

SOBRE LA EDAD
DE
Algunas formaciones Carboníferas
DE LA
REPÚBLICA ARGENTINA
POR
GUILLERMO BODENBENDER

SOBRE LA EDAD
DE
ALGUNAS FORMACIONES CARBONÍFERAS
DE LA
REPÚBLICA ARGENTINA
POR
GUILLERMO BODENBENDER

La cuestion de la existencia de carbon en la República Argentina sigue ocupando la atencion general, debido principalmente á los infatigables esfuerzos del señor Dr. Salas, en Mendoza, y á sus admirables descubrimientos encabezados con el célebre combustible de San Rafael, y obliga á que los geólogos del país se ocupen desde ya de ellos, poniéndolos en una situacion bastante delicada.

Como lo creen muchos, se trata de un problema de cuya resolucion depende el desarrollo de las industrias; más aún, supónese que depende de él el bien ó el mal de nuestra República, concepto que nos parece algo exagerado, considerando que las industrias están por libertarse del motor «carbon» para sustituirlo por la fuerza motriz del agua y la electricidad. Con todo, si bien la minería de nuestro país debe aprovechar en adelante estas últimas fuerzas, ella no puede adelantar por ahora sino apoyándose en el descubrimiento de depósitos explotables de carbon, lo que será siempre de la mas grande trascendencia para el desarrollo comercial é industrial del progreso futuro del país.

Ya desde tiempo atrás, este problema ha ocupado la atencion no solamente de los mineros y de los naturalistas, sino tambien de los hombres de Estado, siendo sabido que el Gobierno

Nacional, bajo la presidencia de Sarmiento, ofreció un premio de veinte mil pesos oro para el descubrimiento de un depósito explotable de carbon.

Gracias á tales empeños, conocemos hoy muchos depósitos de carbon, pero sin que la esperanza de encontrar depósitos extensos explotables se haya realizado.

Prescindiendo del combustible existente en San Rafael, (Departamento de la provincia de Mendoza), en el que no podemos ver carbon, sino un mineral semejante al Albertita de Norte-América, los hallazgos de carbon se reducen á depósitos muy insignificantes de «carbon de pez» dentro de pizarra carbonifera ó solo son de carbon pizarreño muy terroso.

Los lugares donde los han encontrado son: *Reta, Challao y Uspallata*, en la provincia de Mendoza; *Guaco, Marayes, Trapiche* (entre Jachal y Guandacol) en la provincia de San Juan; *Cerro Bola (Guandacol), Tambillo* (en la falda oriental del Famatina), *Carrixal, Las Gredas*, etc., en el Famatina, *Sierra de Malanzan* en varios puntos, *Recreo* en Catamarca, *Punilla* (Sierra de Córdoba) y muchos otros puntos cuya enumeración no vale la pena porque solo se trata de indicios de carbon.

En cuanto á calidad, los mejores son los de *Reta, Marayes* (carbon de pez) y de la *Sierra de Malanzan* (carbon pizarreño segun muestra en el Museo Mineralógico de la Universidad de Córdoba). El criadero más ancho de 1-2^m de carbon muy arcilloso está en *Guaco*, cerca de *Jachal*.

Aún ignoramos si los depósitos nuevamente descubiertos por el Dr. Salas en la region del Rio Atuel dentro de la Cordillera (Mina Tránsito), tendrán mejor suerte que los indicados.

Aunque en los últimos años se han practicado en nuestra República importantes trabajos geológicos, sin embargo, nuestros conocimientos en cuanto á la estructura geológica de nuestro suelo se encuentran todavía en un estado embrionario. Es preciso tener presente esto al tratar la cuestion del carbon para no llegar á conclusiones falsas ó á conceptos demasiado optimistas ó pesimistas, como ha sucedido antes y sucede todavía hoy dia. Este estado imperfecto no puede extrañar á quien se dé cuenta de la inmensa extension de nuestro país, del número tan reducido de exploradores y, conviene decirlo, tambien, de la gran indiferencia hácia trabajos geológicos y geográficos, que se hace en alto grado sensible en la sociedad argentina en general.

Burmeister, el célebre naturalista que habia afirmado du-

rante mucho tiempo la existencia de la formacion carbonifera en las provincias de San Juan y de Mendoza, la negó rotundamente mas tarde.

Sobre la base de la determinacion de las plantas fósiles, encontradas en Mareyes (Sierra de la Huerta) y en Cacheuta (provincia de Mendoza), *Stelzner y Geinitz* han dado á los depósitos de carbon, que encerrados en psamitas acompañan las capas fosilíferas, su posicion en el sistema rhético (formacion triásica superior). Partiendo de allí han creido poder aceptar esta edad para todos los depósitos de carbon, pertenecientes á psamitas de mas ó menos igual naturaleza petrográfica. Tal generalizacion es, como veremos, no justificada.

Brackebusch ha tenido la opinion, de que una parte de las psamitas que se hallan ligadas con depósitos de carbon no sean de edad rhética, dejando su posicion dudosa (Psamitas, yeso, terreno rhético?) en su mapa geológico; sin embargo, tambien consideró los depósitos de carbon como rhéticos.

Este concepto algo oscuro y vacilante, nos demuestra claramente las deficiencias de nuestros conocimientos.

Las exploraciones hasta hoy practicadas, nos han dado una idea general, bastante instructiva, de la estructura geológica de nuestro país, y debemos agradecer á los naturalistas estos trabajos, con los cuales tenemos una base para las investigaciones futuras, y más debemos agradecerlos por haber sido estos trabajos desinteresados y llenos de fatigas y molestias.

Pero ahora es tambien preciso convencerse de que hay que principiar con estudios minuciosos, con la construccion de perfiles geológicos detallados y exactos, y al fin, con el levantamiento topográfico-geológico de ciertas regiones particularmente interesantes. Las descripciones de las formaciones geológicas de regiones á veces muy distantes, están redactadas de tal modo general—y esto se refiere especialmente á los sistemas de psamitas, pizarras, etc., que incluyen depósitos de carbon—que una comparacion es casi imposible.

No siendo conocidos en muchos casos el yacientc de los depósitos ¿cómo es posible la paralelizacion de los estratos y una exacta determinacion de su edad? Son tanto más necesarios los perfiles y los estudios exactos estratigráficos, cuanto menos podemos apoyarnos en hallazgos fitopaleontológicos, que pueden servir de guia para la determinacion de la edad.

Echando una mirada general sobre el actual estado de nuestros conocimientos, en cuanto á los sistemas principales que constituyen el suelo de nuestro país, y especialmenc de la

parte Nord-Oeste y Central, que es de la que vamos á ocuparnos al tratar la cuestion de carbon, encontramos un vacio muy sensible entre *la formacion arcéica* (compuesta de gneis, filitas, pizarras hornblendíferas, etc., y desarrollada lo más en las sierras aisladas pampeanas, y *la formacion silúrica*, faltando completamente observaciones en cuanto á la transicion, á las relaciones estratigráficas y petrográficas de ambos sistemas.

La montaña que me parece la más adecuada para tales investigaciones, es el Famatina, estando en ella bien fijado el horizonte del Siluro en inmediata proximidad del sistema arcéico (Potrero de los Angulos), con lo que hay esperanza de poner las formaciones de esta Sierra, en relacion con las de las Sierras pampeanas (Sierra de Córdoba, Los Llanos, La Huerta, etc.).

Era muy extraño que en ninguna de estas Sierras pampeanas se encontrara el sistema paleozóico ó partes de él, pero este vacio no existe más, habiendo podido constatar en mi último viaje á la Sierra de los Llanos, costado por el Museo de La Plata, en la falda oriental de esta montaña la existencia de grauwacke, psamitas y cuarcitas, las que hajo el mismo rumbo y la misma inclinacion están depositadas sobre las filitas hurónicas, que siguen arriba del gneis de la montaña central.

La division del *sistema silúrico* en las provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja, representado por caliza, grauwacke y pizarras, es tambien muy defectuosa, como ya Stelzner lo ha hecho notar varias veces en su obra.

Sobre la formacion silúrica hasta el Trias superior (Rhet) hay aun una tierra incógnita, pero que no existe gran dificultad en arrojar luz sobre estos puntos oscuros en nuestros conocimientos, si los geólogos quieren dedicarse á estudios detallados, lo demuestra el descubrimiento de *la formacion devónica*, á una media legua al Sur del pueblo Jachal, lo que debo á la averiguacion de las relaciones de ciertas psamitas, con las conocidas calizas silúricas.

No puedo entrar aquí en detalles sobre la composicion de este sistema, (1) pero bastará decir que los estratos devónicos correspondientes, segun los fósiles, al piso inferior (Upper Helderberg Group), (como está constatado por el Dr. Steinmann, en Bolivia), siguen sin interrupcion sobre la formacion silúrica, siendo compuesta de grauwacke, pizarras, psamitas y bancos de caliza negra.

(1) Véase el trabajo del autor «Perfiles geológicos N.º. 1», que se publicará en breve en el tomo XIV de la Academia Nacional de Ciencias.

Las psamitas coloradas (con plantas fósiles muy mal conservadas), que se presentan al Sur del pueblo de Jachal y que formando la pendiente baja del Cerro Ancaucho, continúan hacia el Norte, debemos considerarlas, por estar depositadas en concordancia sobre el piso devónico y por pasar por medio de pizarras areniscosas en los estratos devónicos, como continuación de las areniscas de *la formación carbónica* (Culm) de Retamito, tanto más cuanto que la continuación de éstas hacia el Norte está constatada en varios puntos.

Digno de notarse es que en Retamito, como más al Norte (Talacastra) las psamitas descansan directamente sobre caliza silúrica. Lo mismo parece suceder en Guaco, (cerca de 7 leguas al Este de Jachal), donde las psamitas encierran un depósito de carbon. Considerando que las areniscas de este último lugar continúan hacia el Sud, encontrándose en el Cerro del Fuerte sobre los mismos estratos devónicos que en Jachal, no puede haber duda de que pertenecen al mismo horizonte (formación carbónica). Una investigación detallada demostrará cómo se explica esta diferente arquitectura, y por qué, en una región de poca extensión como la de Jachal, Cerro Fuerte y Guaco, las mismas areniscas se encuentran en un punto arriba de la formación silúrica, y en otras sobre los estratos devónicos. Tal vez le encontraremos explicación en un aplastamiento (Verquetschung) de las capas, tomando además en cuenta las grandes dislocaciones que cruzan los terrenos en esos puntos.

He encontrado otro argumento muy importante para la determinación de la edad de aquellas psamitas, en El Trapiche (al Norte de la Quebrada del Pescado ó de la Abra de Panacan). Descansan allí psamitas de la misma naturaleza petrográfica que las de Guaco y de Jachal y en unión directa con ellas por las psamitas del Cerro Aguila, sobre un sistema de pizarras, grauwacke y caliza negra, encerrando cerca del límite una capa muy insignificante de carbon y pizarras arcillosas, (con *Neuropteridium validum* Feistm.)

En las psamitas, cerca de 3 metros arriba de este depósito, encontré un tronco de cerca de 2 metros de largo, de un *Lepidodendron* en posición horizontal.

Más abajo de Trapiche, en el Salto Amarillo, aparece la caliza silúrica con fósiles, sobre la que siguen probablemente las pizarras ya indicadas, grauwacke, etc.

He observado en el trayecto, entre Trapiche y la Quebrada de Alaya, en muchos puntos psamitas (con porfirito augítico), conglomerados, principalmente caliza silúrica, apareciendo en

la Quebrada de Alaya arriba de la caliza otra vez psamitas, para formar en seguida la pendiente oriental y occidental del Valle de Guandacol. Volveremos más abajo sobre un perfil muy interesante que he tomado allí, en el Cerro Bola, en la pendiente oriental del valle, al frente de Santa Clara.

Reasumiendo todos los datos, podemos decir que las formaciones silúrica, devónica y carbónica, están desarrolladas en la parte Nord-Oeste de la República (San Juan y La Rioja), siendo compuestas de una serie continua de calizas, pizarras, grauwacke y psamitas, todas bien caracterizadas por fósiles.

El concepto antiguo, según el cual sigue en discordancia sobre la formación silúrica la formación rética, incluyendo los depósitos de carbón de Guaco y de Trapiche, no es por consiguiente sostenible.

¿Qué estratos existían arriba de estos terrenos?

Sobre las psamitas carboníferas del Retamito, de Trapiche y del Cerro del Fuerte (Jachal), descansa *en concordancia* una serie de psamitas, en parte margosas, yesíferas, pizarras y conglomerados, los que por razón de presentar la continuación de la sedimentación de la época del carbón ó del permo-carbón, deben corresponder á la formación pérmica y triásica.

Aunque por ahora no tenemos un argumento paleontológico para fijar su edad, la demostración estratigráfica basta completamente, y cuando en ciertos puntos, como algunos creen, existe la formación rética (con carbón), la parte superior del terreno triásico, tanto menos se puede negar por aquellas razones la existencia del Trias inferior y del Perm.

La falta de fósiles en estos estratos está tal vez compensada por los porfiritos augíticos, diabasas y meláfiro con sus tobas, brechas y conglomerados, como se encuentran en el Cerro del Fuerte, en la Quebrada del Pescado (entre Jachal y Trapiche), en el Cerro Bola y en otros puntos más, y sobre los que ya han llamado la atención Stelzner y Brackebusch.

Partiendo de la suposición de que las psamitas carboníferas sean de edad rética, estos geólogos consideraron también como réticas aquellas rocas eruptivas, que se hallan interpuestas en mantos entre las psamitas.

Habiendo sido esta suposición falsa en los casos citados y encontrándose en El Trapiche un manto de Pórfido augítico apenas 20^m arriba de las psamitas con *Lepidodendron* y *Neuropteridium validum* Feistm, estas rocas eruptivas no pueden ser de edad rética; su erupción ha tenido lugar en la época carbónica ó durante la permo-carbónica. Pero con esto no quiero

decir que estas rocas no se encuentren en otras localidades en el Rhet mismo, siendo indudable que sus erupciones continuaron en la época mesozóica.

Con un espesor grande aparece sobre esas psamitas de El Trapiche un sistema de areniscas coloradas, alternando con Diabasa, Porfiritos, etc., en la Quebrada del Pescado, al Este del Cerro Guachi, y ofreciendo con sus múltiples pliegues un perfil muy interesante desde el Abra de Panacan hasta las Casas Viejas.

Igualmente he observado sobre las areniscas coloradas, que descansan en el Cerro del Fuerte sobre la formación devónica, una serie de rocas porfíricas con conglomerados, tobas y mas arriba de ellas otra vez areniscas coloradas ó pardas en parte margosas con yeso.

Un perfil igual encontramos en el Cerro Bola (véase mas abajo). Mientras que de este modo el horizonte carbonífero en esta region (repito los nombres de los lugares, para no dar ocasion á equivocaciones: Retamito, Guaco, Trapiche) puede ser considerado con bastante seguridad como «Carbon», las dificultades de fijar el horizonte de los depósitos carboníferos al Este y Sudeste de esta region se aumentan en alto grado.

La determinación de la edad de los depósitos de carbon con sus psamitas, pizarras, etc., como son los de Tambillo, Cuesta Colorada, Las Gredas en la Sierra de Famatina y los de Paganzo, Marayes, etc., está basada en los hallazgos de plantas fósiles, sobre analogías petrográficas y sobre algunas observaciones estratigráficas.

Teniendo en cuenta que las últimas, como lo veremos, son de dudoso valor ó á lo menos no permiten una generalización, además de que los hallazgos de plantas se reducen á dos ó tres especies, podemos juzgar del grado de seguridad que hay en estas determinaciones.

Debemos á Stelzner el descubrimiento de la formación silúrica en «El Potrero de los Angulos» en la Sierra de Famatina. El interesante perfil que trazó de ese punto, parece haber sido el punto de partida para sus conclusiones. Y en efecto, creo que no hay una region mas adecuada para un estudio detallado de las principales formaciones que componen el Famatina que la del Potrero de los Angulos, existiendo aquí en los estratos silúricos un excelente horizonte fijo, á que referir á las pizarras, filitas, Gneis, como las psamitas, etc., de edad mas moderna.

El perfil que he trazado está situado á cerca de 1 á 2 leguas mas al Norte del perfil de Stelzner, en la Ciénega Grande,

cortando al Oeste una quebrada por la que sube el camino á Segovia, y al Este el Arroyo del Corral, cerca de la embocadura de la pequeña quebrada, llamada «Alumbreira».

En la direccion Este á Oeste siguen en ese punto con inclinacion hácia el Oeste; (1) Grauwacke, caliza negra y pizarras, cambiando entre sí, con fósiles silúricos; (2) un sistema de cerca de 50^m de espesor de estos mismos estratos, en el que no he podido encontrar fósiles; (3) psamita gris, pasando poco á poco en piso 2, con restos de plantas y escamas de peces; (4) psamitas coloradas, blancas conglomerados y margas.

En el límite entre 3 y 4 se halla interpuesto un banco de un pórfido felsítico, y al Este de los estratos silúricos la cresta de la pendiente parece ser formada del mismo pórfido que representa probablemente la continuacion del creton de pórfido señalado en el perfil de Stelzner, de manera que mi perfil puede ser considerado como complemento de la parte occidental del de Stelzner, ocupando en él la parte entre *f* y *z*. Al Oeste, mi perfil, como el de Stelzner, está limitado por pórfidos y por el sistema arcáico.

No he observado, en ningun punto, discordancia entre el piso 3 y 4; por el contrario, la transicion de los pisos es evidente, y no hay tampoco discordancia entre los estratos en su continuacion hácia el Norte en la Quebrada de La Torre.

Si en la pendiente occidental de la Ciénega Grande, formada por pórfido, maizillo, gneis, pizarras, hornblendíferas, etc., la psamita colorada descansa con inclinacion hácia el Este (todos los estratos tienen inclinacion hácia el Oeste) en discordancia sobre pórfido, no puede haber ninguna duda de que ocupa esa posicion por una dislocacion.

Además, no debemos olvidar que Stelzner mismo dice varias veces, refiriéndose á su perfil del Potrero de los Angulos, que no ha podido constatar con seguridad las relaciones estratigráficas de las psamitas con los pórfidos, ni tampoco con los estratos silúricos y arcáicos.

Examinando los demás depósitos de carbon ó de capas arcillosas carboníferas en el Famatina, veremos que el reconocimiento de la estratigrafía, como del caracter de los estratos en el yaciente, deja mucho que desear.

Cerca del Carrizal (entre Corrales y el pueblo de Famatina) siguen, segun mis observaciones, sobre pizarras (silúricas ó

devónicas?) y en concordancia, psamitas cuarcíticas, y sobre ellas psamitas blancas y coloradas, que encierran pequeños depósitos de pizarras arcillosas carboníferas. Todas las capas están casi perpendiculares.

En Las Gredas, cerca de Escaleras, según Stelzner en la obra citada, las psamitas coloradas, amarillas y blancas, cuyas capas están muy inclinadas ó perpendiculares, llenan una cuenca de pizarras. En las areniscas blancas se hallan varias interposiciones de pizarras arcillosas con indicios de carbon. Stelzner halló aquí *Hymenophyllites*.—«Areniscas rhéticas se encuentran en el valle entre Durazno y Cuesta Colorada, cuyas crestas se componen de pizarras. Las psamitas coloradas, amarillas y blancas se cambian en ese paso con pizarras arcillosas de color gris, violeta y negro con *Otópterus Argentínea*, Gein y semillas de *Pterophyllum* (Stelzner)».

Desde Angulos, la formación de las psamitas se extiende al Sudeste hácia la Punta del Espino (Mina Mejicana). Stelzner dice:

«El material de estas crestas, depositado sobre las pizarras, se compone de conglomerados, sobre los que siguen psamitas blancas cuarcíticas. En la Quebrada del Corral (entre Escaleras y el Paso del Tocino) las pendientes se componen, al Este, del porfido cuarcífero, y al Oeste de pizarras cristalinas.

En el fondo del valle aparecen psamitas coloradas y blancas, alternando con bancos de conglomerados y pizarras arcillosas que contienen indicios de carbon».

«En Tambillo (al pié occidental del Famatina) las psamitas y los conglomerados forman la pendiente inferior, encerrando las primeras pizarras arcillosas con carbon como en Las Gredas».

Según estas observaciones, se constata una discordancia con alguna seguridad solo en la Quebrada del Corral (entre psamitas y el terreno arcáico), mientras que en Carrizal, lo mismo que en Potrero de los Angulos, existe concordancia. Todos los otros casos quedan dudosos.

No obstante de estas deficiencias en nuestros conocimientos, la opinion de que exista por lo general una discordancia entre las areniscas en parte carboníferas y las formaciones viejas (silúricas), no se puede sostener mas, siendo ya suficiente argumento el perfil del Potrero de los Angulos, que será mas confirmado por las relaciones estratigráficas de los depósitos de Carrizal.

Nuestra opinion encuentra un apoyo esencial en un perfil que ofrece el Cerro Bola, cerca de Guandacol, el que junto

con otro del Cerro Colorado al Oeste de Resina (Hornillos), nos parece muy á propósito para ligar geológicamente el Famalina con la region situada mas al Oeste, ya arriba descrita. Siguiendo en la pendiente occidental del Cerro Guandacol hácia el Sur, podemos distinguir como sistemas principales:

- 1) Gneis con caliza granuda, cambiando en muchos bancos.
- 2) Grauwacke gris-verde, de grano fino.
- 3) Psamita gris, en planchas delgadas, alternando con pizarras (100^m y mas).
- 4) Psamita gris y blanca con pizarras de Grauwacke, que encierran restos de plantas. La arcilla pizarreña interpuesta entre las areniscas, es *carbonifera*.
- 5) Conglomerados, brechas y tobas de Diabasa, pórfirito augítico ó Meláfiro y psamitas coloradas. Las capas 2 hasta 5 tienen inclinacion hácia el Sur.

Al Sur del camino que conduce de Santa Clara á Hornillos, y que corta la série 5, aparece otra vez la capa 3 con inclinacion hácia el Norte, compuesta igualmente de:

- 6) Psamita gris con pizarras, é incluyendo en su horizonte superior:
- 7) Un depósito de carbon arcilloso de algunos decímetros de espesor, en una quebrada de muy difícil acceso, que emboca cerca de Tolosa algo abajo de Santa Clara. Siguen arriba de éste.
- 8) Mantos de roca diabásica, porfirito augítico (poroso, con concreciones amigdaloides de caliza como en Paganzo), Meláfiro con brechas y tobas, y arriba de esta roca otra vez psamita colorada. Como los estratos 6 corresponden al piso 3, así sin duda la capa 7 es idéntica á la 4, como la série 8 es idéntica con la 5. La arquitectura de los estratos se esplica por plegadura y dislocacion.

Comparando este perfil con el de Trapiche, salta á la vista una analogía completa. Psamita gris con un pequeño depósito de carbon descansa tambien aquí sobre pizarras y grauwacke, incluyendo en nivel superior un banco de pórfirito augítico, y estando cubierto en la Quebrada del Pescado por un sistema de psamitas coloradas, porfiritos, roca diabásica, etc. Otra analogía, fácil de reconocer, existe entre las relaciones petrográficas del perfil del Potrero de los Angulos y el del Cerro Bola.

En la pendiente austral del Cerro de Guandacol se nota una gran dislocacion, por la que los estratos arriba descritos han descendido hasta el nivel del terreno arcáico, de modo que una mitad de este cerro se compone de gneis, caliza, etc., mientras que la otra es de grauwacke, psamitas, etc.

Las psamitas coloradas forman la pendiente baja de la pendiente oriental del Cerro Guandacol y de la Sierra que continua en direccion hácia Hornillos, siendo accesibles varias veces en el camino de Santa Clara á Hornillos.

Dirigiéndose desde Resina (Hornillos) hácia el Cerro Colorado, el camino corta, en una quebrada estrecha, las psamitas coloradas (con inclinacion hácia el Este), y donde sale de la quebrada aparece debajo de ellas gneis en posicion casi vertical.

Mas hácia el Oeste, en un vallecito longitudinal, situado entre la cadena principal, compuesta del sistema arcáico y aquellas lomas de psamitas, siguen debajo de las últimas, teniendo la misma inclinacion, psamitas grises micáceas y al fin al pié de la cadena al Oeste, conglomerados que descansan sobre gneis y granito (inclinacion hácia el Oeste).

Doblando hácia el Sud, hácia un cerrito caracterizado desde lejos por una alta barranca cortada en las psamitas coloradas, y ascendiendo un arroyito seco hasta el frente de la barranca, se observa debajo de las psamitas coloradas, que cambian con conglomerados y son en parte yesíferas, psamita gris micácea y muy calcítica, semejante á *grauwacke*, y al fin, en la pendiente de la cadena al Oeste, conglomerados en discordancia sobre gneis, granito, etc. Los conglomerados contienen *fragmentos de pizarras, grauwacke, pizarra carbonífera, granito y gneis.*

En estos perfiles tenemos pues la psamita colorada en discordancia directamente como por intermedio de conglomerados sobre el terreno arcáico, mientras que en el perfil del Cerro Bolsa la misma arenisca descansa en concordancia junto con las rocas eruptivas y sus tobas, etc., sobre el sistema de las areniscas carboníferas, pizarras y *grauwacke*.

Digo la misma arenisca, para prevenir la observacion que pudiera hacerse de que la psamita del Cerro Colorado sea tal vez mas moderna que la del Cerro Bola. La continuacion de la psamita del Cerro Colorado hácia el Cerro Bola es tan visible que no puede ponerse en duda su identidad.

La explicacion que de tal arquitectura encontramos, creo sea la siguiente:

Despues de haberse depositado en nuestra region los estratos silúricos, devónicos y carbónicos, la série de los sedimentos sufrió una dislocacion, hundiéndose considerablemente algunas regiones, en parte, bajo gran inclinacion de los estratos, mientras que otras sufrieron poco cambio en la posicion de sus estratos, quedando estos mas ó menos horizontales.

Por no haber sido interrumpido por la dislocacion el proceso de la sedimentacion, resultó como consecuencia natural, que la psamita colorada que es el producto de la sedimentacion, tuvo que depositarse en el primer caso en discordancia (Cerro Colorado), en el segundo (Cerro Bola) en concordancia sobre los estratos ya existentes.

En la region ocupada hoy por la depresion de Hornillos, etc., y limitada al Este por el Famatina, sufrió (como en muchas otras partes de la República) el complejo de los estratos silúricos, devónicos y carbónicos, un gran hundimiento y sobre ellos ó sobre el sistema arcáico, donde salió á la luz por las dislocaciones, se depositaron las psamitas coloradas y los conglomerados. La sedimentacion principió en el Cerro Colorado como en muchos otros puntos (orillas de islas!) con fragmentos de gneis, granito ó pizarras, grauwaacke y pizarra carbonifera, resultado de la dislocacion y consiguiente destroz de los estratos existentes.

Considerando que sobre el sistema permo-carbonífero, donde empieza la série de las psamitas coloradas, se hallan mantos de rocas eruptivas (Diabasa, Porfírito augítico), tal vez la formacion de las dislocaciones está en relacion con las erupciones de estas rocas.

No necesita decir que todos los depósitos de psamitas, etc., han experimentado mas tarde otra vez alteraciones en su posicion, cuyo conjunto se presenta en la configuracion actual del relieve. *Así hemos llegado á un concepto diferente del que hasta hoy ha sido reconocido, no pudiendo ser consideradas las areniscas en la pendiente de los estratos carbónicos, como rílticos, sino como pérmicos y triásicos.* La sedimentacion desde la época silúrica hasta la triásica, ha sido continua en esta region, habiendo sido solo localmente interrumpida por la formacion de dislocaciones y por la salida de masas eruptivas.

Queda aun completamente en duda si los horizontes superiores del sistema de las psamitas coloradas, son rílticos ó corresponden tal vez en parte á la formacion jurásica, faltando hasta hoy hallazgos paleontológicos de caracter indiscutible para la determinacion de su edad.

No hay que confundir estas areniscas con las cretáceas ó terciarias que en nuestra region del Famatina (por ejemplo, cerca de Los Angulos) desempeñan un importante rol como componentes del suelo siendo caracterizadas por lo comun por fragmentos de rocas eruptivas modernas (Andesita, etc.)

De todas nuestras exposiciones resulta que los depósitos de carbon

ó pizarras carboníferas arriba mencionadas, que se hallan en varios puntos en el Famatina, interpuestos en aquellas psamitas coloradas ó blancas, etc., deben ser mas modernos que los del Cerro Bola, Trapiche, Guaco y Retamito; y por ocupar aquellos depósitos en el piso de las psamitas de la edad pérmica y triásica un nivel muy inferior, donde estas descansan en discordancia ó concordancia sobre los estratos mas viejos arcáicos, silúricos, etc., tendríamos, siempre teniendo en cuenta que no hubo una interrupcion en la sedimentacion desde la época silúrica hasta triásica, la conclusion, que esos depósitos no pueden ser de edad rhética sino que deben ocupar un horizonte mas inferior, perteneciendo á la formacion pérmica ó triásica inferior.

Las pocas plantas encontradas hasta hoy en estos pisos no pueden formar argumentos para una edad rhética. Ni Stelzner ni Brackebusch han fundado su opinion de que los depósitos sean rhéticos, en estos restos fósiles, sino en la suposicion de una discordancia existente en todas partes entre la formacion silúrica y las psamitas carboníferas. Stelzner, (obra citada, pág. 52), supuso una interrupcion en el proceso de la sedimentacion ocurrida despues de la formacion de los depósitos silúricos por un levantamiento que se estendió á esta region y que hizo cesar la mar, de tal modo, que esta region haya estado durante las épocas devónicas, carboníferas, pérmicas y triásicas (en parte) sobre el nivel del agua, empezando recién en la época rhética otra vez la formacion de sedimentos (psamitas, etc.) Este concepto se comprende, considerando que en este tiempo ni la formacion carbonifera ni la devónica eran conocidas.

Dirigiéndonos hácia el Sud y Este de la region del Famatina, en la que las relaciones estratigráficas de las psamitas con los estratos más viejos permiten por lo menos una determinacion aproximativa de la edad de los depósitos de carbon, estamos inmediatamente inclinados á reconocer en las psamitas que forman las pendientes bajas de la Sierra de Vilgo, de La Huerta, de Los Llanos, de la Sierra de San Luis, etc., y que encierran en algunas partes (Puganzo, Marayes, etc.) depósitos de carbon, una continuacion de las psamitas del Famatina, pero las dificultades para fijar con alguna seguridad su nivel, crecen considerablemente por ser depositadas estas rocas, en la mayor parte de los casos, directamente en discordancia sobre el terreno arcáico y por no mostrar relaciones con los terrenos paleozóicos. La determinacion de su edad se basó exclusivamente en las plantas fósiles de Marayes, las que reconocidas como rhéticas dieron motivos para considerar todos los demás depósitos como rhéticos igualmente.

No me atrevo á decidir si las plantas que se han descrito de Marayes indican sin duda alguna una edad rhética de estos depósitos, ó si es permitido contarlos en un horizonte más inferior, por ejemplo, del Trias inferior, pero en vista de las grandes analogías estratigráficas y petrográficas que tienen todos estos depósitos de areniscas, etc., con algunos del Famatina, de Guandacol, Hornillos, etc., donde todas las areniscas parecen descansar por intermedio de conglomerados en discordancia sobre el terreno arcáico, encerrando en su nivel inferior los depósitos de carbon, me inclino á suponer tambien para ellos una posicion triásica inferior y no posicion rhética.

Esta opinion ha encontrado recien un apoyo valioso en el descubrimiento de plantas fósiles, que hice en la Sierra de Los Llanos. Hace poco tiempo el Dr. Kurtz, catedrático de botánica de la Universidad de Córdoba, descubrió en Bajo de Velis, en la Sierra de San Luis, una série de plantas, encontrándose entre ellas *Rhipidopsis*, que han llamado la atencion general de los paleontólogos y geólogos y especialmente de los de las Indias orientales, por los caractéres comunes que esta flora tiene con la del sistema «Gondwana inferior» (Kaharbari-beds). La cercanía de la Sierra de Los Llanos al punto de este descubrimiento y la circunstancia de que me habian mandado de esta Sierra muestras de carbon, motivaron mi viaje, cuyo objeto principal ha sido la averiguacion de las relaciones estratigráficas de los depósitos de carbon.

Pensando continuar estas investigaciones en la Sierra de Los Llanos, extendiéndolas tambien á los depósitos de Marayes (Sierra de La Huerta), me limito aqui á una exposicion de la geología de la region recorrida, reservando todos los detalles para unirlos, una vez concluidos estos estudios, á un cuadro entero.

La Sierra de Los Llanos junto con la Sierra de Chepes (ó de Malanzan), situada entre las sierras de Córdoba y de La Huerta, está compuesta en su parte central por el terreno arcáico (gneis, etc.) sobre el que descansan, en las faldas y casi completamente rodeando la Sierra con una ancha faja, psunitas y conglomerados, llenando éstas además la gran depresion con el Río Ansulon ó Río Catuna, que separa la Sierra de Chepes de la Sierra de Los Llanos. En esta depresion, en la parte entre Solca y Catuna, he hecho mis estudios, descubriendo cerca de La Peña (Pampa de Ansulon) en el Arroyo Totorá, un depósito rico de plantas fósiles en pizarras margosas.

Segun la determinacion preliminar del Dr. Kurtz, son los tipos más importantes: *Glossopteris*, *Noeggerathopsis Illislopi* Feistm.

Equisetites Morenians Kurtz, *Walchia*, *Neuropteridium validum* Feistm. Esta flora, en que el género *Glossopteris*, encontrado por la primera vez en la América del Sud, siendo conocido ya de las Indias Orientales, Cabo de Buena Esperanza, Australia y muy característico allá por una serie de estratos de sumo interés, idéntica en sus demás representantes con la flora del Bajo de Velis, indica, según concepto de los geólogos de las Indias Orientales, la formación pérmica superior ó triásica inferior, lo que coincide con nuestra determinación de la edad por razones estratigráficas. El lector quiera comparar el muy interesante trabajo del Dr. Kurtz en el tomo VI de esta REVISTA, en la pág. 117 y siguientes sobre los paralelos de estas floras fósiles.

El complejo de las capas margosas en los puntos estudiados y que mide 20 metros de espesor, encerrando capitas sumamente delgadas de «carbon de pez», está depositado sobre arenisca gris ó colorada y conglomerados de poco espesor (c. 10 m.) que con posición casi horizontal ó muy poco inclinada, descansan en discordancia sobre gneís ó granito; sobre las capas fosilíferas, siguen otra vez areniscas y conglomerados alternando entre sí, destruidos los más por la erosión.

Siguiendo la falda oriental de la Sierra desde Olpa (Departamento Catuna), hasta Olta (Departamento Belgrano), encontramos bajo de los conglomerados y areniscas en varios puntos (Olpa, arroyo también más al Sud de Olpa, en Agua colorada), Micacuita, Filita, y arriba de esas, con la misma inclinación hacia Este y con el mismo rumbo (Norte más ó menos), psamitas micáceas, grauwacke, cuarcito lechoso ó parduzco micácea. Si tenemos en los filitas el piso hurónico (también en Jatan, Sierra de Córdoba), los últimos estratos son representantes, como indica su carácter petrográfico, del sistema post-hurónico ó paleozóico inferior (Cambriano ó Siluro).

Este es un dato de gran interés, no habiéndose observado en ninguna parte de las sierras pampeanas estratos de esta edad. Están aquí también sobrepuestos conglomerados y areniscas, por lo común de color colorado, alcanzando en Olta un espesor muy considerable. La circunstancia de que los pisos superiores de estas psamitas aparecen entre Chañar y Olta, con un carácter algo extraño, hizo suponer al Dr. Brackebusch (véase su mapa geológico) una formación diferente de la á que pertenecen los otros; pero su conexión se puede observar en varios puntos (Talpa, Olta).

Tal vez se puede observar que este sistema de psamitas que rodea la falda oriental de la Sierra, empezando con congló-

merados, no sea idéntica con las desarrolladas en la depresión del Río Ansulón, que contiene los fósiles. Basta decir en contra de esto, que entre las dos regiones existe completa unión, continuando los conglomerados y las psamitas por el pequeño portezuelo entre Olpa y La Peña (Pampa Ansulón). Así, pues, deben ser consideradas las psamitas de nivel superior igualmente como triásicas, siendo sin embargo posible que el proceso de la sedimentación continuara hasta la época jurásica. El reconocimiento de la edad de estas psamitas debe arrojar mucha luz sobre los depósitos muy dudosos de conglomerados y psamitas de las faldas de la Sierra de Córdoba (Cerro Colorado, al Norte de Dean Funes, Copacabana, Río 3º, etc.), de la Sierra de San Luis, Sierra de Ulapes, Sierra de la Huerta, siendo ahora casi seguro que pertenecen, á lo menos en parte también, al sistema triásico ó pérmico.

Parece muy poco probable que en vista de todo esto, los depósitos de plantas fósiles de Marayes, cuya naturaleza petrográfica y estratigráfica parecen ser iguales á las de los Llanos, puedan sostener su edad rliética. Para resolver este punto necesitamos más estudios detallados y una minuciosa investigación de los horizontes fosilíferos.

Igualmente hay que dirigir más la atención en estas regiones hácia el sistema paleozóico, lo que tiene un valor trascendental en la cuestión del carbón.

La existencia de cuarcito, grauwacke y psamitas, que se sobreponen sobre filita arcáica, en la falda oriental de la Sierra de los Llanos, demuestra que el sistema paleozóico no está solamente desarrollado en la cordillera principal, sino que también es componente del subsuelo de la llanura entre la cordillera y las sierras pampeanas, apareciendo á la luz en las últimas.

Ahora bien, habiéndose constatado la formación carbónica en las faldas de las cordilleras al Este y Norte, es posible que su continuación, por grandes dislocaciones hundidas, se encuentre debajo de la formación pampeana y de las otras formaciones más modernas (psamitas triásicas y pérmicas).

¿Pero en qué punto y en qué profundidad se podría encontrar eventualmente depósitos de carbón? oigo preguntar á los entusiastas.

No hay contestación por ahora á tal pregunta. Si fuera posible contestarla algún día, lo será únicamente sobre la base de un exacto y muy detallado reconocimiento geológico de las Sierras pampeanas (Sierra de la Huerta, Pié del Palo, Los

Llanos, Sierra de San Luis, etc.), para averiguar aquí la existencia de las formaciones paleozóicas.

Una vez así constatada la «formación carbónica» y que sea poco desarrollada y sin carbon, la esperanza de encontrar depósitos explotables de carbon de piedra crecería mucho, y trabajos prácticos y en particular perforaciones, practicadas en la llanura entre la cordillera principal y aquellas Sierras pampeanas, podrían entonces resolver la cuestión.

Así vemos, como no hemos perdido la senda en esta importantísima cuestión del carbon y como los trabajos geológicos referentes á ellos han adelantado, por haberse constatado por ellos la formación carbónica, cuya existencia ha sido antes negada.

Tal progreso debe servir de estímulo para seguir en el camino de las investigaciones geológicas y llegar así algún día, apoyados por trabajos mineros, á un resultado definitivo.

En cuanto á los depósitos de carbon de edad más moderna, encerrados en las psamitas pérmicas y triásicas, podemos decir con mayor seguridad, que el carácter total del sistema y en especial por ser compuesto exclusivamente de areniscas y conglomerados, faltando un desarrollo grande de pizarras arcillosas, que son las compañeras de los estratos de carbon, disminuye la esperanza de encontrar grandes depósitos explotables en nuestra region (Central y Nord-Oeste).

Las investigaciones hechas en las regiones al Sur (Cordillera de Mendoza, Neuquen, etc.) no permiten aún abrir juicio.

Creo que sería conveniente por varias razones dirigir menos la atención á la Cordillera central alta que á las Pre-cordilleras y Sierras pampeanas, y especialmente recomendaré la region de la altiplanicie de Alamito (San Rafael) y las regiones limítrofes.

El Dr. Salas, de Mendoza, descubrió hace poco tiempo en la region superior del Rio Atuel (Mina Tránsito), un depósito carbonífero cuyas plantas fósiles indican, segun el Dr. Kurtz, un horizonte liásico. Encontrándose en el pendiente de los depósitos entre los fósiles *Pecten alatus* Buch, parece casi segura la determinación de esta posición.

Deseo hacer notar aquí, que más al Sur, en la Gobernación del Neuquen (lo he observado entre Norquin y Chos-Malal y más al Sur, entre Rio Catalil y Rio Agrio, en la region superior del Rio Picun-Leufú) hay pizarras carboníferas, pertenecientes al sistema jurásico superior. Igualmente he encontrado restos de plantas en el sistema cretáceo superior de Malalhué.

Para dar una reseña de los resultados anteriores, los he reunido en el cuadro siguiente, que representa las formaciones con sus fósiles más característicos encontrados en la parte Central y Nord-Oeste de la República. Sobre la división del terreno jurásico y cretáceo, los componentes principales de los Andes Argentinos y en especial sobre los depósitos carboníferos de Cacheuta (Mendoza), considerados como rhéticos, véase: *Stelzner*, la obra arriba citada; *Szajnoch*, Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der Argentinischen Republik. K. Acad. d. Wiss. Wien; *H. B. Geinitz*, Ueber rhaetische Pflanzen u. Thierreste aus den argentinischen Provinzen, descritas en la obra de Stelzner; *R. Zuber*, Estudio geológico del Cerro de Cacheuta, Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, tomo X, y los trabajos del autor en el mismo Boletín: Sobre el terreno jurásico y cretáceo en los Andes Argentinos, entre Rio Diamante y Rio Limay, y sobre el asfalto carbonizado y carbon de la Provincia de Mendoza.

TERRENO	CARÁCTER PETROGRÁFICO	CARÁCTER PALEONTOLÓGICO	YACIMIENTO	LOCALIDADES
T. triásico superior, rético?	Psamitas, pizarras areniscosas, depósitos de carbon.	Thinnfeldia odontopteroides (Morr.) Feistm. Bsierra taeniaia Fr. Braun. Taeniopteris Mareysiaca Gein. Pterophyllum Oeynhausianum Göpp. Fachypteris Stelzneriana Gein. Sphenopteris rhaetica Gein. y otras mas. Autor: Geinitz.	En discordancia sobre terreno arcésico.	Sierra de La Huerta (Mareyes), Provincia de San Juan.
T. pérmico.	Psamitas, conglomerados, pizarras margosas, depósitos de carbon.	Noeggerathiopsis Histobi (Bunb.) Feistm. Glossopteris esp. Equisettes Meresolanus Kurtz. Neuropteridium validum Feistm. Rhipidopsis finkoides Schmalh. Gangamopteris cyclopteroides Feistm. Sphenopteris esp. Walchia esp. Autor: Kurtz.	En discordancia sobre terreno arcésico y estratos paleozóicos en las sierras de San Luis y de los Llanos; en concordancia sobre estratos paleozóicos en Carrizal y potrero de los Angulos (Sierra de Famatina.)	Sierra de San Luis (Bajo de Velis). Sierra de los Llanos (Pampa de Anzulon). Sierra de Famatina (Carrizal y Potrero de los Angulos).
T. carbónico.	Psamitas, conglomerados, pizarras, depósitos de carbon.	Retamito, San Juan: Archaeocalamites radiatus (Brongn.) Stur. Lepidodendron esp. del grupo del L. nothum Ung. » Pedroanum (Carr.) Szajnocha. Botrychiopsis Weissiana Kurtz. Rhaconteris esp. Cordates esp. Autores: Szajnocha y Kurtz. Trapiche, cerca de Guadacol, Rioja: Lepidodendron aff. L. nothum Ung. y L. Pedroani (Carr.) Szajn. Neuropteridium validum Feistm.	En concordancia sobre el terreno devónico, en parte directamente sobre caliza silúrica (dislocación?).	Retamito (Culm), Jachal, Guaco, Trapiche, Provincia de San Juan. Cerro Bola, Sierra de Famatina (Potrero de los Angulos), Provincia de La Rioja.
T. devónico, superior.	Pizarras, psamitas, granwacke, caliza.	Sin fósiles animales (?); algunos restos de plantas (Jachal).	En concordancia.	Jachal, Trapiche (?), Provincia de San Juan. Cerro Bola (?), Potrero de los Angulos (?), etc., Sierra de Famatina.
Inferior.	(Upper Helderberggroup, etc.) Pizarras, granwacke, psamitas, caliza, etc.	Leptocoelia fiabelites Conr. Rhynchonella, Meristella, Spirifer, Strophonema, Chonetes, Lingula, Discina, Conularia, Crinoides, Trilobites, etc. (Los fósiles recogidos por el autor no están determinados aún).	En concordancia.	Jachal, Provincia de San Juan. Sierra de Famatina (?).
T. silúrico, superior.	Pizarras, psamitas, de poco espesor (c 1 no m.)	Sin fósiles (?)	En concordancia.	Jachal, Provincia de San Juan.
Inferior. (Trenton-Zona)	Caliza, dolomita.	Monticulipora argentina Kays, Ortooceras esp., Lituites esp., Murchisonia esp., Maclurea Avellanadae Kay., Maclurea Sarmienti Kay, M. Stelzneri Kay, Orthis calligramma Dalm., Orthis obtusa Pand., Orthisina adscendens Pand., Leptema sericea Saw, Lingula, Bathyrurus, Ogygia, Aretusina argentina Kays, y otros mas. Autor: Kayser (véase la obra citada de Stelzner).	En concordancia.	Las Antecordilleras de San Juan (de Zonda, Gualilan, Talacastra, Jachal, etc.) Sierra de Famatina (Potrero de los Angulos).
?	Pizarras, granwacke.	Sin fósiles (?)	?	Sierra de Tontal, de Paramillo, Provincia de San Juan.
T. cámbrico, superior. (Zona con Olenus).	Psamitas.	Agnostus Tileyuensis Kayser. Olenus argentinus Kays., Arionellus Lorentzi Kays., Arionellus Hyeronimi Kays., Orthis Saltensis Kays., Lingula, Obolus, Hyolithes. Autor: Kayser.	?	Provincias de Jujuy y de Salta.
Inferior.	Psamitas, pizarras, cuarcita.	Sin fósiles (?).	En concordancia.	Sierra de los Llanos y Sierra de Córdoba (Jatan, Pocho?).
T. arcésico.	Gneis, pizarras bornblondiferas, caliza granuda, Flinta, Mica, etc.	—	—	Sierra de Córdoba, de San Luis, de Los Llanos, de La Huerta, de Pic del Palo de Famatina, de Catamarca, de Tucuman, etc.