La regla jeneral de encontrarse el carbon sobre calcárea i la arenisca sobre él, está dentro de la naturaleza de las cosas. En efecto, una vez que las corrientes marinas hayan tomado su curso normal i que regularmente en el mismo lugar depositen las flotas, principia la formacion de las capas de hulla. Será solo interrumpida cubriéndose casualmente de arcillas o capas de arena acarreadas por las mismas corrientes; materiales que arrojan los rios en su desembocadura al mar, i que pueden encontrarse en su camino por alguna causa secundaria.

Si la configuracion de los continentes o de la tierra firme se cambia durante este tiempo por algun sollevamiento en las riberas del mar,—fenómeno que observamos actualmente de tiempo en tiempo—se acercan en cierto modo los depósitos de carbon a la tierra firme. Las corrientes marinas, por causa de una variacion semejante en la situacion de la tierra firme, tomarán su direccion en otro sentido; vuelven a dirigirse a alta mar, i los depósitos de algas se hacen mas i mas raros en ese lugar, mientras los productos de los rios son mas frecuentes, cubriéndose con ellos la holla de carbon así formada. Despues que la tierra firme haya avanzado hasta ella, el depósito de carbon quedará cubierto, no solo con arcilla, sino tambien aun con granos de arena gruesa.

Cuando el sollevamiento eleva encima de las aguas lo que fué el fondo de un mar, la arena por infiltracion se transforma en arenisca i el carbon dejado en seco continuará su proceso de descomposicion desarrollando ácido carbónico i por último hidrógeno carbonado, como lo observamos en las minas, hasta formar probablemente antracita.

Admitiendo la formacion de la hulla del modo que acabo de esponer, restaria esplicar cómo han podido llegar los troncos de árboles que encontramos en las capas de hulla, o mas bien petrificados en las areniscas que están en cima, aunque solo de ellos muchas veces no quedan sino sus impresiones.

Todas estas plantas, segun su construccion, tienen cierta semejanza con nuestras palmas, lo que dió origen a suponer en la época de su desarrollo un clima mucho mas ardiente, admitiendo que crecieron i se desarrollaron en el mismo lugar en que se encuentran sus restos,

La observacion, como ántes he hecho notar, nos hace ver que ellas no han podido crecer ni desarrollarse en el lugar en que aparecen. Deben haber sido acarreadas por rios de la tierra al mar, aquí flotando un cierto tiempo, i por último hundídose debajo de él. Esta suposicion no tiene nada de arbitrario; ejemplos de ello podemos observar en nuestros dias. Todos los troncos de árboles que se sumergen, lo hacen en una posición vertical, porque en sus raices o base, son un poco mas pesados que en su parte superior.

Troncos venidos de la tierra al mar, acarreados por corrientes, al sumergirse, pueden caer en el depósito de hulla o sobre una formacion de sedimento. Si ellos conservan todavía sus raices, vendrán a depositarse derechos con una cierta estabilidad debida a su base. Los restos de algas, al caer sobre ellos en forma de una masa regular, los botarán en su mayor parte, cubriéndolos, mientras que arcilla o arena puede depositarse con mucha facilidad a sus alrededores i enmurallarlos en su situacion. Esto puede esplicar la diferencia en la situacion de estos troncos, inclinados dentro de las capas de hulla, i verticales o perpendiculares a los planos de extratificacion de las de arenisca o esquita arcillosa.

Jeneralmente aparece tambien en estos troncos lleno el interior con arcillas esquistosas, arenisca i a veces aun de conglomerados. Esto es naturalmente difícil de esplicar, a no ser que se considere a los troncos huecos i que el conglomerado o sus partes cayeron dentro de él cuando estaba ya enmurallado hasta su boca.

En todo caso, cuando la sustancia vegetal ha desaparecido, se debe concluir que esto ha tenido lugar por un proceso de oxidacion: lo que no ha podido verificarse debajo del agua, sino principiar despues del levantamiento de toda la formacion sobre la superficie de las aguas, en que pudo obrar el oxígeno.

En tal caso no, es difícil imaginarse la caída de los conglomerados en un tubo que así se formaría.

Las capas de hulla, encerradas por capas de arenisca o esquitas arcillosas conservando sus planos paralelos, son muy difíciles de explicar, sino imposible, derivándolas de una formación de turba. Una capa semejante, en medio de *depósitos de sedimento*, no puede haberse formado sino de restos vegetales flotantes que se depositaron en ese lugar. Esto no se puede conciliar con la turba que no se presta por su naturaleza a flotar, ni mucho menos puede considerarse ser producto de árboles como antes lo he hecho ver.

Estas capas no pueden haber tenido origen sino en la acumulación de estos vegetales sin contextura leñosa, que se depositen uniformemente, i como tales no conocemos otros que los marinos, como las algas.

Podría citarse aun, en apoyo del origen marino de la hulla, los productos amoniacales que ellas dan por destilación, como sucede con las algas cuyas hojas no están limpias de los animalillos que sobre ellas viven.

La madera i su carbon, como tambien todo vegetal, da en la destilación productos ácidos, como sucede tambien con las algas rapadas i limpias de los animalillos que las cubren. En esta circunstancia especial, característica de las hullas de dar un producto amoniacal en la destilación, tenemos otra prueba que confirma su origen marino.

Por otra parte, el análisis del aire disuelto en el agua del mar nos hace ver que existe en él un exeso de oxígeno i de ácido carbónico, que numéricamente se puede demostrar, i que no puede provenir solamente de absorción de la atmósfera i de la respiración de los animales marinos.

Este exeso de oxígeno se explica en la vida de las plantas marinas. El de ácido carbónico nos hace ver que debe existir dentro de mar aun otra fuente de desarrollo de este ácido, i esta es probablemente la formación de hulla.

Admitiendo la hipótesis que deriva las hullas de plantas marinas, i su formación dentro del mar, habrá que modificar la calificación que generalmente se hace de los carbonos fósiles.

La lignita, esto es, carbon fósil que conserva la contextura leñosa del vegetal que le dió origen, no debe confundirse con la hulla, carbon fósil que no tiene forma ni contextura leñosa, sea cual fuere la formación en que se le encuentre.

Por la naturaleza de la formación de las hullas, estas pueden formarse en épocas geológicas muy diversas, de manera que el carbon fósil que aparezca con las propiedades características de la hulla, debe llamársele tal, independientemente de la formación en que se encuentre, que solo servirá para distinguirlas.

Así el carbon fósil de Coronel i Lota, por ejemplo, será una hulla terciaria, miéntras el encontrado en la provincia de Colchagua con una textura fibrosa leñosa, una lignita terciaria. Estas últimas tienen su oríjen en los restos de plantas de textura leñosa; son muy distintas de las hullas, tanto en sus propiedades como en su oríjen i en su modo de formarse.

He llegado, señores, al término de este trabajo sin pretender por ello haber agotado la discusión. Abrigo solo el convencimiento de haber aceptado, en la esplicación de este tema, la hipótesis que, sin contrariar ningún principio científico bien establecido, explica el oríjen i formación de la hulla por causas naturales i actuales, acorde con la observación de los acontecimientos ordinarios de la naturaleza i acorde también con diversos principios de diversas ciencias. Terminaré, pues, consignando el deseo que me anima, de que esta exposición os sirva de testimonio de mi amor por las ciencias i de la aspiración que aliento de cultivarlas a vuestro lado.

---

*METEOROLOGÍA. Fenómeno del mar; ocurrido en nuestras costas del sur a consecuencia, según parece, del gran terremoto que destruyó a Arequipa el 13 de agosto de 1868. —Relaciones de este fenómeno trasmitidas al Consejo de la Universidad por el Intendente de Concepción.*

*Concepción, agosto 19 de 1868.*

En la noche del día 14 de este mes tuvo lugar en los puertos de la bahía de Talcahuano un fenómeno que, a mi juicio, merece llamar la atención de las personas competentes i del que procuraré dar a US. la idea mas completa i detallada que me sea posible.

A eso de las 8 horas 5 minutos P. M. del mencionado día, principió a notarse en los puertos de la bahía de Talcahuano i en Penco, que el mar se retiraba, i se hallaba en seguida como en las mas grandes mareas, haciendo el flujo i reflujo, no en el período de tiempo ordinario, sino en el tiempo de hora i media a dos horas. Despues de haberse retirado mucho, 100 varas según unos, i 150 según otros, el mar