

Las rocas cristalinas fundamentales en los alrededores de Montevideo

Conferencia dada en la Real Academia Prusiana de Minas,
en Berlín, el 1.º de Febrero de 1911

POR EL DOCTOR KARL WALTHER
Catedrático de Mineralogía y Geología

En una publicación anterior que se refiere á yacimientos de arenisca en el norte de la República Oriental del Uruguay (1), demostré la diferencia de las relaciones geológicas, tal como se manifiesta entre el norte y sur del país,—aquí, al sur, esencialmente pizarras cristalinas con rocas intrusivas; allá, al norte, sedimentos arenoso-arcillosos, alternando muchas veces con coberturas eruptivas de carácter diabásico-melafídico, un complejo que se sobrepone á las formaciones antedichas.

Los alrededores de la ciudad de Montevideo, capital del país, ofrecen desde luego al geólogo una cantidad de observaciones interesantes, en primer línea por el lado petrográfico. Las formaciones geológicas se dividen allí, simplemente, en dos grandes partes: las rocas fundamentales cristalinas y su cobertura diluvial. De esta última ya he hablado antes (2); expliqué que los sedimentos, puramente según su carácter litológico, se clasifican en dos horizontes, de los cuales el inferior no se muestra más que localizado, y según parece, se limita á depresiones de la

(1) K. Walther. «Sobre areniscas y rocas efusivas en los departamentos de Tacuarembó y Rivera».—(Véase esta Revista, núm. 7, pág. 213.)

(2) K. Walther. «El diluvio en los alrededores de Montevideo».—(Véase esta Revista, número 5, pág. 263.)

superficie del fundamento cristalino prediluvial. Se mencionó que la altura de la cobertura diluvial es raramente de significación, de donde se explica la aparición de rocas cristalinas. En la ciudad de Montevideo se presentan muchas veces directamente en la superficie ó se descubren en ocasión de excavaciones.

Vamos á determinar primero las localidades más importantes para el estudio de las rocas fundamentales cristalinas, para dominar así de una ojeada la configuración de la superficie⁽¹⁾. El punto más alto de los alrededores de Montevideo y al mismo tiempo de todo el departamento de igual nombre, es *El Cerro*, elevación de más ó menos 150 metros de altura. Mientras las pendientes se cubren en gran parte con depósitos limosos ó masas de escombros, aparece hacia la cumbre, manifestándose en peñascos ásperos, una roca anfibólica uniformemente fina, en parte muy esquistosa, con rumbo de este á oeste (véase la figura I, tabla 1⁽²⁾). Placas sacadas que cubren las pendientes, producen muchas veces al golpearlas con el martillo un sonido de tono agudo, de donde se deriva la denominación vulgar de «piedra de campana» y la idea de que se trate aquí de fonolita, opinión que, como veremos, es totalmente insostenible.

Exactamente, la misma roca—lo que ya demostró notablemente Ch. Darwin—se encuentra en y sobre *El Cerrito*, al norte de la ciudad, donde se la explota en canteras bastante extensas para pedregullo. Pero también entre el Cerro y el Cerrito, en el cauce del arroyo Miguelete y sus ramales, sobresalen de la cobertura limosa, en diferentes puntos, complejos chicos, aislados, si bien es cierto que muchas veces muy descompuestos, manifestándose el contenido considerable en mineral ferroso por tonos de color vivo amarillos y rojos. En la ciudad misma y en el bulevar Artigas que la circunda, nada observé de esta roca, pero se la encuentra otra vez en cantidades considerables en las playas, tanto al sur del Cerro como al este de la bahía, donde se presenta en íntima unión con rocas gneisoideas.

Estos gneis biotíticos—como los voy á denominar en estos preliminares—los había observado primero en

(1) Compárese para ésto el «Plano del departamento de Montevideo», por Saturnino Cortesi.

(2) Tomada al este del *Cerro*, poco más abajo de la fortificación.

la Tablada, al norte de Montevideo. El suelo limoso se quiebra aquí fuertemente y se corta en zanjas muy ramificadas por efecto del agua, en parte de una altura superior á la de un hombre, que se han abierto hasta la base cristalina. Estos gneis son la misma roca que tiene la mayor extensión horizontal en Montevideo. Aparecen en el pie Este del Cerro, en la playa y después en frente, en la margen izquierda del arroyo Pantanoso, donde se explotan en canteras importantes y se extienden desde aquí, paraje llamado La Teja, hasta el arroyo Miguelete. Además la península angosta frente al Cerro, donde se encuentra el núcleo de la ciudad, la parte de más tráfico, se compone de la roca nombrada, que se muestra con frecuencia ya en ocasión de trabajos de pavimentación. Junto á la reducida altura de la cobertura limosa—como ya lo expliqué antes—se comprende que en todas partes la superficie débilmente ondulada que caracteriza todo el sur de la República, refleje bien las irregularidades de la superficie prediluvial.

• En toda la extensión de la playa, desde el extremo de la península antedicha, donde está el edificio de la Universidad, pasando por el Cementerio Central y Punta Carretas, hasta el Cementerio del Buceo, los gneis botíticos tienen el rol principal, pero ceden ante las rocas anfibolíticas primeramente mencionadas. Además, cerca del Cementerio Central, empiezan á insertarse granitos aplíticos de color encarnado que admiten en muchos lugares carácter pegmatítico y en esta forma se destacan en el Río de la Plata en forma de filones de hechura mural. Por la configuración de la playa reconocerán ustedes desde luego algunos de estos filones. La formación más significativa es la lengua de tierra, coronada por un faro, de Punta Carretas, donde se cortan muchos filones pegmatíticos. A estas aplitas y pegmatitas, siempre bien caracterizadas por feldespato encarnado, no volvemos á encontrarlas, sino mucho más al norte; en los alrededores de la Tablada se vuelven en granitos semiaplíticos.

Al final de estos apuntes de introducción haré mención de que al norte y nordeste de la ciudad—que se extiende mucho—en ninguna parte se presenta el fundamento cristalino. Se cubre aquí enteramente, en todas partes, con su cobertura limosa.

Anticipando los resultados de las investigaciones

petrográficas, distinguimos entre las rocas prediluviales de los alrededores de Montevideo, según su apariencia geológica, entre pizarras cristalinas y rocas eruptivas. Entre las primeras, aquí como tantas veces en otros parajes, es muy difícil constatar la roca original y las energías que la metamorfosearon. Tanto más cierto parece, que entre estas hay que atribuir á la presión mecánica, en lo esencial, solamente la división pizarrosa y el plegamiento de las rocas, mientras que *Garbenschiefer* (1) bien caracterizados nos indican el efecto de fuerzas de metamorfismo de contacto. Más que á estas influencias voy á dirigir la atención en nuestro caso á la transformación por impregnación intensiva de cuarzo (véase la tabla I, figura 2 (2)), que se deriva muchas veces claramente de pegmatitas por retracción del feldespato. Estas pegmatitas desempeñan un gran papel en todo el sur del país, nos muestran entre otras cosas, al constatar su unión con la roca denominada más arriba «gneis biotítica», que se trata aquí de un granito típico, al cual no faltan tampoco diferenciaciones (Nachschuebe) lamprofídicas.

Mucho más difícil de averiguar es la naturaleza de algunas rocas llamadas á veces anfibolíticas, y precisamente por eso mismo, porque parece que se unen íntimamente aquí formaciones originalmente eruptivas con sedimentarias. En verdad, llegaremos lo más cerca de lo cierto, si suponemos una mezcla íntima de material eruptivo y sedimentario. También con lo que á primera vista se llama micacita se mezclan rocas de carácter muy heterogéneo, como se conoce de la investigación microscópica. Mientras una parte (la roca rica en granates cerca del antiguo dique Cibils-Jackson) es una micacita típica y por lo mismo de origen sedimentario, otra roca con la llamada estructura á ojos (Augenstruktur) nos hace concluir en pórfidos graníticos fuertemente transformados. Es seguro que son sedimentogéneos, además de los esquistos graníticos antedichos, aún filadidos y cuarzitas. Se encuentran, pues, en nuestro territorio, las siguientes rocas:

1) granito de grano grueso y de grano fino rico en biotita;

(1) Es imposible traducir este término técnico litológico como otros tantos de la litología, que tienen su origen en investigaciones alemanas, pues que aún en inglés y francés se emplean vocablos alemanes, v. gr.: *Grauwacke*, *Garbenschiefer*, *Muschelkalk*, etc.

(2) Tomado al este del arroyo Pantanoso, cerca de su desembocadura en la bahía.

- 2) granitóido semejante á micacita;
- 3) rocas filoniformes aplíticas y lamprofidicas pertenecientes á 1);
- 4) granito semiaplítico hasta aplítico, de color encarnado;
- 5) gabbro, en su mayor parte transformado en rocas anfibolíticas, fuertemente diferenciado hasta la formación de rocas puramente hornbléndicas;
- 6) meláfido filoniforme;
- 7) filadio;
- 8) micacita granitífera;
- 9) cuarcita.

El granito citado primeramente no ofrece nada de interés especial. En las canteras de La Teja conocemos que la roca se muestra esquistosa sólo en la superficie; hacia abajo es completamente compacta con feldespato notablemente fresco, que como se reconoce bajo el microscopio, es ortosa y plagioclasa. Es notable la riqueza en minerales del grupo epidota que muestran todas las secciones delgadas del granito de diferentes localidades. Nefelina, que es de esperar según la «Ganggefolschaft» camptonítica-monchiquítica no se observó en ninguna parte y se excluye desde ya por el cuarzo existente en gran cantidad.

Que estos granitos tienen una edad menor que las rocas anfibolíticas, se demuestra en formaciones filoniformes que penetran las últimas citadas. Su reconocimiento se dificulta seriamente por la fuerte división pizarrosa y por su mal estado de conservación. La roca toma con eso el aspecto de una micacita en estratificación alternativa con anfibolita. Esto se presenta especialmente en un yacimiento de forma maciza, en el arroyo Miguelete entre los arroyos Casavalle y Cerrito (véase Tabla II, fig. 1). Los «ojos» de cuarzo y feldespato existentes en abundancia, que ya se reconocen á simple vista en el corte transversal, me hacen suponer que se trate también aquí de un granitóido fuertemente pizarroso, que en algunas partes se impregna de diferenciaciones pegmatíticas.

Cerca de las canteras de La Teja se observa que el granito biotítico se transforma en su margen en aplita, que penetra con un cúmulo de filones en la anfibolita. En la margen izquierda del arroyo Pantanoso, cerca de su desembocadura en la bahía, se unen estos filones aplíticos con filones granitofidi-

cos á cuadros instructivos de filones. Mucho más grandiosa que la aplítica es la facies pegmatítica correspondiente, de cuyo gran desarrollo se habló ya más arriba. Bien expuestos y en especial fuertemente desarrollados se muestran los filones según el rumbo oeste á este de las anfibolitas cerca del dique Cibils-Jackson en el sur del Cerro. Aquí se encuentra también como mineral característico turmalina negra en prismas hasta de un dedo de espesor. Esencialmente son dos filones en distancias de 20 á 30 metros, de los cuales uno más fuerte, situado hacia tierra, que se eleva como un muro, muestra bien la estructura del «granito gráfico» y se compone por parte sólo de cuarzo y feldespato blanco; por parte contiene además muscovita débilmente verdosa acumulada con prevalencia en nidos. El filón paralelo, cuyo ancho maximal es de un metro, contiene un carácter mucho más aplítico, cambia con frecuencia su extensión transversal y por su pobreza en feldespato parece al primer golpe de vista muy semejante á las cuarzitas, que voy á describir más adelante; sin embargo, contiene turmalina en grandes cantidades. Está ligado íntimamente con las anfibolitas que le acompañan, porque penetra en ellas en apófisis innumerables, muy ramificados y serpeados, recibiendo al mismo tiempo grandes cantidades de hornblenda en sus partes marginales. Es de sentir que justamente estas buenas revelaciones deslavadas por las ondas del Río de La Plata, tengan una posición horizontal, pues es imposible sacar una vista fotográfica.

Las rocas filoniformes melanócratas indicadas arriba con el número 3, pertenecen sin duda á las formaciones más interesantes de los alrededores de Montevideo. Se pueden observar, mal descubiertas, en La Tablada cerca de un yacimiento chico de granito biotítico, muy descompuesto; mejor aún en el granito de las canteras de La Teja como en el lado izquierdo del ya nombrado arroyo Pantanoso, y en forma característica en la playa Ramírez. Los filones casi verticales que llegan en las dos localidades últimamente citadas á la altura de casi un metro, teniendo un rumbo más ó menos de oeste á este y que no se sacaron cuando se explotaba el granito, se presentan en seguida por su color oscuro y su riqueza en bicitita como rocas filoniformes lamprofidicas. Allá, donde llegan á su altura

máxima, en el Pantanosó y en la Playa Ramírez, se muestra una diferenciación característica en la roca (1), pues el interior del filón, que tiene más ó menos 90 centímetros de espesor, consiste en el lugar últimamente citado, de una roca frágil, igualmente negrecilla-verdosa abrigantada de biotita. La superficie está agujereada y tiene manchas de color pardo molioso, mientras que ambas salbandas que tienen un espesor de 1 á 2 dedos se distinguen en algunas partes por su riqueza en columnitas de un mineral amarillento-verdoso y por su color característicamente azul descolorido, que se presenta especialmente cuando cesa la estructura porfídica. Si disminuye el espesor de los filones—como por ejemplo en las canteras de La Teja y especialmente en la Tablada—entonces desaparece la diferenciación entre el centro del filón y la salbanda y se encuentra, sea solamente la roca del primero (Teja) ó la del margen (Tablada), impregnando en el último caso—lo que vale también para los apópsis finos de los filones de la Playa Ramírez, y del Pantanosó—íntimamente la roca vecina, jaspeándola con puntos y vetas azulejos.

Tengo que omitir aquí la descripción de la estructura microscópica de estas rocas filoniformes. Su pertenencia á la familia de las camptonitas y monchiquitas, dentro de las cuales forman probablemente un grupo especial, lo prueban: 1.º el aspecto basáltico de la ganga central fresca, 2.º su composición de biotita, augita (2) y hornblenda bruna, en el margen prevalentemente verde con masa fundamental muy nefelinífera, y 3.º la combinación mineral de la salbanda de hornblenda azul verdosa arfvensonítica en un caos de agujitas finísimas junto con vidrio como masa fundamental y además augita, olivina y sodalita como cristales porfídicos.

Sigue el cuarto grupo de rocas, los granitos encarnados semiaplíticos hasta aplíticos menos remarcables. En su forma aplítica están intercalados, como ya mencioné, entre rocas anfibolíticas y pasan frecuentemente en pegmatitas. Angostos filones de este carácter, que están en unión con el granito rojo, situados en La Tablada, ofrecen un aspecto muy instructivo. Dichos filones consisten simétricamente en

(1) Tal vez se trata, mejor dicho, de un «nachschub».

(2) Transformado en «hornblenda», arreglado con frecuencia en forma de rosetas.

el centro de cuarzo y en los márgenes de feldespato, desarrollándose filones puramente cuarzosos, cuando cesa el feldespato.

Llegamos ahora al grupo calificado arriba como gabbro, que manifestándose como pizarra cristalina, ofrece á la investigación las dificultades mayores.

Tres hechos me indujeron á calificar en nuestro caso el gabbro como roca original de las formaciones anfíbolíticas que se pueden calificar según la falta ó presencia de feldespato como esquistos hornbléndicos y hornblendefels ó anfíbolitas: 1.º el gran contenido de todas las rocas en anfíbol secundario, verde, mientras que el feldespato retrocede; 2.º la observación de un gabbro típico dialagífero en conexión con rocas puramente hornbléndicas, y 3.º la forma de unión entre la roca de la cima del Cerro y las formaciones de sus partes más bajas.

Cerca del pasaje del camino á La Tablada llamado calle de Sierra, sobre el arroyo Pantanoso, sale de la cobertura limosa una pequeña masa de roca eruptiva. La roca completamente descompuesta en el margen está caracterizada como gabbro típico por el mineral de dialaga y una plagioclasa, que á pesar de su sausuritización á veces muy avanzada, puede definirse como labradorita. El piróxeno se ha transformado por parte en hornblenda, que tiene el mismo aspecto como en rocas muy vecindadas que consisten únicamente de este mineral. Igual formación se encuentra, por ejemplo, en una isla pequeña situada delante de la Punta Sudeste (pie Este del Cerro) intercalada entre las anfíbolitas, de manera que no es dudosa su conexión con el hornblendefels.

Antes de pasar al tercer punto de la prueba tengo que volver otra vez al macizo chico de gabbro, que ya mencioné arriba. La investigación puramente microscópica podría inducir primero á conclusiones erróneas, pues se observa una cantidad considerable de cuarzo, que, sin embargo, ha sido conducido secundariamente como se conoce estudiando el lugar mencionado. Esto se revela bajo el microscopio por la presencia de algunos feldespatos que, acompañando el cuarzo, tienen el carácter oligoclásico y llaman la atención por su estado fresco, mientras que el feldespato original ya está muy descompuesto.

También en la roca hornbléndica dura, casi libre

de feldespato, proveniente en la cima del Cerro, el cuarzo, como en el caso precedente, manifiesta su origen en gran parte secundario. Las vistas (tablas II, figura 2 y III, figura 1, ilustran estas revelaciones (1).

Basta esto para explicar el origen del cuarzo, desviación necesaria para hacer inverosímil la idea de procedencia sedimentaria de la roca cuarzifera (2). Este gabbro muy pobre en feldespato en la facies de esquistos hornbléndico forma la cima del Cerro alrededor de la pequeña fortificación, pero ya poco más abajo la roca hasta entonces igualmente negrecido-verde se vuelve jaspeada, recibiendo feldespato. De ahí resulta que las rocas ofrecen mucho menos resistencia á las influencias de las atmosferilas y por esto en la mayoría ya están muy descompuestas, teniendo algunas el aspecto del «Flasergabbro». Sin embargo, hay también aquí en algunos lugares partes frescas y no pizarradas que macroscópicamente tienen el carácter del gabbro secundariamente hornbléndico.

Vamos á ver ahora el tercer punto de nuestras pruebas.

Lo que me induce especialmente á aseverar el origen eruptivo de las rocas que forman la cima del Cerro, son las zonas y estrias oscuras, es decir, pobres en feldespato que se observan en cada paso en las partes más bajas del Cerro y que penetran en las rocas jaspeadas, que ya mencioné. La figura 1, tabla IV, enseña tal zona oscura dentro de la roca mas clara (3). Encontramos relaciones análogas en el Cerrito, cuya cumbre se compone igualmente del gabbro pobre en feldespato muy tenaz á consecuencia de las hornblendas entretejidas entre sí (tabla III, figura 2).

Pero no solamente en estos dos puntos, sino en todas partes donde se encuentran las rocas anfibolíticas—así por ejemplo en la Playa desde el Cementerio en dirección al este, predomina esta diferenciación en partes ricas en feldespato y pobres hasta libres de este mineral. Estas últimas atraviesan en fajas oscuras y duras la roca más clara y frágil.

(1) La primer vista se tomó cerca del fin Oeste de la calle de Bolivia; la segunda más ó menos tres cuadras más al Oeste. Esta muestra el fenómeno muy frecuente, que salió el cuarzo de impregnación, por lo que la roca tiene una superficie característicamente agujereada y arrugada.

(2) También voy á llamar la atención sobre la segregación en casos singulares absolutamente maciza de la roca, por ejemplo en la cima del Cerrito (Véase tabla III, figura 2).

(3) Tomado en la esquina de las calles de Suiza y Viscaya. A pesar de que la vista fué sacada con placa ortocromática no se podían obtener diferenciaciones de color más grandes.

Al fin de esta descripción incompleta de las formaciones anfibolíticas voy á dirigir la atención especialmente sobre una roca que se distingue por su estructura claramente helizítica, que, como se sabe, es característica para rocas metamorfoseadas de origen sedimentario. Se trata de un hermoso «hornblendegarbenschiefer» de aspecto bastante macizo que se encuentra en la avenida de Burgues cerca de su fin septentrional. La sedimentación original se manifiesta en este lugar por fajas de substancia fina carbónica de igual dirección que atraviesan la roca y corta los cristales de hornblenda. La roca original debe haber sido aquí más ó menos una marga dolomítica arenosa. En combinación con esto véase la vista tabla IV, figura 2⁽¹⁾, que muestra una cantera anfibolita pobre de feldespato secundariamente muy cuarzizada. No puedo decidir si se trata aquí solamente de quiebras ó de restos de sedimentación; no se observa ninguna diferencia litológica entre las «capas».

Mucho menos aún se puede decir sobre el grupo que sigue; componen este grupo los meláfidos filoniformes, en todas partes muy descompuestos, que representan sin duda la formación eruptiva más reciente en los alrededores de Montevideo y se aproximan probablemente en su edad á las coberturas eruptivas del norte de la República que alternan con areniscas de edad permo-triásica. Observamos la roca lo mejor en el pie nordeste del Cerro, en la playa cerca de la embocadura del arroyo Pantanoso en una exposición instructiva. La anfibolita muy plegadiza, que consiste en un cambio perpetuo, de extractos oscuros y claros, está cortada primero por numerosos filones de procedencia pegmatítica, con rumbo de nordeste á sudoeste. Todo esto atraviesa una roca porfídica, algunas veces desviada, oscura rojizabruna en un filón de 10-20 centímetros de espesor. La roca muestra bajo el microscopio en una masa fundamental rica en vidrio y probablemente en olivina, también tal vez en augita, fuera de grandes plagioclasas de cristales porfídicos de olivina que se ha transformado en masas escamosas talcosas.

Al fin hago seguir algunas observaciones sobre los yacimientos de esquistos cristalinos de origen indu-

(1) Cerca del pasaje del camino de Reyes sobre el arroyo del Cerrito.

dablemente sedimentario. El yacimiento de un filadio oscuro finamente pizarrado situado cerca del pórfido granítico muy metamorfoseado micacitoideo, arriba mencionado, en el arroyo del Miguelete entre los arroyos de Cerrito y Casavalle, tiene poca extensión. La procedencia metamórfica de la roca está caracterizado por su contenido en cristales pequeños de granate y turmalina. Yo observé formaciones litológicamente análogas entre Montevideo y Colonia y especialmente en los alrededores de la ciudad de Minas, donde se insertan en los filadíos tales marmoroideas.

Micacitas típicas aparecen en los alrededores del Dique Cibils entre los filones arriba mencionados de rumbo este á oeste. La roca finamente pizarrada sorprende por su riqueza en granate. Los granos de este mineral, que decrecen en tamaño desde la pegmatita situada más en tierra hacia la playa, están envueltos muy á menudo en un mantel azullizo-gris de Cianita (Rhetizita) muy carbonosa, mientras que la roca se vuelve de igual modo siempre más semejante al filadio arriba mencionado. Más afuera de la pegmatita menos gruesa, la micacita, ó el filadio respectivamente, se transforma poco á poco en roca anfíbolítica, recibiendo hornblenda. Por eso supongo que la roca se había formado en este lugar mezclándose el material originalmente sedimentario con el eruptivo.

La última clase de rocas que voy á describir aquí, son las cuarzitas, que se encuentran especialmente bien en el lado oeste de una isla pequeña, situada delante de la embocadura del arroyo Pantanoso (Tab. V, fig. 1). La sedimentación de la roca muy dura mássica se manifiesta hacia la anfíbolita por substancias carbónicas y metalíferas, que le dan un aspecto oscuro. Tales cuarzitas gráficas se encuentran además en poca extensión y en forma de restos de sedimentos en las anfíbolitas al pie Este del Cerro. El yacimiento más grande análogo se encuentra no lejos del filón chico melafídico formando una zona oscura estriada y ramificada cuya longitud es más ó menos 15 metros y su espesor máximo de 1-2 metros de contorno muy torqueado envuelta en un mantel de «micacita» de carácter del pórfido granítico muy metamorfoseado. El contenido de la roca en sustancia carbonosa se

ha aumentado de tal manera á costo del cuarzo que disminuyó, que la roca se ha transformado en masas frágiles carbónicas, que ya surgieron especulaciones sobre yacimientos de carbón.

Apuntes del autor

Este primer bosquejo de las rocas cristalinas en los alrededores de Montevideo naturalmente queda lejos de ser una descripción detallada de los yacimientos geológicos tan interesantes, sino sólo quiere dar, como dice la palabra bosquejo, una vista superficial sobre estas formaciones hasta ahora desconocidas tanto en el mundo científico como en el público. El autor tiene la intención de completar á base de estudios especiales estas líneas. Las muestras de minerales y rocas recogidos en el curso de sus investigaciones, se encuentran en el laboratorio de Mineralogía y Geología del Instituto de Agronomía y están á la disposición de quienes tengan interés.

TABLA I



Fig. 1



Fig. 2

TABLA II



TABLA III



Fig. 1



TABLA IV



TABLA V

